REVISION GEOLOGICO-GEOTECNICA Y ESTRUCTURAL DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES MIRAMANGA, LA INDEPENDENCIA, GAITÁN PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PÚBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER.

SECTOR MIRAMANGA



BUCARAMANGA, SANTANDER

JULIO DE 2023

1 TABLA DE CONTENIDO

1 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 4
1.1 GEOLOGÍA REGIONAL 4
1.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 4
1.3 GEOLOGÍA LOCAL 4
1.3.1 Suelo residual del Neis de Bucaramanga 4
1.3.2 Suelo transportado movimientos en masa (Stmm) 4
1.3.3 Suelo de lleno antrópico de basuras y escombros (Stlab) 5
1.3.4 Suelo de llenos antrópicos de excavación y/o relleno (Stla) 5
1.4 GEOMORFOLOGÍA 5
2 ANÁLISIS MULTITEMPORAL 5
3 MODELO GEOLÓGICO-GEOTECNICO 6
4 EVALUACIÓN DE AMENAZA POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA. 6
4.1 FACTORES CONDICIONANTES 6
4.1.1 TOPOGRAFÍA 6
4.1.2 PRESENCIA DE CARGAS PERMANENTES 6
4.1.3 PARÁMETROS GEOMECÁNICOS 6
4.2 FACTORES DETONANTES 7
4.2.1 ACELERACIÓN SÍSMICA 7
4.2.2 LLUVIA 7
4.3 DEFINICIÓN DE AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA 7
5 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD POR REMOCIÓN EN MASA 8
5.1 SUSCEPTIBILIDAD DE LAS VIVIENDAS 8
5.2 INTENSIDAD 8
5.3 ZONIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD 9
6 EVALUACIÓN DEL RIESGO 10
7 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS 12
8 DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN 12
8.1 Propuesta de estabilización sector Perfil 1 13
8.2 Propuesta de estabilización sector Perfil 4 13
8.3 Diseño de pilas de diámetro de 2.0 metros 14
8.4 Diseño de los anclajes activos 14

8.5 Diseño del sistema de drenaje subsuperficial. 15
8.6 Diseño del sistema de control de erosión 15
9 DISEÑO ESTRUCTURAL DE LAS PANTALLAS ANCLADAS 15
9.1 Carga muerta 15
9.2 Empuje lateral activo condición estática. 15
9.3 Empuje lateral por sobrecarga permanente 16
9.4 Empuje lateral por sobrecarga vehicular. 16
9.5 Empuje lateral activo sísmico 16
9.6 Combinaciones de carga 17
9.7 Verificación del diseño de pantallas ancladas 17
10 REVISION DOCUMENTAL 18
11 CONCLUSIONES 22

TABLA DE IMAGENES

Figura 1. Mapa de zonificación de la vulnerabilidad física de edificaciones. Tomado del informe de consultoría. 9
Figura 2. Mapa de zonificación del riesgo físico de edificaciones. Tomado del informe de consultoría. 11
Figura 3. Distribución de presiones laterales aparentes sugerido en la CCP14. 16

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros geomecánicos de los materiales ajustados. 6
Tabla 2. Cálculo del coeficiente de aceleración máxima para análisis pseudoestático de taludes. 7
Tabla 3. Escenarios de amenaza y probabilidad de ocurrencia. 7
Tabla 4. Clasificación de la amenaza por remoción en masa 8
Tabla 5. Matriz de riesgo aplicada. 10
Tabla 6. Comparativo de las alternativas de estabilización. 12
Tabla 7. Resumen de factores de seguridad con obras. 14
Tabla 8. Cuadro resumen de diseño a flexión de las pantallas de concreto. 17

1 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

1.1 GEOLOGÍA REGIONAL

Los taludes a intervenir se ubican sobre el macizo de Santander en el sector conocido como los cerros orientales de la ciudad de Bucaramanga donde aflora el Neis de Bucaramanga (PEb).

El Neis de Bucaramanga es una roca metamórfica del Precámbrico. Se caracteriza por presentar perturbaciones tectónicas severas (alto grado de fracturamiento) debido a la gran cantidad y a la alta actividad de las fallas cercanas. La gran mayoría de afloramientos se presentan parcialmente saprolitizados, en un grado de meteorización de medio a alto con espesores que varían de 3 a 8 metros.

Es una unidad con alta susceptibilidad a presentar fenómenos de remoción en masa por la acción de la gravedad y la saturación de las capas superficiales por eventos lluvia. La mayoría de deslizamientos son superficiales e involucran la capa de suelo residual o depósitos cuaternarios de movimientos recientes.

1.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

A nivel regional, el área de estudio se ubica en el bloque central del esquema tectónico de Santander, limitando al oriente con el sistema de fallas de Bucaramanga y al occidente con el sistema de fallas La Salina. Localmente, el área de estudio se ubica muy próxima a la confluencia de la falla Suárez con el sistema de fallas de Bucaramanga.

1.3 GEOLOGÍA LOCAL

Las unidades geológicas superficiales se proponen de manera que se agrupan en función de la clasificación litológica, dureza o resistencia, sistema de discontinuidades, grado de meteorización y rasgos estructurales.

Las unidades geológicas superficiales propuestas se pueden entender como depósitos cuaternarios recientes y antiguos. Se verifica el modelo geológico y a continuación, se presenta una breve descripción de las unidades cartografiadas.

1.3.1 Suelo residual del Neis de Bucaramanga

Material residual producto de la meteorización del neis de Bucaramanga de color café claro con pintas grises, material areno-limoso, homogéneo de consistencia dura, humedad y plasticidad nula, presenta erosión laminar y en surcos.

1.3.2 Suelo transportado movimientos en masa (Stmm)

Suelo depositado por movimientos de remoción en masa generados recientemente por la acción de la gravedad y la saturación por agua de lluvia como factor detonante. Material matriz soportado con matriz areno-limosa con clastos desde tamaño grava a cantos de forma angular a subredondeada.

1.3.3 Suelo de lleno antrópico de basuras y escombros (Stlab)

Material dispuesto por el hombre sin ningún tipo de control técnico ni control de desechos con presencia de material orgánico y escombros de construcción. Se observan en el parea de estudio fragmentos de concreto, plástico, ladrillos, vidrio, tuberías en PVC, entre otros.

1.3.4 Suelo de llenos antrópicos de excavación y/o relleno (Stla)

Agrupa los suelos producto de excavación y/o conformación del terreno para la construcción de las terrazas de las viviendas y la banca de la vía nacional que conecta Matanza con Bucaramanga.

Se considera apropiada y representativa la clasificación propuesta por el consultor respecto a los materiales encontrados en la zona de estudio.

1.4 GEOMORFOLOGÍA

Se identifican en campo las siguientes geoformas agrupadas según su origen en denudacionales y antrópicas.

En denudacionales se identifican las geoformas del tipo depósito de movimientos en masa (D15) ubicadas en recorrido del cuerpo del deslizamiento que produjo el depósito. En cercanías a la calle 18 se presentan cúspides de colinas (D1) con formas semiredondeadas caracterizada por ser achatada y semiplana. El talud conformado presenta laderas moderadas (D11) con pendientes de 10° a 40°.

Finalmente, en el grupo de geoformas de origen antrópico se observan los llenos mixtos (A5) dispuestos de forma caótica por acción humana y llenos (A7) con mejores especificaciones destinados para fines ingenieriles o de construcción de viviendas y carreteras.

La descripción local se considera representativa del ambiente geomorfológico del sitio.

2 ANÁLISIS MULTITEMPORAL

El consultor presenta un análisis multitemporal basado en fotografías satelitales, fotografías de estudios realizados en el sector y diagnósticos emitidos en estudios realizados por otros consultores que en su momento atendieron la emergencia de los deslizamientos presentados en el año 2006 y 2014. Se muestra evidencia fotográfica de la evolución urbanística en la zona del cuerpo del deslizamiento original. El deslizamiento del sector Miramanga es la activación de movimientos activos que han afectado reiterativamente la zona y sobre los cuales se han conformado materiales de relleno para construir terrazas para viviendas y escenarios deportivos.

3 MODELO GEOLÓGICO-GEOTECNICO

El modelo geológico-geotécnico presentado en las secciones de análisis del 1 al 4 es congruente con el modelo geológico y las observaciones realizadas sobre las muestras de material recuperado durante la campaña de exploración geotécnica. Se presenta un modelo geológico-geotécnico esperado de un perfil residual donde se identifica la roca inalterada como el Neis de Bucaramanga biotitico-anfibolítico cataclástico sobre el cual se encuentra el suelo residual del Neis. Así mismo, se identifican sobre los perfiles el material involucrado en los procesos de activación del deslizamiento original.

4 EVALUACIÓN DE AMENAZA POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA.

4.1 FACTORES CONDICIONANTES

4.1.1 TOPOGRAFÍA

La topografía como elemento condicionante principalmente por la pendiente de las laderas que condicionan la dirección del movimiento.

4.1.2 PRESENCIA DE CARGAS PERMANENTES

Los modelos de estabilidad consideran una carga de 15 kN/m2 por cada nivel de piso.

4.1.3 PARÁMETROS GEOMECÁNICOS

Los parámetros mecánicos de los materiales cartografiados en el modelo geológico han sido definidos estadísticamente empleando los valores de resistencia encontrados en el presente estudio.

Una vez definidos los valores estadísticamente se ha aplicado el método de análisis inverso con el objetivo de representar una condición metaestable (Factor de seguridad igual a 1.0) para un escenario estático parcialmente saturado (Ru=0.27) de una cuña de falla desarrollada en el contacto del depósito coluvial con los materiales residuales del Neis de Bucaramanga. A continuación, se presentan los valores finalmente empleados en el análisis de estabilidad.

Tabla 1. Parámetros geomecánicos de los materiales ajustados.

Nombre	**Material**	**C [kPa]**	**Phi [°]**	**Gamma [kN/m^3]**
Deslizamiento	Material producto del deslizamiento	4.25	27.07	18.00
SR-PCnba-IIA	Suelo residual del neis biotítico anfibolítico	8.33	36.19	19.00

Los parámetros geomécanicos han sido considerados como variables determinísticas sustentadas en la estadística descriptiva de los datos disponibles.

4.2 FACTORES DETONANTES

4.2.1 ACELERACIÓN SÍSMICA

Se emplean los parámetros sísmicos presentados en la NSR10 para evaluar la aceleración horizontal asociada a un evento con periodo de retorno de 475 años. Dado que la condición dinámica para el análisis de estabilidad de taludes corresponde a un análisis pseudo-estático, se emplea el coeficiente K_{ST} para obtener el valor de la aceleración máxima como fracción de la gravedad a_{max}.

Tabla 2. Cálculo del coeficiente de aceleración máxima para análisis pseudoestático de taludes.

COEFICIENTE DE ACELERACIÓN Aa	0.25
COEFICIENTE DE ACELERACIÓN Av	0.25
PERFIL DE SUELO:	TIPO D
COEFICIENTE Fa	1.30
COEFICIENTE Fv	1.90
COEFICIENTE K_{ST}	0.80
COEFICEINTE a_{max}	0.26g

4.2.2 LLUVIA

La exploración geotécnica no identificó presencia de aguas freáticas hasta los niveles explorados. Se reportan niveles de concentración de agua en el cuerpo de los depósitos coluviales debido al mal manejo de la escorrentía. Por lo tanto, la condición de lluvias no es evaluada con un aumento en el nivel de la tabla de agua.

Sin embargo, dadas las condiciones de drenaje del talud el consultor propone conservadoramente evaluar la condición de lluvia aplicando un factor de presión de poros igual a 0.55 (Ru=0.55) con el objetivo de simular la saturación de los materiales superficiales en los que se pueden desarrollar superficies de falla.

4.3 DEFINICIÓN DE AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA

La evaluación de la amenaza se realiza ponderando las condiciones extremas más favorables y desfavorables para la estabilidad del talud ponderando los resultados con la probabilidad de ocurrencia de cada escenario. Los escenarios surgen de realizar la combinación de las variables consideradas como estocásticas. A continuación, se presenta la tabla resumen.

Tabla 3. Escenarios de amenaza y probabilidad de ocurrencia.

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN	SISMO	LLUVIA	PROBABILIDAD
1	Estático no saturado	NO APLICA	NO APLICA	0.434
2	Estático saturado.	NO APLICA	APLICA	0.417
3	Pseudoestático no saturado	APLICA	NO APLICA	0.105

4	Pseudoestático saturado.	APLICA	APLICA	0.044

El escenario asociado a los movimientos detonados por factores antrópicos se relaciona con la falla del sistema de redes de aguas y se clasifica como un escenario estático saturado empleando un factor Ru igual a 0.55 en los materiales involucrados.

Los resultados de la evaluación de la amenaza se presentan a continuación. Una vez se han realizado los análisis 2D de estabilidad aplicando el método de equilibrio límite para encontrar el factor de seguridad de cada escenario descrito se aplica la ponderación según la probabilidad de ocurrencia obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 4. Clasificación de la amenaza por remoción en masa.

PERFIL	PROBABILIDAD DE FALLA TOTAL	NIVEL DE AMENAZA	FACTOR SEGURIDAD	SIMBOLOGÍA
PERFIL 1	0.6140	ALTA	<1.10	
PERFIL 2	0.5670	ALTA	<1.10	
PERFIL 3	0.5060	ALTA	<1.10	
PERFIL 4	0.0570	MEDIA	1.10<F.S.<1.50	

5 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD POR REMOCIÓN EN MASA

El consultor aplica una metodología ajustada para la evaluación de la vulnerabilidad física enfatizada en las edificaciones. El valor de la vulnerabilidad se determina como el producto de la intensidad del movimiento y la susceptibilidad del elemento expuesto.

5.1 SUSCEPTIBILIDAD DE LAS VIVIENDAS

El consultor presenta el cálculo de la susceptibilidad de las edificaciones en función de 2 parámetros: susceptibilidad asociada al tipo de estructura (Stipo) y la susceptibilidad asociada al estado de conservación o mantenimiento de las edificaciones (Smant).

Cada parámetro presenta una clasificación de cero a uno. Donde los valores cercanos a uno representan condiciones de la edificación que hacen menos susceptible la edificación.

Los valores de los parámetros de susceptibilidad se combinan con la siguiente ecuación para definir la susceptibilidad.

$$S = 1 - (1 - Stipo)(1 - Smant)$$

5.2 INTENSIDAD

La intensidad de los movimientos como medida de la magnitud del fenómeno de remoción en masa que afecta los elementos expuestos está en función de las características cinemáticas y geométricas de los deslizamientos. De forma alternativa, el consultor propone

caracterizar la intensidad en función de las unidades geológicas de superficie cartografiadas en la geología local sustentando la relación directa que existe entre las unidades geológicas y la profundidad y velocidad de los deslizamientos como medida de la magnitud.

5.3 ZONIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Las edificaciones ubicadas sobre la ladera en estudio se clasifican con una vulnerabilidad alta según como se presenta en la figura 44 del informe de consultoría. Estos resultados son congruentes con el comportamiento esperado de las viviendas al ser sometidas a deslizamientos con posibilidad física de generarse en dichas unidades de ladera.



Figura 1. Mapa de zonificación de la vulnerabilidad física de edificaciones. Tomado del informe de consultoría.

6 EVALUACIÓN DEL RIESGO

El consultor aplica el método matricial para la evaluación del riesgo físico de las edificaciones. Este método propone el cruce de las variables de amenaza y vulnerabilidad de forma cualitativa según la matriz de riesgo presentada a continuación.

Tabla 5. Matriz de riesgo aplicada.

	Niveles de Amenaza		
Niveles de Vulnerabilidad	**Alta**	**Media**	**Baja**
Alta	Alto	Alto	Medio
Media	Alto	Medio	Medio
Baja	Medio	Medio	Bajo

Si bien la guía del servicio geológico colombiano presenta una metodología para la evaluación del riesgo en términos económicos y probabilísticos, el anexo técnico del proyecto no exige puntualmente una metodología para la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo, razón por la cual el consultor adopta una metodología que también es ampliamente aplicada y aceptada en los estudios de riesgo. El resultado se presenta en el mapa de riesgo donde se identifican las viviendas de interés en riesgo alto.



Figura 2. Mapa de zonificación del riesgo físico de edificaciones. Tomado del informe de consultoría.

7 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

El consultor evalúa cualitativamente tres (3) alternativas para la estabilización del talud. Las tres alternativas propuestas se enmarcan dentro de una misma filosofía de mitigación del riesgo ya que las tres buscan reducir hasta un nivel bajo de amenaza. A continuación, se presenta un cuadro resumen comparativo de las alternativas.

Tabla 6. Comparativo de las alternativas de estabilización.

Alternativa 1	**Alternativa 2**	**Alternativa 3**
Anclajes pasivos o pernos	**Pilas de gran diámetro**	**Anclajes activos**
El sistema funciona una vez se han generado deformaciones en la masa de suelo. Dichas deformaciones pueden ser suficientes para que generen daños en las edificaciones clasificadas como elementos altamente vulnerables. Requiere de barras de alto módulo que requieren ser importadas. Baja disponibilidad de las barras de alto módulo en el mercado nacional y costo elevado. Requiere de un número de elementos muy elevado para lograr los factores de seguridad objetivo.	Este sistema se caracteriza por que cada elemento presenta una alta resistencia ante carga lateral. En función de la localización de la fuerza de demanda pueden llegar a estar controlados por la resistencia a flexión o cortante. Son elementos que es posible construirlos de forma manual construyendo entibado provisional o permanente a medida que se avanza en la excavación. Ideal para zonas en que la maquinaria es de difícil acceso, sin embargo, presentan un costo elevado.	El sistema funciona gracias a cargas de tensionamiento prestablecidas. Altamente eficiente para aumentar la resistencia al corte de los taludes de alta pendiente. Se pueden emplear torones disponibles en el mercado nacional. Cada elemento representa un aumento considerable en la resistencia al corte del talud, por lo tanto, se requiere un número menor de elementos respecto a las alternativas 1 y 2.

El consultor adopta como sistema de estabilización la combinación de la alternativa 2 y la alternativa 3. Propone la construcción de una fila de pilas de diámetro de 2.0 metros enlazadas con viga cabezal sobre la cual se instalan anclajes activos. Además, se proponen pantallas con anclajes activos.

8 DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN

El consultor propone realizar la estabilización del talud del barrio Miramanga aplicando las siguientes medidas:

- Corte y terraceo con taludes 1H:1V y construcción de una pantalla de pilas con anclajes activos.
- Pantallas de pilas de 2.0 metros de diámetro y profundidad de 27 metros separados cada 4.80 metros entre ejes con anclajes de 50 toneladas cada 2.0 metros.
- Anclajes activos con 5 torones de 0.6 pulgadas de diámetro tensados a una carga de 50 toneladas inclinados 15°, longitud de bulbo de 18 metros y longitud total de 30 metros.
- En el sector del perfil 4 no se construye una pantalla anclada sino dados individuales en concreto reforzado de dimensiones de 1.10x1.10 metros y espesor de 0.25 metros.

8.1 Propuesta de estabilización sector Perfil 1.

Se propone como medida de estabilización la construcción de una pantalla de pilas en la corona del talud. Pilas en concreto reforzado de diámetro de 2.0 metros y longitud de 27.0 metros.

Seguidamente, se propone conformar 3 terrazas con pendiente de 1H:1V donde se propone la construcción de pantallas ancladas en concreto reforzado de la siguiente manera: Terraza superior 3 líneas de anclajes activos, terraza intermedia 4 líneas de anclajes activos y terraza inferior con 2 líneas de anclajes activos. Los anclajes se presentan distanciados cada 2.0 metros horizontalmente, longitud total de 30.0 metros y longitud del bulbo de 18.0 metros. El bulbo se desarrolla sobre material residual tipo suelo o saprolito y la roca meteorizada del Neis de Bucaramanga. La inclinación de los anclajes es de 15° respecto a la horizontal.

Como medidas de disipación de la presión de poros se plantea la interceptación de las aguas superficiales con una canal trapezoidal en concreto reforzado de ancho en la base de 0.30 metros y ancho en la parte superior de 0.80 metros y una altura de 0.50 metros. A nivel subsuperficial, se plantean tres (3) filas de drenes inclinados un 5% con diámetro de 2 pulgadas de longitud de 20 metros espaciados longitudinalmente cada 6.0 metros.

8.2 Propuesta de estabilización sector Perfil 4.

Como medida mecánica de estabilización se plantean once (11) filas de anclajes activos compuestos por cuatro torones de 0.6 pulgadas de diámetro con carga de tensionamiento de 50 toneladas inclinados 15° respecto a la horizontal con una longitud de bulbo de 18 metros y longitud total de 30 metros. Separación horizontal entre anclajes de 2.50 metros.

Adicionalmente se plantean 2 filas de pantalla de pilas en concreto reforzado de diámetro de 2.0 metros y longitud de 27.0 metros.

Como medidas de disipación de la presión de poros se plantea la interceptación de las aguas superficiales con una canal trapezoidal en concreto reforzado de ancho en la base de 0.30 metros y ancho en la parte superior de 0.80 metros y una altura de 0.50 metros. A nivel subsuperficial, para el perfil 4 se plantean dos (2) filas de drenes inclinados un 5% con

diámetro de 2 pulgadas de longitud de 20 metros espaciados longitudinalmente cada 6.0 metros.

A continuación, se presenta un cuadro resumen con los resultados de los análisis de estabilidad para las condiciones de saturación del talud en el escenario estático y pseudo estático. Se verifica que los factores de seguridad objetivo de la NSR10 para la condición estática (>1.50) y para la condición pseudo-estática (>1.05) se han atendido.

La presión de poros en el modelo ha sido determinada a partir de un modelo de elementos finitos para analizar la red de flujo en la masa de suelo adoptando valores de permeabilidad típicos recomendados en la literatura para los materiales encontrados en campo. Finalmente, se determinan los factores de seguridad.

Tabla 7. Resumen de factores de seguridad con obras.

PERFIL	FACTORES DE SEGURIDAD CON OBRAS	
	ESTATICO	PSEUDOESTATICO
No.1	3.070	1.431
No.4	2.781	1.190

8.3 Diseño de pilas de diámetro de 2.0 metros

Se presentan las curvas p-y que relacionan la carga lateral y la deflexión lateral como un sistema no lineal acoplado empleando un modelo matemático en el algoritmo GROUP V8.014. La fuerza, magnitud y distribución, aplicada lateralmente es determinada con la formulación de la NAVFAV.

De esta forma, el consultor presenta diagramas de fuerzas cortantes y momentos flectores demandados sobre la pantalla de pilas que deberá resistir el elemento desde el punto de vista estructural (Concreto reforzado).

Adicionalmente, el consultor presenta el soporte para la selección de la profundidad de empotramiento de las pilas que soportan cuñas de falla con espesor de material movilizado de 12.0 metros. Se dimensiona la profundidad de empotramiento de la pila para presentar un factor de seguridad al volcamiento de 1.50,

8.4 Diseño de los anclajes activos

Se verifica las recomendaciones geométricas de la CCP 14 para la ubicación del primer anclaje garantizando las distancias hacía la corona del talud y longitudes libres mínimas recomendadas en los anclajes propuestos.

Se valida el cálculo de los anclajes permanentes evaluado según las recomendaciones de la guía para el diseño y ejecución de anclajes al terreno en obras de carreteras verificando los siguientes estados límites:

- Tensión admisible de los torones. OK

- Deslizamiento del tirante dentro del bulbo. OK
- Arrancamiento del bulbo en el terreno. OK
- Capacidad portante de la zapata (aplicable al sector del perfil 4). OK
- Diseño estructural de la zapata de anclaje (aplicable al sector del perfil 4). OK

8.5 Diseño del sistema de drenaje subsuperficial.

Se validan los modelos de flujo para la propuesta de las dos líneas de flujo donde es posible observar el abatimiento del nivel freático en las zonas de influencia de los drenes. Se presenta el cálculo para determinar la separación máxima horizontal entre los drenes.

8.6 Diseño del sistema de control de erosión

El objetivo del diseño para control de erosión es evitar el transporte y desprendimiento de material superficial que generaría inestabilidad progresiva y deterioro rápido del material que conforma el talud.

Se verifican los cálculos que soportan el valor de la fuerza de empuje generada por la cuña a nivel local esperada. Seguidamente, se valida el cálculo de la presión lateral para la propuesta de membrana flexible. Finalmente, se verifican los cálculos de punzonamiento (cortante) de la malla propuesta.

La propuesta de control de erosión del talud corresponde a una malla con alambre de resistencia 1770 MPA y diámetro 3.0 mm con tamaño máximo de aberturas de 8.4x14.3 centímetros en conjunto con un manto permanente tipo 5D INVIAS 811-22.

9 DISEÑO ESTRUCTURAL DE LAS PANTALLAS ANCLADAS

9.1 Carga muerta

La carga muerta debida al peso propio de la pantalla estructural ha sido considerada intrínsicamente en los modelos matemáticos en la definición de materiales y geometría de las pantallas ancladas.

9.2 Empuje lateral activo condición estática.

Norma citada: Código colombiano de diseño de puentes CCP14.

Distribución de presiones laterales activas: Diagrama de presiones aparentes.

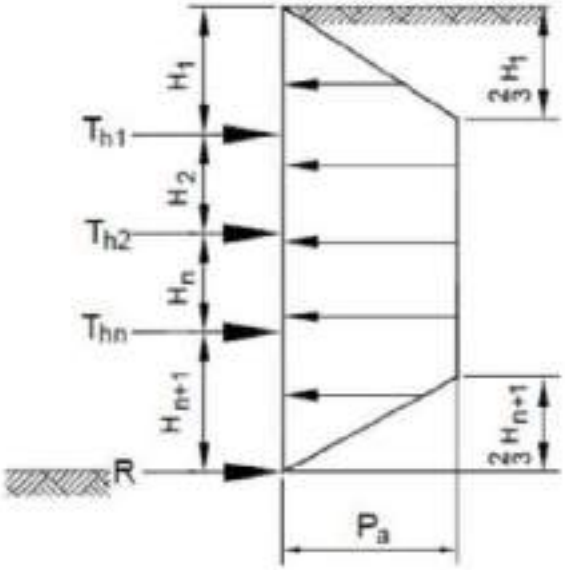


Figura 3. Distribución de presiones laterales aparentes sugerido en la CCP14.

Se emplea un ángulo de fricción del suelo retenido de 27.07° y un valor de cohesión cero para estimar los empujes laterales de tierra. Se consideran valores apropiados para evaluar los empujes con el objetivo de diseñar estructuralmente las pantallas.

9.3 Empuje lateral por sobrecarga permanente

Se consideran como sobrecarga el empuje lateral ejercido por las terrazas superiores. La terraza superior de altura 6.88 metros ejerce sobre la pantalla de la terraza intermedia una presión lateral igual a 46.44 kN/m^2. Mientras que la pantalla de la terraza inferior deberá soportar el empuje permanente de la sobrecarga de las terrazas superior de 6.88 metros de altura y la terraza intermedia de altura de 8.77 metros para un total de 105.64 kN/m^2.

9.4 Empuje lateral por sobrecarga vehicular.

Se evalúa la presión lateral por sobrecarga vehicular por la existencia de una vía en la corona del talud. Debido a la separación horizontal que presentan las pantallas ancladas de las 3 terrazas hasta las líneas de carga definidas por la huella del tránsito vehicular se determina una altura equivalente de suelo heq igual a 0.60 metros que genera un empuje lateral de 4.05 kN/m^2 distribuido de manera uniforme.

9.5 Empuje lateral activo sísmico

El consultor aplica el método Mononobe-Okabe aplicable al caso de estudio dadas las propiedades mecánicas del material retenido y el ángulo de inclinación del talud en la corona. Se propone una distribución triangular invertida cuya ubicación de la fuerza resultante se ubica a 2/3H medido desde la base. La distribución propuesta se considera apropiada.

9.6 Combinaciones de carga

Las combinaciones de carga se adoptan en base a los valores propuestos por la CCP14 considerando los casos de carga de peso propio y carga permanente, empuje lateral del suelo, empuje lateral por sobrecarga vehicular y empuje sísmico en las combinaciones de Resistencia I, Evento Extremo I y II y Servicio I empleando los valores máximos del coeficiente γp.

9.7 Verificación del diseño de pantallas ancladas

Se validan los resultados para el diseño a cortante unidireccional y bidireccional, resistencia a momento flector en las dos direcciones. A continuación, se presenta el resumen del diseño de las pantallas.

Tabla 8. Cuadro resumen de diseño a flexión de las pantallas de concreto.

Pantalla	f'c [Mpa]	tw [m]	M22 Ref Sup	M22 Ref Inf	M11 Ref Sup	M11 Ref Inf
Superior	28	0.3	1#5 C/0.15m	1#5 C/0.15m + 1#5 C/0.15m Zona de anclaje	1#5 C/0.20m	1#5 C/0.20m + 1#5 C/0.20m Zona de anclaje
Intermed	28	0.4	1#6 C/0.15m	1#6 C/0.15m + 1#5 C/0.15m Zona de anclaje	1#5 C/0.20m	1#5 C/0.20m + 1#5 C/0.20m Zona de anclaje
3Inferior	28	0.5	1#7 C/0.15m	1#7 C/0.15m + 1#6 C/0.15m Zona de anclaje	1#5 C/0.15m	1#5 C/0.15m + 1#5 C/0.15m Zona de anclaje

10 REVISION DOCUMENTAL

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
1	CARTOGRAFÍA BASE DIGITAL Y MODELADO 3D	1.1	Recopilación y análisis de la información secundaria	1. Informe técnico.	X	
		1.2	Ortomosaico fotografía aérea digital UAV	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales *(PDF, MXD, MPK)* e impresos de: - Ortomosaico fotografía aérea digital UAV *(TIFF)*	X	
		1.3	Levantamiento LIDAR	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales *(PDF, MXD, MPK)* e impresos de: - Levantamiento LIDAR	X	
				3. Anexo digital de nube de puntos LIDAR (LAS)	X	
		1.4	Levantamiento topográfico	1. Informe técnico	X	
				2. Plano topográfico escala 1:1000 (DWG, PDF).	X	
				3. Carteras topográficas (XISX, PDF)	X	
				4. Dos mojones de concreto ligado al sistema satelital de referencia.	X	
				5. Plano batimétrico con secciones transversales en planta y perfil indicando niveles de agua y estructuras hidráulicas presentes.	X	
2	GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	2.1	Caracterización Unidades Geológicas para Ingeniería y geología local	1. Informe técnico	X	

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
2	GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	2.1	Caracterización Unidades Geológicas para Ingeniería y geología local	2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Unidades Geológicas superficiales, escala 1:1.000.	X	
				3. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Geología estructural y Geología Local	X	
		2.2	Caracterización de Elementos Geomorfológicos	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Elementos Geomorfológicos, escala 1:1.000.	X	
				3. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Procesos morfodinámicos	X	
				4. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Pendientes	X	
3	EXPLORACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA	3.1	Ensayos para caracterización de muestras de suelos (humedad, granulometría, límites, compresión, peso unitario, cortes directos)	1. Informe técnico anexando registros y ensayos de campo	X	
				2. Informe técnico anexando registros fotográficos metro a metro de las muestras recuperadas.	X	
				3. Informe técnico anexando resultados de ensayos de laboratorio	X	
				4. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Puntos de exploración geotécnica directa, escala 1:1.000.	X	
		3.2	Ensayos de refracción sísmica para determinación de perfiles del suelo	1. Informe técnico	X	
				2. Planos digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de líneas de refracción sísmica, escala 1:1.000	X	

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
3	EXPLORACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA	3.3	Ensayo de MASW para detectar presencia de mantos de suelos duros o blandos en el perfil estratigráfico	1. Informe técnico	X	
				2. Planos digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de las Líneas de refracción sísmica, escala 1:1.000	X	
		3.4	Ensayo de tomografía eléctrica	1. Informe técnico	X	
				2. Planos digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de las Líneas de tomografía eléctrica, escala 1:1.000	X	
4	HIDROLOGÍA	4.1	Estudio Hidrológico y climatológico: delimitación y caracterización de cuencas, estimación estadística de crecientes para diferentes períodos de retorno	1. Informe técnico	X	
				2. Planos digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos	X	
				3. Anexo Récords (IDEAM, CDMB, etc.); datos hidroclimatológicos crudos	X	
				4. Anexo de tratamiento estadístico de datos hidroclimatológicos	X	
				5. Anexo de modelos hidrológicos	X	
5	ANALISIS DETALLADO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA	5.1	Caracterización, Zonificación y Modelación Geotécnica	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos	X	
		5.2	Determinación y Zonificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de zonificación de la amenaza por movimientos en masa, escala 1:1.000	X	
6	ANALISIS DETALLADO DE AMENAZA VULNERABILIDAD Y RIESGO POR INUNDACIÓN	6.1	Elaboración de Modelos hidráulicos bidimensionales de la red de drenaje superficial de agua limpia, para diferentes escenarios probabilísticos 1:1.000	1. Informe técnico	X	
				2.Anexo de modelos hidráulicos, profundidades y secciones.	X	

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
6	ANALISIS DETALLADO DE AMENAZA VULNERABILIDAD Y RIESGO POR INUNDACIÓN	6.2	Determinación y zonificación de la amenaza por inundaciones	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de zonificación de la amenaza por inundación, escala 1:1.000	X	
7	DISEÑO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	7.1	Diseño a nivel de ingeniería de detalle de obras de mitigación	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK, CAD) e impresos de localización de las obras de mitigación.	X	
				3. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK, CAD) e impresos Diseño Arquitectónico (Planta – Perfil).	X	
				4. Plano digital (CAD, PDF, MXD, MPK) que contenga Detalles de ingeniería (Planta – Perfil).	X	
				5. Especificaciones técnicas	X	
		7.2	Elaboración de presupuestos, especificaciones técnicas y lineamiento ambientales	1. Presupuesto de obras de mitigación (XLS, PDF)	X	
				2. Especificaciones técnicas y lineamientos ambientales (XLS, PDF)	X	
				3. Programaciones de obra con recursos	X	
				4. Informe técnico (incluir precios de mercado)	X	
8	IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD	8.1	Recolección, análisis e interpretación de los documentos de propiedad de las construcciones del área de estudio, diagnóstico predial y catastral.	1. Informe técnico	X	
				2. Formato de recolección de información relacionada a la viabilidad jurídica para la inclusión en procesos de regularización de la ocupación del territorio en zonas susceptibles a amenazas por remoción en masa, inundación o avenidas torrenciales	X	

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
8	IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD	8.1	Recolección, análisis e interpretación de los documentos de propiedad de las construcciones del área de estudio, diagnóstico predial y catastral.	3. Documentación anexa	X	
9	SOCIALIZACIÓN	9.1	Jornadas de socialización con la comunidad y la Alcaldía de Bucaramanga, para dar a conocer actividades de desarrollo y resultados obtenidos en el estudio	1. Informe técnico anexos de Actas de Reunión	X	
				2. Informe técnico anexos Registros Fotográficos	X	
10	PLANES DE GESTIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL	10.1	Plan de manejo Ambiental	1. Informe técnico	X	
		10.2	Plan de Manejo de Tránsito	1. Informe técnico	X	
		10.3	Plan de Gestión Social	1. Informe técnico	X	
		10.4	Plan de Manejo Forestal y arbóreo	1. Informe técnico	X	

11 CONCLUSIONES

La zonificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo presentada por el consultor se considera representativa de la condición del talud en cuestión. La descripción y evaluación de la vulnerabilidad de las viviendas representa la condición de las mismas ante posibles eventos de deslizamientos.

La mitigación del riesgo se aborda activamente desde la propuesta de obras para reducir el nivel de amenaza. Incluso para la condición en que los elementos expuestos no realicen ningún tipo de intervención, el riesgo se considera mitigado.

La propuesta del sistema de control de erosión flexible y permeable se considera apropiada con el objetivo de mantener las condiciones de drenaje natural a través de la cara del talud pero evitando con la malla y el manto el desprendimiento de material entre los ejes de los anclajes.

La alternativa de estabilización propuesta cuenta con el soporte técnico y la viabilidad económica para su ejecución.

Las obras de estabilización se entienden como todo un conjunto, por lo tanto, su eficiencia está condicionada a que la obra se ejecute en su totalidad, es decir, se requiere que tanto los anclajes como las obras de drenaje superficial y subsuperficial sean ejecutadas.

REVISION HIDROLÓGICA-HIDRÁULICA DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES MIRAMANGA, LA INDEPENDENCIA, GAITÁN PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PÚBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER.

SECTOR MIRAMANGA



BUCARAMANGA, SANTANDER

JULIO DE 2023

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 4
2. OBJETIVOS 5
2.1 OBJETIVO GENERAL 5
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 5
3. REVISIÓN HIDROLÓGICA 6
3.1 DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MICROCUENCAS 6
3.2 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE PRECIPITACIÓN 7
3.3 CURVAS INTENSIDAD DURACIÓN FRECUENCIA IDF 8
3.4 VOLUMENES DE ESCORRENTIA E INFILTRACION y CAUDALES 10
4. REVISIÓN HIDRÁULICA 12
4.1 DISEÑO DE OBRAS DE SUBDRENAJES 12
5. CONCLUSIONES 16

TABLA DE IMAGENES

Imagen 1. Ubicación del sitio de interés 6
Imagen 2. Estaciones hidrometeorológicas cercanas 7
Imagen 3. Ajuste de series de datos con Gumbel realizada por el consultor 8
Imagen 4. Curva IDF Bucaramanga IDEAM 9
Imagen 5. Hietograma de tormenta de diseño mostrada por el consultor 10
Imagen 6. Modelo de infiltración en el terreno presentado por el consultor 12
Imagen 7. Análisis perfil 1 con drenes de penetración mostrados por el consultor 13
Imagen 8. Análisis perfil 3 con drenes de penetración mostrados por el consultor 13
Imagen 9. Cálculo de separación de drenes perfil 1 mostrado por el consultor 14
Imagen 10. Cálculo de separación de drenes perfil 2 mostrado por el consultor 14
Imagen 11. Canal en concreto propuesto por el consultor para manejo de escorrentía superficial. 15

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Área de la hoya analizada 6
Tabla 2. Estación adyacente al proyecto adoptada por el consultor 7
Tabla 3. Precipitación máxima 24h en mm para TR por Gumbel realizada por el consultor 8
Tabla 4. Tiempos de retorno para diferentes tipos de obra INVIAS 10
Tabla 5. Cálculo de caudales mostrados por el consultor 11

INTRODUCCIÓN

Colombia es un país ubicado en la zona de confluencia intertropical (ZCIT) lo cual propicia la variabilidad climática que cambia en función de la temperatura del océano pacífico sur dando paso a un fenómeno conocido como ENSO cuya oscilación se manifiesta en años predominantemente secos (años El Niño), años predominantemente húmedos (años La Niña) y años neutrales debido al cambio de la dirección de los vientos Alisios.

El 2022 y 2023 han sido años marcados por la predominancia de eventos de lluvia la mayor parte del tiempo en el territorio colombiano sobre todo en la zona Andina. Las precipitaciones presentadas han sido detonantes de eventos como inestabilidad de taludes, inundaciones y flujo hiperconcentrado dando paso a avalanchas. Específicamente en la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana se presentaron eventos de precipitación de alta intensidad que compromete la integridad de zonas específicas.

Es necesario resaltar la importancia del adecuado manejo del agua en la zona generada por eventos de lluvia, siendo la hidrología la herramienta con la cual se estima la escorrentía máxima de una cuenca aportante sobre una zona específica donde se diseñará obras hidráulicas para un periodo de retorno definido con el fin de mitigar los posibles riesgos y amenazas.

Para poder evaluar la cantidad de agua a ser manejada es necesario efectuar un estudio hidrológico de las cuencas que drenan hacia los tramos dicha zona. En este documento se presentan los cálculos y el procedimiento para estimar la cantidad de agua que pasará sobre el área del proyecto en eventos extremos de lluvia y los caudales de diseño para las obras hidráulicas que den lugar.

Para llevar a cabo este análisis es necesario analizar los datos de precipitación para la determinación de curvas Intensidad-Frecuencia-Duración, calculadas con base a las precipitaciones máximas en 24 horas. Para los parámetros hidrológicos e hidráulicos necesarios se deben tener en cuenta las normas del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básicos “RAS” 2000, como el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS.

El presente documento supone una exhaustiva revisión de los parámetros técnicos de referencia para el proyecto hidrológico e hidráulico correspondiente al sector llamado Miramanga.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la revisión de los diseños hidrológicos e hidráulicos correspondientes de las obras propuestas de acuerdo a los apartados técnicos contratados y el compendio normativo vigente.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar la revisión de la delimitación y caracterización de microcuencas.
- Revisar el análisis estadístico de información histórica de precipitaciones en la zona.
- Revisar los criterios de obtención de las curvas IDF y las lluvias de diseño (Hietogramas) a partir de ellas.
- Revisar los volúmenes de escorrentía e infiltración de acuerdo con el modelo lluvia escorrentía adoptado.
- Revisión del diseño de obras de manejo de caudales para posterior chequeo de estabilidad con obras propuestas.

3. REVISIÓN HIDROLÓGICA

3.1 DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MICROCUENCAS

El proyecto se ubica en el municipio de Bucaramanga en el departamento de Santander y pretende cubrir la necesidad de generar obras de mitigación para eventos de inundación, remoción en masa y socavación en el sector de Miramanga en la comuna 14 al nororiente del municipio.



Imagen 1. Ubicación del sitio de interés

En el estudio el consultor establece los parámetros espaciales correspondientes a la delimitación de una hoya hidrológica parcialmente urbana. Son verificados los tiempos de concentración que tienen que ver con parámetros espaciales como pendientes y longitudes. Las características morfométricas no se consideran relevante por cuanto la mayor parte de la hoya se encuentra en zona urbanizada. El tiempo de concentración estimado por los diferentes métodos enunciados en el Manual de Drenaje de Carreteras INVIAS 2009 permite apreciar el patrón del comportamiento del drenado y tiempo que tarda en evacuar la hoya todo el caudal captado por eventos de lluvia.

NOMBRE	ÁREA DE INFLUENCIA (Km^2)
Área 1	0.062388

Tabla 1. Área de la hoya analizada

De acuerdo al reconocimiento del área realizado por parte del consultor, es lógico entender que se podrán asumir métodos directos de obtención de escorrentía tal como lo permite el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS en donde indica que el método racional de diseño es recomendable para hoyas hidrográficas de superficies inferiores a 2,5 km^2.

3.2 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE PRECIPITACIÓN

En el estudio presentado por el consultor se hace uso de la información histórica de precipitación correspondiente de las estaciones hidrológicas en la zona, específicamente de la estación Bucaramanga IDEAM ubicada en zona urbana de la ciudad siendo de tipo pluviométrica y estando activa desde su instalación en 1972.

La información se presume extraída de la página oficial del IDEAM y se desarrolla un tratamiento de datos para determinar la fiabilidad de las series encontrando datos particularmente altos o particularmente bajos (outliers). De igual manera, se genera un análisis de llenado de datos faltantes y prueba de bondad de ajuste para las series estudiadas.



Imagen 2. Estaciones hidrometeorológicas cercanas

Nombre	Código	Tipo	Estado	Operada	Departamento	Municipio	Fecha de instalación
Bucaramanga IDEAM	38015030	Pluviométrica	Activa	IDEAM	Santander	Bucaramanga	14/06/1972

Tabla 2. Estación adyacente al proyecto adoptada por el consultor

Los estudios hidrológicos requieren análisis estadísticos de valores extremos (máximos o mínimos) como anteriormente mencionado. Para el caso del presente estudio, para la determinación de estos el consultor utilizó la distribución de Gumbel tipo I.

El cálculo de la probabilidad de ocurrencia fue realizado mediante el software HidroEsta que se alimenta con los datos de precipitación máxima en 24 horas. Inicialmente el programa verifica la bondad de ajuste escogida (Gumbel) y determina su confiabilidad de acuerdo con el número de datos y valores.

Una vez realizada la prueba de bondad de ajuste se inserta, en una nota, el delta (paso) teórico y se repite el procedimiento cambiando el periodo de retorno y los datos de acuerdo con la estación analizada.

De acuerdo con la estimación, los valores de precipitación máximos para los diferentes periodos de retorno son presentadas en la tabla de precipitación máxima en 24 horas y se muestran los análisis estadísticos realizados con el software anteriormente mencionado.

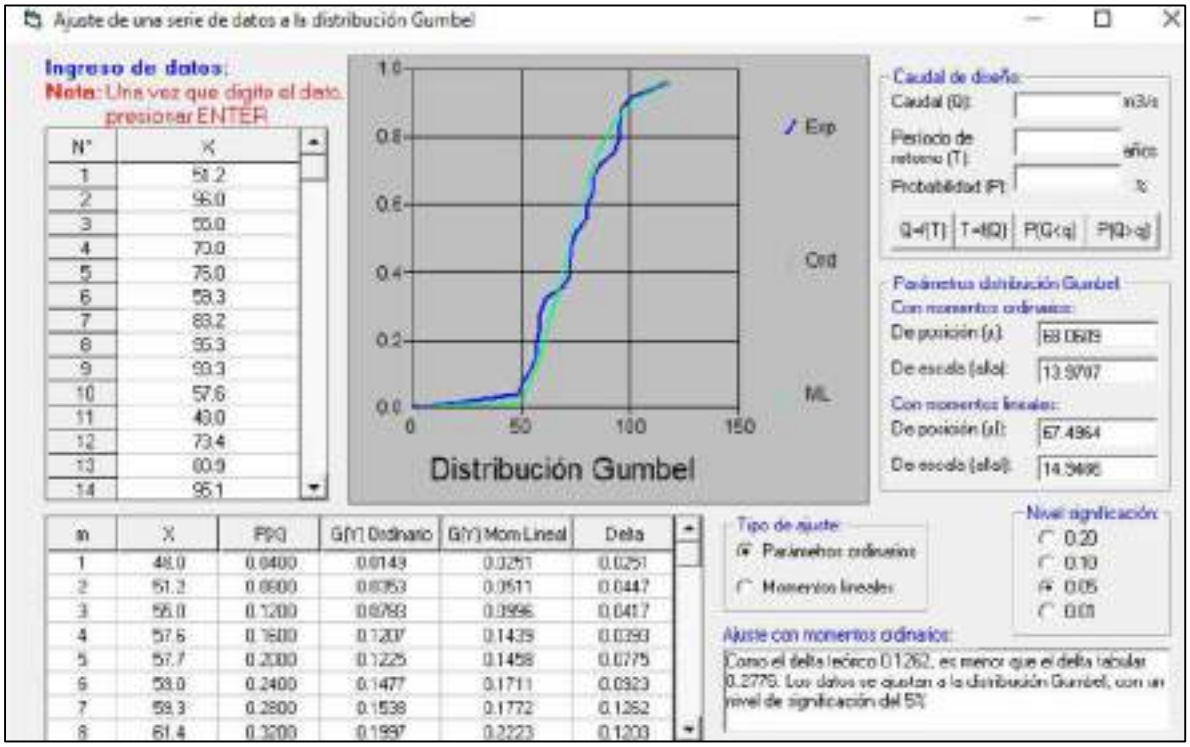


Imagen 3. Ajuste de series de datos con Gumbel realizada por el consultor

Estación	Tr 10 años	Tr 25 años	Tr 50 años	Tr 100 años	Tr 500 años
Bucaramanga IDEAM	104.5	120.1	131.7	143.3	169.9

Tabla 3. Precipitación máxima 24h en mm para TR por Gumbel realizada por el consultor

3.3 CURVAS INTENSIDAD DURACIÓN FRECUENCIA IDF

Una vez revisado el tratamiento de datos de las series de lluvia de la estación escogida para la caracterización climática, se presentan las curvas IDF las cuales representan la probabilidad de ocurrencia de las precipitaciones intensas caracterizándose mediante períodos de retorno obtenidos a partir de la inversa de

la frecuencia acumulada. Se adoptan los periodos de retorno: 2, 3, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años.

El consultor utiliza la metodología estandarizada mostrada en el Manual de Drenaje para Carreteras con parámetros de ajuste de regresión regionalizados en Colombia, en dicho procedimiento se escogen parámetros de sectorización para cada región del territorio al igual que la precipitación máxima promedio anual en 24 horas a nivel multianual. Los parámetros de ajuste de la regresión se adoptan, por parte del consultor, para la región Andina a la cual corresponde la ciudad de Bucaramanga.

Teniendo en cuenta la variación de la intensidad de la lluvia respecto a la duración de la tormenta se lleva a cabo el desarrollo de las curvas y se muestran en la siguiente imagen.

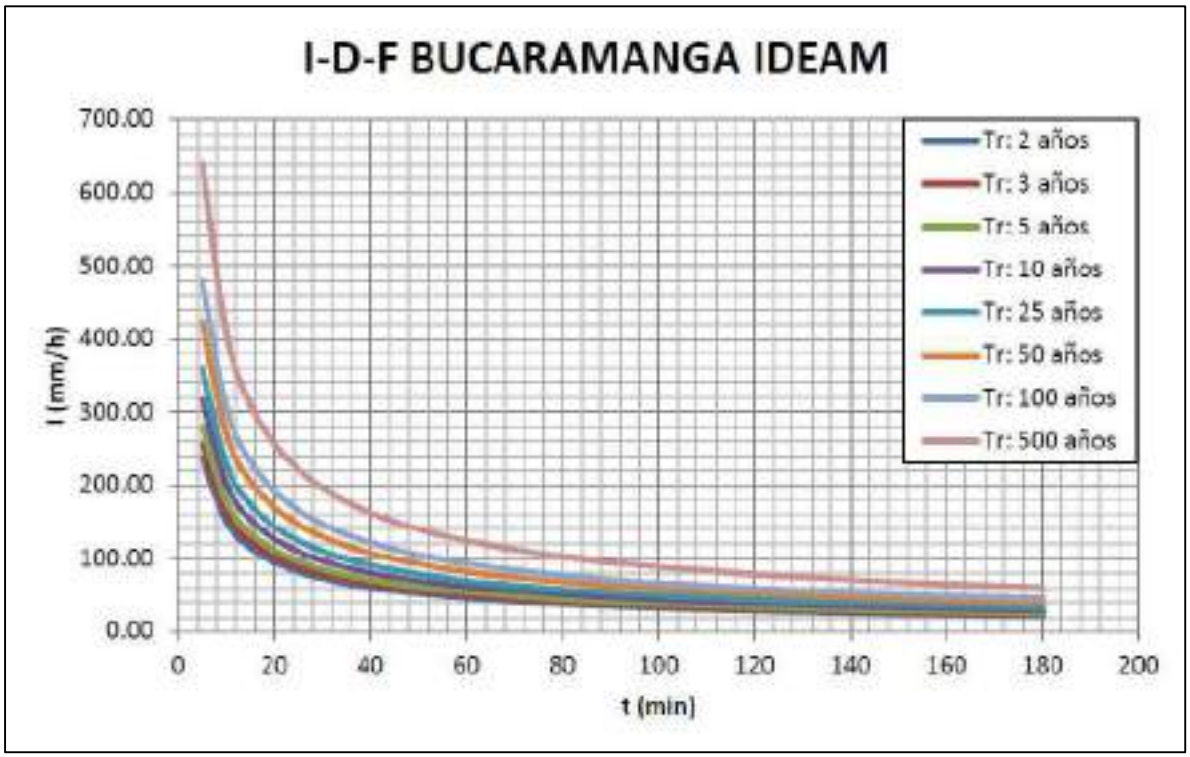


Imagen 4. Curva IDF Bucaramanga IDEAM

Se revisan los hietogramas utilizados para la obtención del modelo hidrológico de lluvia escorrentía adoptado. Los cálculos son representados gráficamente y se presume que fueron desarrollados mediante el método de los bloques alternos. Se resalta la importante de su obtención y se observan valores típicos esperados.



Imagen 5. Hietograma de tormenta de diseño mostrada por el consultor

3.4 VOLUMENES DE ESCORRENTIA E INFILTRACION y CAUDALES

Es adoptado un modelo de lluvia escorrentía mediante método directo conocido como método racional de diseño. El método racional es uno de los métodos de mayor aplicación para el cálculo de caudales extremos en cuencas pequeñas, está basado en el concepto de que, si una lluvia de intensidad I comienza instantáneamente y continúa indefinidamente, la tasa de escorrentía aumentará hasta que se alcance el tiempo de concentración Tc, tiempo en el cual toda la cuenca está contribuyendo al flujo de salida en el cierre.

Tipo de Obra	Tiempo de retorno (años)
Cunetas	5
Zanjas de coronación	10
Estructuras de caída	10
Alcantarillas de 0.90m de diámetro	10
Alcantarillas mayores a 0.9m de diámetro	20
Puentes menores (luz menor a 10m)	25
Puentes de luz mayor o igual a 10m y menor a 50m	50
Puentes de luz mayor o igual a 50m	100
Drenaje subsuperficial	2

Tabla 4. Tiempos de retorno para diferentes tipos de obra INVIAS

En el presente estudio, el consultor estima los caudales para cada uno de los periodos de retorno y escoge el de 10 años para el diseño de las estructuras de drenaje tal y como lo recomienda el Manual. El valor adimensional C que indica la capacidad de infiltración del suelo es adoptado como 0.50 al ser una zona parcialmente residencial con casas multifamiliares separadas como se propone en la tabla 2.9. del Manual de Drenaje para Carreteras.

NOMBRE	ÁREA DE INFLUENCIA (Km^2)	TC (min)	Intensidad (mm/hr)	C	Q (m^3/s)	Q (LPS)
Área 1 Tr 10	0.062388	15.00	129.47	0.5	1.12	1122.72

Tabla 5. Cálculo de caudales mostrados por el consultor

El valor del caudal para el manejo de agua es de 1.12 m3/s para una intensidad de 129.47 mm/h y un tiempo de concentración de 15 minutos. Se resalta que el tiempo de concentración para hoyas de menor tamaño de debe limitar a 15 minutos cuando este sea menor de acuerdo a los cálculos.

4. REVISIÓN HIDRÁULICA

4.1 DISEÑO DE OBRAS DE SUBDRENAJES

Para analizar el comportamiento del área en estudio frente a diferentes tipos de lluvia, la influencia de las lluvias sobre el nivel freático y la capacidad de infiltración de los materiales presentes en la zona, el consultor realizó un modelo de infiltraciones y régimen de flujo con el software SLIDE.

Este análisis tiene como objetivo identificar la afectación que presenta la ladera ante una precipitación, confirmar que las lluvias son un factor detonante a los deslizamientos presentados en la zona y determinar las obras de subdrenaje mínimas requeridas para mitigar las amenazas.

Para el desarrollo del análisis el consultor selecciona los adecuados coeficientes de permeabilidad, la cual se define como la capacidad que tiene un material de permitirle a un flujo que lo atraviese sin alterar su estructura interna.

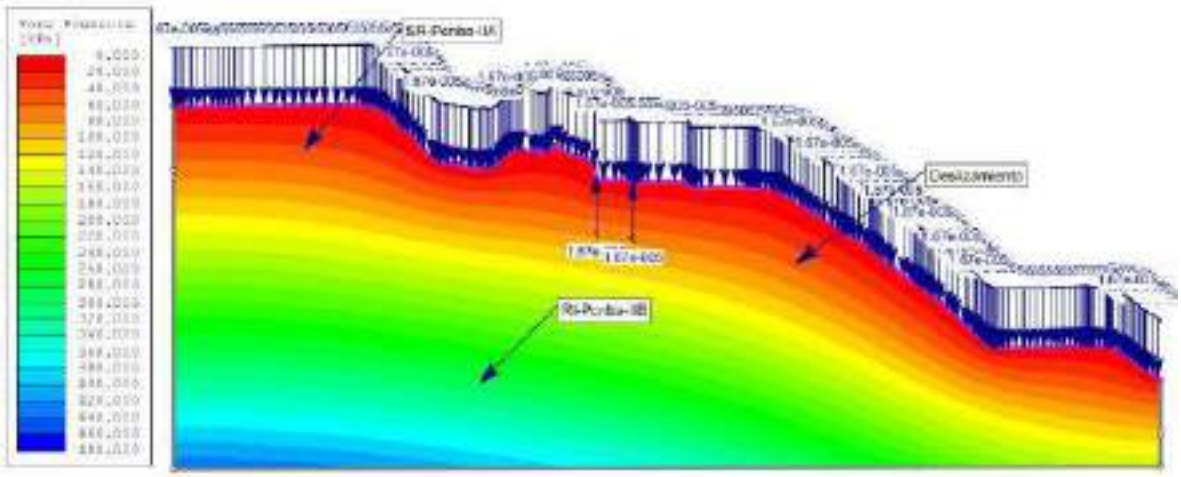


Imagen 6. Modelo de infiltración en el terreno presentado por el consultor

A partir del análisis realizado y con el fin de establecer una mitigación objetiva de la influencia de las presiones de poros en la resistencia de los suelos del talud, el consultor propone construir drenes horizontales.

Para determinar el número de filas y la separación de los drenes horizontalmente el consultor realizó el análisis de infiltración con la implementación de dichos sistemas de abatimiento de caudales de infiltración.

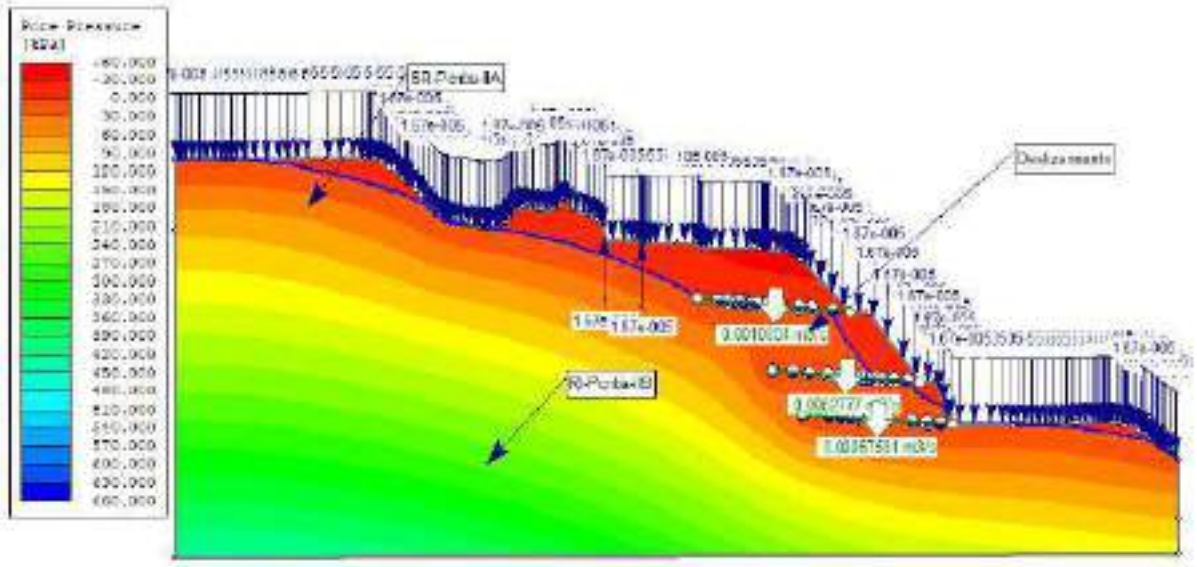


Imagen 7. Análisis perfil 1 con drenes de penetración mostrados por el consultor

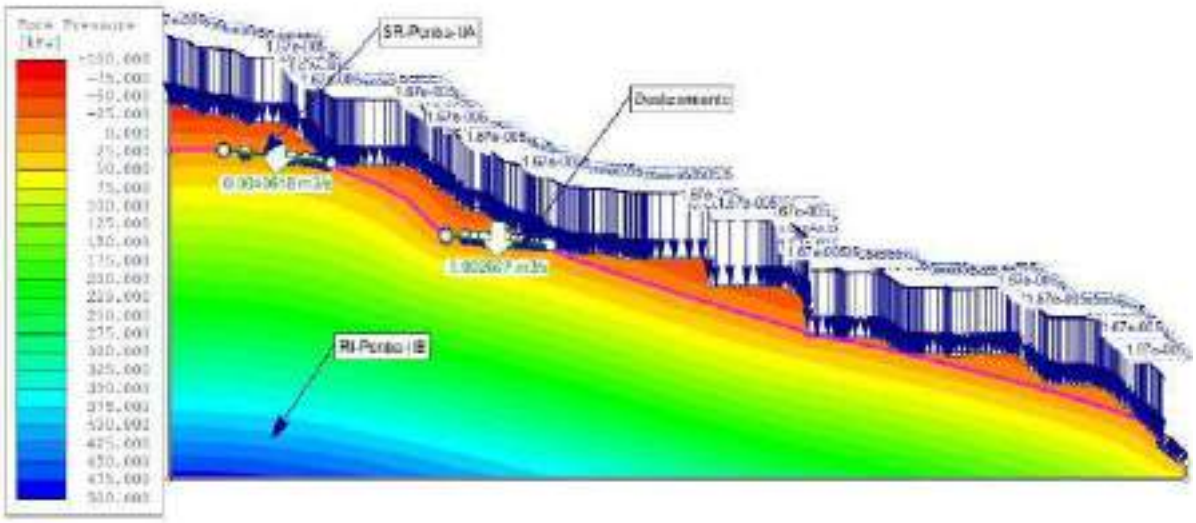


Imagen 8. Análisis perfil 3 con drenes de penetración mostrados por el consultor

El consultor muestra el cálculo de la separación horizontal de los drenes de penetración para el alivio del nivel freático. Se estima, por parte del mismo, el caudal total captado por los drenes por metro lineal y lo compara con la capacidad total de un dren de 2 pulgadas de diámetro en PVC con una pendiente de 5%. Adopta un factor de seguridad de 2.0.

Qmax DREN	0.036	m3/s
F.S.	2.0	
Qamd DREN	0.018	m3/s
Numero de Filas	3.0	
Q Fila 1	1.00E-03	m3/s
Q Fila 2	5.28E-03	m3/s
Q Fila 3	6.76E-04	m3/s
Qsolicitado Total	6.95E-03	m3/s
Separacion Minima	8.0	m

Imagen 9. Cálculo de separación de drenes perfil 1 mostrado por el consultor.

El consultor recomienda tres filas de drenes de penetración con diámetro 2 pulgadas en PVC y 20 metros de longitud cada 8 metros horizontales para el perfil número uno (01).

Qmax DREN	0.036	m3/s
F.S.	2.0	
Qamd DREN	0.018	m3/s
Numero de Filas	2.0	
Q Fila 1	4.06E-03	m3/s
Q Fila 2	2.61E-03	m3/s
Qsolicitado Total	6.67E-03	m3/s
Separacion Minima	6.0	m

Imagen 10. Cálculo de separación de drenes perfil 2 mostrado por el consultor.

El consultor recomienda dos filas de drenes de penetración con diámetro 2 pulgadas en PVC y 20 metros de longitud cada 6 metros horizontales para el perfil número cuatro (04).

Para el manejo complementario de los caudales de escorrentía superficial el consultor recomienda construir un canal en la base del talud de configuración trapezoidal en concreto reforzado de 0.30 m de base menor, 0.80 m de base mayor y 0.50 m de altura como se observa en la figura. El consultor chequea su eficiencia hidráulica cumpliendo con la carga de caudal al que será sometida la estructura.

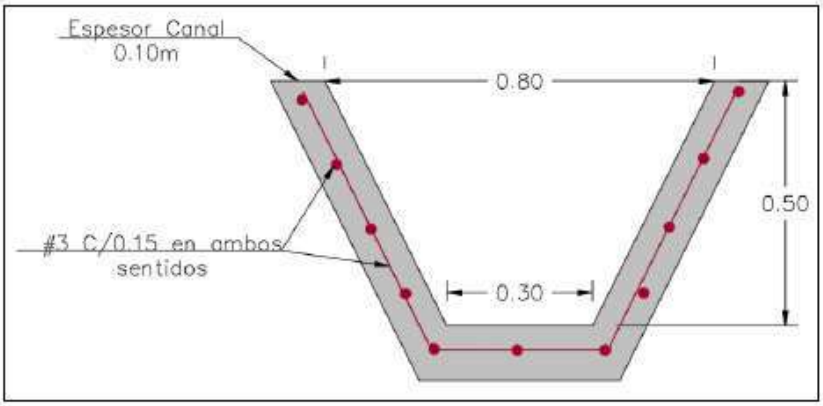


Imagen 11. Canal en concreto propuesto por el consultor para manejo de escorrentía superficial.

5. CONCLUSIONES

- Se realiza la revisión de los estudios hidrológicos, hidráulicos y de socavación de acuerdo con los parámetros normativos vigentes consignados en el Manual de Drenaje para Carreteras INVIAS y RAS 2017.

- Se encuentra una delimitación y caracterización de microcuencas realizada por el consultor como paso inicial para el procedimiento de cálculo, en este caso, para manejo de agua y niveles freáticos de ladera.

- El consultor recopila información hidrológica de precipitación de las estaciones hidrometeorológico de la red dispuesta por el IDEAM y realiza el tratamiento de datos con los procedimientos estadístico necesarios para tal fin.

- El consultor hace referencia a curvas IDF estimadas para periodos de retorno de 2.33, 5, 10, 25, 50, 100, 300 y 500 años de acuerdo a los parámetros técnicos dispuestos para el proyecto.

- Se propone por parte del consultor el uso de un modelo directo lluvia escorrentía conocido como método racional de diseño.

- El consultor muestra la modelación del escenario de estabilidad con el abatimiento del nivel freático mediante drenes de penetración de 2 pulgadas de diámetro en PVC de 20 metros a 5% de pendiente. El consultor muestra los cálculos de eficiencia hidráulica de los drenes.

- El consultor propone un canal de recepción de caudal de escorrentía superficial al pie de ladera en los tres perfiles en estudio chequeando su eficiencia hidráulica y confirmando su funcionalidad para la carga de caudal al que sería sometido.

ESTUDIO Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES MIRAMANGA, LA INDEPENDENCIA, GAITÁN PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PUBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER.

SECTOR MIRAMANGA

PARA: **MUNICIPIO DE BUCARAMANGA.**

FECHA: 07 DE JULIO DE 2023

ASUNTO: TOMO II – DISEÑOS DE OBRAS DE MITIGACIÓN

P	07-07-2023	EMISIÓN PARA COMENTARIOS	M.S	M.S	M.S
REVISIÓN	**FECHA DE REVISIÓN**	**DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN**	**PREPARÓ**	**APROBÓ**	**AUTORIZÓ**

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 18
2. OBJETIVOS 19
2.1 OBJETIVO GENERAL 19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 19
3. HIDROLOGÍA 20
3.1 GENERALIDADES 20
3.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 20
3.3 FASE HIDROLÓGICA 21
3.3.1 Área aferente (área hidrográfica) y sus características físicas 22
3.3.2 Características climáticas 23
3.3.3 Cálculo de caudales 34
4. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 37
4.1 GEOLOGÍA 37
4.1.1 Geología Regional 37
4.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 40
4.2.1 Falla de Bucaramanga – Santa Marta 43
4.2.2 Falla de Suarez 44
4.3 UNIDADES GEOLÓGICAS PARA INGENIERÍA (LOCAL) 44
4.3.1 Factores considerados para caracterizar las unidades geológicas superficiales (UGS) 45
4.3.2 Barrio Miramanga 46
4.4 GEOMORFOLOGÍA 54
4.4.1 Metodología 54
4.4.2 Geomorfología de la zona de estudio según (SGC) 54
4.5 UNIDADES Y SUBUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO 60
4.5.1 Geoformas de Origen Denutativo (D) 60

4.5.2 Geoformas de Origen Antrópico (A) 63

5. DIAGNOSTICO DE LOS PROBLEMAS IDENTIFICADOS 66

5.1 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL DESLIZAMIENTO DEL BARRIO MIRAMANGA 70

6. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO PARA ESTABILIDAD DE TALUDES 81

6.1 DEFINICIÓN DE CONTACTOS LITOLOGÍAS 81

6.2 NIVELES FREÁTICOS 81

6.3 PERFILES GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO 81

7. EVALUACIÓN DE AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA Y DISEÑOS DE OBRAS DE MITIGACIÓN 85

7.1 PARÁMETROS SÍSMICOS 85

7.1.1 Caracterización geomecánica de los suelos 85

7.1.2 Efectos locales 86

7.1.3 Parámetros para análisis seudo estático de taludes 87

7.2 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA 88

7.2.2 Caracterización geomecánica de los suelos 91

7.2.3 Calibración de parámetros de resistencia - back analysis o retro calculo. 93

7.3 METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA 95

7.3.1 Factores condicionantes 97

7.3.2 Factores detonantes 97

7.3.3 Escenarios de amenaza 98

7.4 ZONIFICACIÓN DETALLADA DE LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA 99

7.4.1 Evaluación de la amenaza bajo condiciones actuales 101

7.4.2 Resultados de la evaluación de la amenaza por movimientos en masa 103

7.5 ZONIFICACION DE LA AMENAZA 105

7.6 EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD 108

7.6.1 Factores para determinar la vulnerabilidad 108

7.6.2 Análisis de la vulnerabilidad 109

7.6.3 Resultados de la Vulnerabilidad 112

7.7 EVALUACIÓN DE RIESGO 114

7.7.1 Resultados de la evaluación del riesgo 115

7.8 PLANTEAMINTO, ANALISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACION 118

7.8.1 Medidas estructurales 118

7.8.2 Medidas No estructurales 118

7.9 ALTERNATIVAS DE OBRAS DE MITIGACIÓN 119

7.10 DISEÑO DE LAS OBRAS DE ESTABILIZACIÓN 124

7.10.1 Cálculo de la fuerza estabilizadora 126

7.10.2 Diseño de pilotes para estabilización 132

7.11 RESISTENCIA NOMINAL HORIZONTAL DE PILOTES Y GRUPOS DE PILOTES 138

7.11.1 Descripción General del Método de Análisis 139

7.11.2 Solicitaciones sobre los pilotes 142

7.11.3 Resultados de Análisis de Interacción Inercial Suelo-Pilote Ante Cargas Laterales - Resistencia nominal horizontal de grupos de pilotes 144

7.11.4 Diseño de los anclajes pretensionados 146

7.11.5 Cálculo de la capacidad de soporte del dado de tensionamiento 153

7.11.6 Análisis de deformaciones muro anclado sector perfil 1 157

7.11.7 Diseño de protección contra la erosión taludes superiores del perfil 4 161

7.11.8 Diseño de obras de subdrenaje 168

7.11.9 Manejo de la escorrentía 173

7.11.10 Análisis de estabilidad global con obras 174

7.12 DISEÑO DE LA ZAPATA 179

8. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL VIGA CABEZAL SOBRE PILOTES Y PANTALLA ANCLADA 181

8.1 DATOS DE DISEÑO 181

8.1.1 Documentos de referencia 181

8.1.2 Parámetros de Diseño 181

8.1.3 Materiales 182
8.2 DEFINICIÓN DE CARGAS 182
8.2.1 Definición de cargas sobre la pantalla anclada 182
8.2.2 Descripción General 182
8.2.3 Tipología 183
8.2.4 Evaluación de cargas 184
8.2.5 Definición de cargas sobre viga cabezal sobre pilotes 192
8.2.6 Descripción general 192
8.3 ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL 196
8.3.1 Análisis y diseño estructural de pantalla anclada 196
8.3.2 Análisis y diseño estructural viga cabezal y pilotes 224
8.3.3 Análisis y diseño 225
9. PLANES DE GESTIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL 240
9.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 240
9.1.1 Normatividad ambiental aplicable 240
9.1.2 Descripción de actividades 245
9.1.3 Definición del área de influencia 246
9.1.4 Área de influencia directa 246
9.1.5 Área de influencia indirecta 246
9.1.6 Caracterización ambiental del área de influencia directa 247
9.1.7 Evaluación ambiental 253
9.1.8 Programas de manejo ambiental 261
9.2 PLAN DE MANEJO DE TRANSITO 288
9.2.1 Tipo de obra 288
9.2.2 Tiempo de Ejecución 288
9.2.3 Equipo a emplear 289
9.2.4 Características de la zona de influencia 289
9.2.5 Plan específico de manejo de trafico 297
9.2.6 Señalización y adecuaciones temporales 299

9.2.7 Información y divulgación del plan 311
9.2.8 Control y seguimiento de la puesta en marcha del pmt 311
9.2.9 Seguridad vial 312
9.3 PLAN DE GESTIÓN SOCIAL 315
9.3.1 Alcance 316
9.3.2 Objetivos 316
9.3.3 Marco legal 316
9.3.4 Perfil profesional 318
9.3.5 Preliminares de obra 319
9.3.6 Reuniones con la comunidad 322
9.3.7 Interferencias presentadas durante la obra 324
9.3.8 Actividades a realizar durante la ejecución de las obras 325
9.3.9 Actividad de entrega de obra a la comunidad 328
9.3.10 Presentación de informes 331
9.3.11 Informes preliminares 331
9.3.12 Matriz de impactos generados durante la obra 331
9.3.13 Cronograma de actividades 331
9.3.14 Censos de inmuebles 331
9.3.15 Informes mensuales 332
9.3.16 Informe final 332
9.3.17 Valla informativa 333
9.3.18 Cuñas radiales 333
9.3.19 Contratación mano de obra 333
9.4 PLAN DE MANEJO FORESTAL Y ARBOLEO 335
10. SOCIALIZACIÓN 338
10.1 METODOLOGÍA 338
10.1.1 Convocatoria a la socialización de inicio 338
10.1.2 Desarrollo de la socialización 339
10.2 TIEMPO DE EJECUCIÓN 340

10.3 ASISTENCIA 340
11. PRESUPUESTO DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN 341
11.1 SECTOR 1 – OBRAS DE MITIGACION DE INTERVENCION INMEDIATA .. 341
11.2 SECTOR 2 – OBRAS DE MITIGACION PARA EL CUERPO DEL DESLIZAMIENTO 344
11.3 SECTOR 3 – OBRAS DE MITIGACION PARA LA ZONA NOR-ORIENTAL . 347
11.4 PRIORIZACIÓN DE LAS INTERVENCIONES 350
12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 351
12.1 DIAGNOSTICO DE LOS PROBLEMAS IDENTIFICADOS 351
12.2 EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LAS CONDICIONES ACTUALES. 353
12.3 OBRAS DE MITIGACIÓN 354
12.4 OBRAS DE SUBDRENAJE 354
12.5 MANEJO DE LA EROSIÓN 354
12.6 MANEJO DE LA ESCORRENTÍA 355
12.7 PROCEDIMIENTO PARA LA EXCAVACIÓN MANUAL DE PILAS Y/O CAISSON (DIÁMETRO 2.0 METROS) 355
12.8 RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS PILOTES 357
12.9 RECOMENDACIONES GENERALES 358
12.10 RECOMENDACIONES PARA LA OCUPACION DEL TERRITORIO 359
12.11 LIMITACIONES 361
12.12 FIRMA DEL ESPECIALISTA 361

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Ubicación del sector 21
Figura 2. Área aferente 22
Figura 3. Ubicación de estaciones climatológicas adyacentes al proyecto 24
Figura 4. Software de aplicación de las fórmulas explicadas a usar 26
Figura 5. Verificación de bondad de ajuste para datos de la estación Bucaramanga IDEAM 27
Figura 6. Ajuste de probabilidad Gumbel estación Bucaramanga IDEAM 27
Figura 7. Regiones de Colombia para definición de parámetros a, b, c y d 30
Figura 8. Curvas IDF para la estación Bucaramanga IDEAM 31
Figura 9. Hietograma de tormenta de diseño, estación Bucaramanga IDEAM 34
Figura 10. Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional 36
Figura 11. Localización zona de estudio Barrio Miramanga (Cuadro rojo) en la plancha Geología del Departamento de Santander. 37
Figura 12. Localización de la zona de estudio Barrio Miramanga (Señalado en rojo), en el mapa geológico de la zonificación sismo geotectónica del área metropolitana de Bucaramanga. Fuente: Tomado y modificado de INGEOMINAS,2001. 38
Figura 13. Esquema tectónico departamento de Santander, la zona de estudio esta demarcada en rojo. Fuente: Tomado y modificado de memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001)..... 41
Figura 14. Esquema tectónico departamento de Santander, la zona de estudio esta demarcada en rojo. Fuente: Tomado y modificado de memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001)..... 42
Figura 15. Mapas de Unidades Geológicas para Ingeniería área de estudio Barrio Miramanga. Fuente: Este estudio, 2023 53
Figura 16. Esquema de Jerarquización geomorfológica. Fuente: Tomado y Modificado de Velásquez (1999), Carvajal (2002-2008)..... 55
Figura 17. Localización zona estudio en el mapa Geomorfo estructural de Colombia. Fuente: Tomado y Modificado de Mendivelso (2009)..... 56
Figura 18. Localización zona estudio en el mapa de Provincias de Colombia. Fuente: Tomado y Modificado de Mendivelso (2009)..... 57
Figura 19. Unidades Geomorfológicas para la zona de estudio Barrio Miramanga. 65
Figura 20. Foto aérea de la comuna 14 y el sector de Miramanga – Fuente: vuelos FAL -320 F-02 552 a 556 a escala 1:9100 del año 1993..... 70
Figura 21. Foto aérea de la comuna 14 y el sector de Miramanga – Fuente: Google Earth - 2002..... 71
Figura 22. Evidencias del deslizamiento del año 2006 – Fuente: Geotecnología S.A.S 72
Figura 23. Evidencias del deslizamiento del año 2006 – Fuente: Geotecnología S.A.S 72
Figura 24. Foto aérea de la comuna 14 y el sector de Miramanga – año 2009 73

Figura 25. Foto aérea de la comuna 14 y el sector de Miramanga – Fuente: Google Earth - 2011 74
Figura 26. Evidencias del deslizamiento del año 2010 – Fuente: Geotecnología S.A.S 75
Figura 27. Evidencias del deslizamiento del año 2010 – Fuente: Geotecnología S.A.S 75
Figura 28. Evidencias del deslizamiento del año 2010 – Fuente: Geotecnología S.A.S 76
Figura 29. Evidencias del deslizamiento del año 2010 – Fuente: Geotecnología S.A.S 76
Figura 30. Foto aérea de la comuna 14 y el sector de Miramanga – Fuente: Google Earth - 2014 77
Figura 31. Foto aérea de la comuna 14 y el sector de Miramanga – Fuente: Google Earth - 2014 78
Figura 32. Foto aérea de la comuna 14 y el sector de Miramanga – Fuente: Consorcio estudios AVR-C14 - 2022 79
Figura 33. Foto aérea de la comuna 14 y el sector de Miramanga – Fuente: Consorcio Estudios Bucaramanga - 2023 80
Figura 34. Localización de perfiles 82
Figura 35. Perfiles Geológico – Geotécnico 1 82
Figura 36. Perfiles Geológico – Geotécnico 2 83
Figura 37. Perfiles Geológico – Geotécnico 3 83
Figura 38. Perfiles Geológico – Geotécnico 4 84
Figura 39. Caracterización del perfil del suelo 90
Figura 40. Calibración parámetros de resistencia con retro cálculo. 95
Figura 41. Metodología para la evaluación de la amenaza por movimientos en masa. 96
Figura 42. Mapa de amenaza barrio Miramanga condición estática saturada. 106
Figura 43. Mapa de amenaza barrio Miramanga condición Seudo estático -saturada. 107
Figura 45.Mapa de vulnerabilidad ante fenómenos de remoción en masa. 113
Figura 46. Mapa de riesgo por movimiento en masa. 116
Figura 46. Métodos para estabilización de taludes Fuente: Briaud, J.-L. (2013). Geotechnical engineering: Unsaturated and saturated soils. 119
Figura 47. Obras de mitigación recomendadas 125
Figura 48. Obras de mitigación recomendadas 125
Figura 49. Análisis de estabilidad requerido para determinar la resistencia del refuerzo. 127
Figura 50. Análisis estático para cálculo de fuerza pasiva Perfil 1. 128
Figura 51. Análisis dinámico para cálculo de fuerza pasiva Perfil 1. 129
Figura 52. Análisis estático para cálculo de fuerza pasiva Perfil 4. 130
Figura 53. Análisis dinámico para cálculo de fuerza pasiva Perfil 4. 131
Figura 54. Esquema cuña de falla. (a) vista superior de la falla considerando el efecto arco. (b) vista lateral de la cuña de falla. 132

Figura 55. Interacción entre tensiones de arcos contiguos. 133
Figura 56. Diagrama de presiones totales – Pantalla de pilotes (Espesor de suelo deslizado de 12.0 metros)..... 135
Figura 57. Valores recomendados del módulo K (rigidez) utilizados para la construcción de las curvas P-Y..... 140
Figura 58. Geometría utilizada en el modelo numérico 141
Figura 59. . Parámetros geotécnicos utilizados en el modelo numérico 142
Figura 60. Empujes laterales sobre pilotes según NAVFAC 143
Figura 61. Empujes laterales sobre pilotes según NAVFAC 144
Figura 62. Diagramas de desplazamiento, cortante y momento, sentido Y – envolvente máxima..... 145
Figura 63. Nomenclatura de los muros anclados y lineamientos para longitud empotrada de los anclajes. CCP14..... 146
Figura 64. Valores de α para relación (L/B). 156
Figura 65. Modelo típico para el análisis de deformaciones con las obras proyectadas (sector perfil 1). 157
Figura 66. Modelo de deformaciones con las obras proyectadas (sector perfil 1). 157
Figura 67. Diagrama de momentos muro anclado superior (sector perfil 1). 158
Figura 68. Diagrama de momentos muro anclado superior (sector perfil 1). 158
Figura 69. Diagrama de momentos muro anclado intermedio (sector perfil 1). 159
Figura 70. Diagrama de momentos muro anclado intermedio (sector perfil 1). 159
Figura 71. Diagrama de momentos muro anclado intermedio (sector perfil 1). 160
Figura 72. Diagrama de momentos muro anclado intermedio (sector perfil 1). 160
Figura 73. Bloque de suelo determinado por la superficie inestable y la localización de los anclajes. Fuente: MacRO 1 Design approach- Hand calculation EN -R2.... 162
Figura 74. Descomposición de la fuerza resultante en dirección de la fuerza por punzonamiento. Fuente: MacRO 1 Design approach- Hand calculation EN -R2... 162
Figura 75. Parámetros a considerar. Fuente: Estudio y análisis de las membranas flexibles como elemento de soporte para la estabilización de taludes y laderas de suelos y/o materiales sueltos, Daniel Casto 2000. 164
Figura 76. Detalle anclaje del revestimiento contra la erosión..... 168
Figura 77. Modelo de infiltración al realizar el corte del terreno y al presentarse una lluvia intensa..... 170
Figura 78. Detalle de los caudales de los drenes proyectados (Perfil 1). 171
Figura 79. Detalle de los caudales de los drenes proyectados (Perfil 4). 172
Figura 80. Canal trapezoidal en la base del talud. 173
Figura 81. Análisis de estabilidad estático con obras – Perfil 1. 174
Figura 82. Análisis de estabilidad seudoestático con obras – Perfil 1. 175
Figura 83. Análisis de estabilidad estático con obras – Perfil 4. 176
Figura 84. Análisis de estabilidad seudoestático con obras – Perfil 4. 177
Figura 44. Mapa de amenaza barrio Miramanga condición seudo estática saturada - con obras..... 178
Figura 85.Esquema general de las tipologías de la pantalla anclada. 183

Figura 86.Distribución de presiones del suelo en una pantalla con múltiples anclajes. 185
Figura 87. Esquema general de las tipologías de la pantalla anclada. 186
Figura 88.Distribución de presión lateral de suelo por carga viva en el muro. 187
Figura 89.Distribución de presión lateral de suelo, por carga viva en el muro. 188
Figura 90.Distribución de la pantalla lateral del suelo por carga vida en el muro .. 190
Figura 91.Esquema general de la viga cabezal sobre pilotes..... 192
Figura 92.Distribución de presión lateral de suelo sobre la viga vegetal. 194
Figura 93.Distribución de carga de anclaje en la viga cabezal. 195
Figura 94.Definición de pantalla anclada de 0.30m tipo Shell para el modelo numérico. 197
Figura 95.Definición de pantalla anclada de 0.40m tipo Shell para el modelo numérico. 197
Figura 96. Definición de pantalla anclada de 0.50m tipo Shell para el modelo numérico. 198
Figura 97.Definición de concreto para el modelo numérico..... 198
Figura 98.Muro numérico muro de contención. 199
Figura 99.Presión de suelo (EH) (Kn/m2) 200
Figura 100.Sobrepresión de suelo (EH) (kn/m2) 200
Figura 101.presión debido a la carga sísmica (EQ) (kn/m2) 201
Figura 102.presión debido a la carga viva (Kn/m2) 201
Figura 103.Geometria viga cabezal. 225
Figura 104.Geometria pilote. 226
Figura 105.Definición de concreto para el modulo numérico. 227
Figura 106.Modelo numérico viga cabezal 229
Figura 107.Asignación de link support y sus propiedades. 230
Figura 108.Presión de suelo (EH) (Kn/m2) 232
Figura 109.Carga de anclaje (Kn) 233
Figura 110.Diseño de pilotes – relación demanda / capacidad. 237
Figura 111. Área de influencia indirecta. FUENTE: https://lupap.com/ 247
Figura 112.Impactos identificados. 260
Figura 113.Importancia de los impactos. 261
Figura 114.Área de influencia del Proyecto. Fuente: POT ONLINE. 290
Figura 115.U1 Subsistema de infraestructura Vial. Fuente: POT 2da generación Bucaramanga. 291
Figura 116.Plano de Señalización general 297
Figura 117.Flecha luminosas 300
Figura 118.Flecha luminosas Fuente: http://bmargentina.com/Balizas/index.htm . 300
Figura 119.Señal SPO-01 trabajo en la vía. 301
Figura 120.Señal SPO-03 Auxiliar de tránsito. 302
Figura 121.Señal SRO-02 Desvió. 302
Figura 122.SPO-01.Aproximacion a obra en la vía. 303
Figura 123.SIO-02 y SIO-03.Inicio y fin de la obra. 303

Figura 124.Elementos canalizadores. Fuente: Seguridad vial: equipos e implementos. http://www.reygada.cl/nuestros-productos/seguridad-vial/ 304
Figura 125.Barricada con desvió y sin desvió. Fuente: Manual de señalización vial Colombia Ministerio de Transporte,2015. 306
Figura 126.Delineador tubular y canalización con cinta de señalización. Fuente: Manual de señalización vial Colombia Ministerio de Transporte,2015. 306
Figura 127.Controlador de Trafico. 307
Figura 128.Controlador de Riesgos en obras de construcción. Fuente: Señales en obra para vía pública. 307
Figura 129.Controlador de Riesgos en obras de construcción. Fuente: Señales en obra para vía pública. 308
Figura 130. Folleto Convocatoria Socialización de Inicio de Proyecto..... 338
Figura 131. Priorización de las obras de mitigación por sectores..... 341
Figura 131. Obra de Mitigación Sector 1..... 342
Figura 132. Presupuesto Miramanga Sector 1..... 343
Figura 131. Obra de Mitigación Sector 2..... 345
Figura 132. Presupuesto Miramanga Sector 2..... 346
Figura 131. Obra de Mitigación Sector 3..... 348
Figura 132. Presupuesto Miramanga Sector 3..... 349
Figura 138. Zonas afectadas por los deslizamientos de los años 2010 y 2022 360

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Coordenadas aproximadas del sitio de interés..... 20
Tabla 2. Características físicas de las áreas aferentes del proyecto de interés 23
Tabla 3. Estaciones adyacentes al proyecto..... 24
Tabla 4. Datos de precipitación máxima en 24 horas para las estaciones adyacentes 24
Tabla 5. Precipitación máxima 24h en mm para TR por Gumbel 28
Tabla 6. Parámetros de ajuste de regresión regionalizados en Colombia..... 29
Tabla 7. Cálculo de tormenta de diseño, estación Bucaramanga IDEAM 32
Tabla 8. Tiempos de retorno para diferentes tipos de obra..... 35
Tabla 9. Caudal de diseño..... 36
Tabla 10. Condición de fractura miento de las rocas. 46
Tabla 11. Clasificación genética de las unidades de suelo. Modificado de Montero (2001). 47
Tabla 12. Unidades geológicas de Ingeniería. 52
Tabla 13. Clasificación de Unidades Geomorfológicas según su origen (Ingeominas, 2001). 58
Tabla 14. Unidades geomorfológicas de la zona de estudio (Carvajal, 2001) 59
Tabla 15. Clasificación de los perfiles de suelo..... 85

Tabla 16. Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro. 86
Tabla 17. Valores del coeficiente Fv, para la zona de períodos intermedios del espectro. 86
Tabla 18. Valores de KST/amax mínimos para análisis seudo estático de taludes. 87
Tabla 19. Correlación entre el número de golpes del ensayo SPT y la densidad relativa de suelos granulares. 88
Tabla 20. Correlación entre el número de golpes del ensayo SPT y Consistencia de los suelos cohesivos. 89
Tabla 21. Resumen parametros de resistencia al corte 90
Tabla 22. Parámetros de resistencia del Suelo Residual de Neis Biotitico Anfibolitico (SR-Pcnba-IIA). 92
Tabla 23. Parámetros de resistencia del Deslizamiento (Qc). 92
Tabla 24. Escenarios propuestos para la evaluación de la amenaza. 98
Tabla 25. Ponderación propuesta para los escenarios de análisis de la evaluación de la amenaza. 99
Tabla 26. Parámetros geotécnicos ingresados al software. 100
Tabla 27. Grados de estabilidad según los resultados del factor de seguridad. 100
Tabla 28. Resultados factor de seguridad y probabilidad de falla para taludes en condiciones actuales Perfil 1 101
Tabla 29. Resultados factor de seguridad y probabilidad de falla para taludes en condiciones actuales Perfil 2..... 101
Tabla 30. Resultados factor de seguridad y probabilidad de falla para taludes en condiciones actuales Perfil 3..... 102
Tabla 31. Resultados factor de seguridad y probabilidad de falla para taludes en condiciones actuales Perfil 4..... 102
Tabla 29. Clasificación de la amenaza de un talud ante deslizamiento. 105
Tabla 33.Valores propuestos para el factor de susceptibilidad asociada con el tipo de estructura. 110
Tabla 34.Valores propuestos para el factor de susceptibilidad por el estado de la edificación. 111
Tabla 35.Valores de intensidad para cada una de las unidades geológicas. 111
Tabla 36.Calificación de la Vulnerabilidad. 112
Tabla 39.Clasificación de los niveles de vulnerabilidad. 114
Tabla 37. Matriz de riesgos. 115
Tabla 41.Clasificación de los niveles de riesgo. 117
Tabla 1.Alternativa No.1 anclajes pasivos 121
Tabla 6. Alternativa No.2 Pilotes de gran diámetro 122
Tabla 7. Alternativa No.3 Anclajes activos 123
Tabla 38. Cálculo de fuerza pasiva análisis estático (Perfil 1). 128
Tabla 39. Cálculo de fuerza pasiva análisis dinámico (Perfil 1). 129
Tabla 40. Cálculo de fuerza pasiva análisis estático (Perfil 4). 130
Tabla 41. Cálculo de fuerza pasiva análisis dinámico (Perfil 4). 131
Tabla 42. Módulo de reacción horizontal para pilotes D=2.0m 137

Tabla 43. Mayoración de las cargas. 147
Tabla 44. Comprobación de la tensión admisible del acero para anclajes de 50 Ton. 148
Tabla 45. Comprobación del deslizamiento del tirante en la lechada, dentro del bulbo para anclajes de 50 Ton. 149
Tabla 46. Esfuerzos de adherencia unitario ultimo asumido para anclajes en rocas. Tabla 11.9.4.2-3 del CCP14. 150
Tabla 47. Esfuerzos de adherencia unitario ultimo asumido para anclajes en suelos cohesivos. Tabla 11.9.4.2-1 del CCP14. 151
Tabla 48. Esfuerzos de adherencia unitario ultimo asumido para anclajes en suelos no cohesivos. Tabla 11.9.4.2-2 del CCP14. 151
Tabla 49. Factores de resistencia para muros de contención permanentes. Tabla 11.5.7-1 del CCP14. 152
Tabla 50. Comprobación de la seguridad frente al arrancamiento del para anclajes de 50 Ton. 152
Tabla 51. Cálculo de la capacidad de soporte de acuerdo a estados límite de falla. 155
Tabla 52. Asentamientos inmediatos para la carga de tensionamiento de 50 toneladas. 156
Tabla 53. Cálculo de presión y fuerza por falla de cuña. 163
Tabla 54. Cálculo de presión y fuerza por talud infinito. 164
Tabla 55 Calculo de fuerza a tracción de la malla. 165
Tabla 56 Verificación a cortante y tracción de la malla por carga de tensionamiento de anclajes para malla de 8.0 x 10.0 cm, de 2.7 mm de diámetro y resistencia de 500 MPa 166
Tabla 57 Verificación a cortante y tracción de la malla por carga de tensionamiento de anclajes para malla de 8.3 x 14.3 cm, de 3.0 mm de diámetro y resistencia de 1770 MPa. 167
Tabla 58. Rango de valores del coeficiente de permeabilidad en suelos. Fuente: Ingeniería Geológica - Luis I. González de Vallejo. 169
Tabla 59. Valores típicos de permeabilidad de la matriz rocosa. Fuente: Ingeniería Geológica - Luis I. González de Vallejo. 169
Tabla 60. Clasificación de la precipitación según la intensidad. Fuente: AEMET. . 170
Tabla 61. Calculo separación minina horizontal de los drenes (Perfil 1). 172
Tabla 62. Calculo separación minina horizontal de los drenes (Perfil 4). 173
Tabla 63. Diseño dado de anclaje pantalla anclada 180
Tabla 64.Distribución de la carga sísmica en la pantalla anclada. 191
Tabla 65.Combinaciones de diseño 196
Tabla 66.Cortante soportado por el concreto de la pantalla superior e=30 cm. 203
Tabla 67.Cortante soportado por el concreto de la pantalla intermedia e=40 cm. . 204
Tabla 68.Cortante soportado por el concreto de la pantalla inferior e=50cm. 205
Tabla 69.Cortante V13 y V23 de la pantalla superior (Kn/m) 206
Tabla 70.Cortante V13 y V23 de la pantalla intermedia (Kn/m) 208
Tabla 71.Cortante V13 y V23 de la pantalla inferior (Kn/m) 210

Tabla 72.Máximos reacciones en puntos de anclaje 211
Tabla 73.Diseño de anclaje con carga máxima en la pantalla superior de 480 KN. 212
Tabla 74.Diseño de anclaje con carga Max. en la pantalla intermedia de 850 Kn. 213
Tabla 75.Diseño de anclaje con carga máxima en la pantalla inferior de 1470 KN. 214
Tabla 76.Diseño a flexión vertical (M22) 215
Tabla 77.Diseño a Flexión vertical (M11) 220
Tabla 78.Combinaciones de diseño. 224
Tabla 79.Distribución de presiones sobre el elemento (Modulo de reacción del suelo) 227
Tabla 80.Distribución de presiones sobre el elemento debido a la carga aferente. 231
Tabla 81. Diseño de la viga cabezal. 234
Tabla 82.Definición de sección de los pilotes. 235
Tabla 83.Definición de la sección de la viga cabezal. 236
Tabla 84.Diseño a cortante 238
Tabla 85.Normatividad Ambiental vigente 240
Tabla 86. Identificación de permisos requeridos. 252
Tabla 87. Listado de actividades y aspectos ambientales 253
Tabla 88. Listado de impactos ambientales a evaluarse por componente 254
Tabla 89. Rango de probabilidad (Pr). 257
Tabla 90. Rango de Desarrollo (De). 257
Tabla 91. Rango de Permanencia (Pe). 257
Tabla 92. Valores de Gravedad (Gr). 258
Tabla 93. Valores de Cobertura(Co). 258
Tabla 94. Valores de Magnitud(M). 258
Tabla 95. Rango del Índice de Importancia Ambiental. 259
Tabla 96. Listado de programación de manejo Ambiental. 262
Tabla 97. Evaluación de efectividad PMA-1 264
Tabla 98. Evaluación de efectividad PMA-2 266
Tabla 99. Evaluación de efectividad PMA-3 268
Tabla 100. Evaluación de efectividad PMA-4 270
Tabla 101. Evaluación de efectividad PMA-5 274
Tabla 102. Evaluación de efectividad PMA-6 276
Tabla 103. Evaluación de efectividad PMA-7 278
Tabla 104. Evaluación de efectividad PMA-8 280
Tabla 105. Evaluación de efectividad PMA-9 282
Tabla 106. Evaluación de efectividad PMA-10 284
Tabla 107. Evaluación de efectividad PMA-11 286
Tabla 108.Relación de maquinaria Fuente: Elaboración propia. 289
Tabla 109.Usos del suelo por sector. Fuente: Elaboración propia. 290
Tabla 110.Tipología vial por sectores. Fuente: Elaboración propia. 292
Tabla 111.Sitios especiales Fuente: Elaboración propia. 292
Tabla 112.Señalización existente. Fuente: Elaboración propia. 293

Tabla 113.Perfiles viales Fuente: Elaboración propia. 294
Tabla 114.Rutas de transporte Fuente: AMB. 295
Tabla 115.Elementos mínimos de adecuación..... 310
Tabla 116. Ponderación propuesta para los escenarios de análisis de la evaluación de la amenaza. 353

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Pág.

Fotografía 1.Vista al NE se puede observar suelo residual perteneciente al Neis de Bucaramanga. 48
Fotografía 2.Se observa Suelo transportado de movimiento en masa en la parte media del Barrio Miramanga. Fuente: Este estudio, 2023..... 49
Fotografía 3.Se observa diversos materiales los cuales se clasifican como llenos antrópicos de basuras y escombros ubicados en un área de la zona de estudio. Fuente: Este estudio, 2023 50
Fotografía 4.Se evidencia vía que de Bucaramanga conduce a Cúcuta, Norte de Santander. 51
Fotografía 5.Vista de sector en donde se aprecia Depósito de movimiento en masa. Fuente: Este estudio, 2023. 61
Fotografía 6.En el barrio Miramanga se evidencia laderas moderadas (D11). Fuente: Este estudio, 2023. 62
Fotografía 7.Se evidencia llenos mixtos (A5) parte izquierda zona de estudio en el barrio Miramanga. Fuente: Este estudio, 2023. 63
Fotografía 8.Se observa obra civil de vía nacional que comunica a Bucaramanga con Cúcuta, Norte de Santander..... 64
Fotografía 9. Viviendas afectadas en el sector de Miramanga..... 66
Fotografía 10. Viviendas afectadas en el sector de Miramanga..... 67
Fotografía 11. Viviendas afectadas en el sector de Miramanga..... 67
Fotografía 12. Afectaciones en la parte baja del talud junto a la via Bucaramanga - Pamplona 68
Fotografía 13. Afectaciones en la parte baja del talud junto a la via Bucaramanga - Pamplona 68
Fotografía 14. Viviendas afectadas en el sector de Miramanga..... 69
Fotografía 15. Viviendas afectadas en el sector de Miramanga..... 69
Fotografía 16.Área de influencia directa. 246
Fotografía 17.Cobertura del área de estudio..... 249
Fotografía 18.Conexión del área de estudio con la vegetación de los cerros orientales. 249
Fotografía 19.Socialización Fuente: Elaboración propia 340

1. INTRODUCCIÓN

CONSORCIO ESTUDIOS BUCARAMANGA, en calidad de ejecutor del contrato de consultoría No.74 de 2023 “ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES MIRAMANGA, LA INDEPENDENCIA, GAITÁN PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PUBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER”, cuya área directa del estudio está localizada en el sector de Miramanga en la comuna 14 al sur del barrio Buenos aires sobre la vía Bucaramanga- cucuta, departamento de Santander ,presenta a continuación, la entrega correspondiente a los resultados obtenidos del estudio realizado para el Tomo II - Diseño de las obras de estabilización.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar estudios y diseños para las obras de mitigación para el sector de Miramanga, producto de la declaratoria de calamidad pública del municipio de Bucaramanga, Santander.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una caracterización geológica y geotécnica de los diferentes estratos que conforman el perfil estratigráfico.
- Delimitación de Áreas de Drenaje, Estimación de caudales mediante el método racional y determinación de sección transversal de obras para el manejo de aguas de escorrentía directa.
- Mediante las características geológicas y geotécnicas de la zona, diagnosticar el comportamiento sobre la estabilidad de los suelos.
- Evaluar la amenaza por fenómenos de movimientos en masa, a la cual se encuentra expuesta el área en estudio.
- Realizar el análisis de la amenaza para diferentes escenarios y plantear las recomendaciones que se requieran para garantizar la estabilidad del área en estudio.
- Diseñar obras de mitigación y/o estabilización para los problemas identificados en el área de estudio.
- Realizar plan de manejo ambiental, plan de manejo de tránsito, plan de gestión social y plan de manejo forestal y arbóreo relacionados con el área en estudio.

3. HIDROLOGÍA

3.1 GENERALIDADES

La ejecución de obras de mitigación para la disminución del riesgo de deslizamiento o remoción en masa, son altamente susceptibles al efecto de la lluvia y flujo subsuperficial. Para el control de dicho detonante es necesaria la proyección de obras de arte o estructuras hidráulicas que permitan el adecuado control y drenaje del flujo de escorrentía del talud y las obras para su estabilización.

Con base en lo expuesto anteriormente, el presente informe comprende los cálculos hidrológicos e hidráulicos de las obras de arte para el control de la escorrentía en el área de interés, con base en fundamentos de la hidrología y las recomendaciones del manual de drenaje para carreteras INVIAS y la guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada del servicio geológico colombiano.

3.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se localiza en el sector Miramanga del municipio de Bucaramanga, departamento de Santander, localizado en cartografía IGAC 1:25000 en la plancha 109-IV-D y con coordenadas aproximadas de:

Tabla 1. Coordenadas aproximadas del sitio de interés

COORDENADAS DEL PUNTO		
ESTE	**NORTE**	**COTA**
1107888.109	1280334.133	1210



Figura 1. Ubicación del sector
Fuente: Google Earth

3.3 FASE HIDROLÓGICA

El presente capitulo comprende los cálculos y procedimientos para la obtención de estadísticas precisas para la determinación del comportamiento de las variables climatológicas en el área de estudio.

Todos los procedimientos matemáticos se elaboran con base en los cálculos estadísticos de los datos climatológicos de las estaciones del IDEAM adyacentes y con información suficiente para un adecuado análisis. Adicionalmente, las características físicas del área hidrográfica al punto de interés se desarrollan con base en la cartografía vigente del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y se determina la cobertura del suelo con base en las coberturas de tierra para Colombia Corine Land Cover.

Se entiende que la precipitación (Lluvia) es el factor de mayor relevancia para la generación de inundaciones. Se conoce que la precipitación es variable tanto espacial como temporalmente, por lo que se debe hacer una aproximación al comportamiento

de la precipitación medida y almacenada en la base de datos. Estos aspectos serán explicados a continuación.

3.3.1 Área aferente (área hidrográfica) y sus características físicas

El área aferente corresponde al estado físico natural para toda operación hidrológica. Esta área se define como la superficie topográficamente limitada, la cual se drena por uno o varios recorridos de agua, de tal manera que la totalidad del flujo efluente es drenado a partir de una salida (conductos en sistemas de alcantarillado).

El límite topográfico del área aferente (divisoria), corresponde a la línea imaginaria que divide la precipitación en áreas aferentes adyacentes y orientan la escorrentía resultante a un sistema de drenaje[1].



Figura 2. Área aferente

[1] INVIAS. (2011). Manual de drenaje para carreteras.

Tabla 2. Características físicas de las áreas aferentes del proyecto de interés

NOMBRE	ÁREA DE INFLUENCIA (Km^2)
Área 1	0.062388

Considerando el hecho de que son obras de arte de orden menor, se asumen los parámetros mínimos de tiempo de concentración según INVIAS, el cual corresponde a 15min[2] para cada colector a analizar en el presente estudio.

3.3.2 Características climáticas

La naturaleza es por excelencia impredecible, lo que hace necesario el desarrollo de modelos matemáticos que permitan con un grado de confianza en un determinado rango, la proyección del comportamiento de la variable en estudio. Para el caso de la precipitación en lo temporal, se propone la creación de curvas que relacionen la intensidad, la frecuencia de ocurrencia y el tiempo de duración de un evento de precipitación, configurando así las curvas IDF (intensidad-duración-frecuencia).

3.3.2.1 Análisis de la precipitación

Los análisis de las series de datos de las estaciones climatológicas adyacentes al proyecto deben elaborarse de tal manera que se obtenga una estimación con baja incertidumbre del comportamiento de la lluvia en esta zona. En el presente caso corresponde a la precipitación, cuya información debe ser analizada y procesada para la obtención de resultados satisfactorios.
Para la zona de interés, se tienen varias estaciones adyacentes, con un tiempo representativo de datos, de las cuales se escoge las más cercana al proyecto, ya que comprende la información de la precipitación más precisa para el área aferente de interés. Dicha estación es:

[2] INVIAS, Manual de drenaje para carreteras, 2011

Tabla 3. Estaciones adyacentes al proyecto
Fuente: IDEAM

Nombre	Código	Tipo	Estado	Operada	Departamento	Municipio	Fecha de instalación
Bucaramanga IDEAM	38015030	Pluviométrica	Activa	IDEAM	Santander	Bucaramanga	14/06/1972

Nota: Se toma esta estación, ya que es la que contiene registros pluviométricos completos y su cercanía al área del proyecto.



Figura 3. Ubicación de estaciones climatológicas adyacentes al proyecto
Fuente: IDEAM

Los estudios hidrológicos requieren análisis estadísticos de valores extremos (máximos o mínimos), para la determinación de estos se conocen dos distribuciones comúnmente usadas, la distribución de Gumbel tipo I.

Tabla 4. Datos de precipitación máxima en 24 horas para las estaciones adyacentes
Fuente: IDEAM

Bucaramanga	
Año	**Pmax en 24 Horas**
1997	51.2
1998	96
1999	55
2000	70
2001	76
2002	59.3
2003	83.2
2004	95.3

2005	93.3
2006	57.6
2007	48
2008	73.4
2009	80.9
2010	95.1
2011	117.5
2012	80.6
2013	57.7
2014	100.5
2015	59
2016	72.8
2017	83.3
2018	73
2019	61.4
2020	86.9

En el presente estudio se utilizó la distribución de valores extremos Gumbel tipo I comúnmente utilizada y de bastante aceptación en el medio, que es un caso especial de la distribución GEV de tres parámetros descrita por el British Flood Studies Report en 1975.

La distribución acumulada viene dada por la Ecuación:

$$F(x) = \frac{1}{\alpha} e^{-e^{\left(-\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$$

Dónde:

$$\alpha = \frac{s\sqrt{6}}{\pi}$$

$$u = \bar{x} - 0.5772$$

Definiendo la variable reducida:

$$b = \frac{x-u}{\alpha}$$

Se tiene entonces que:

$$P(X \leq x) = \frac{1}{T} = e^{-e^{-b}}$$

Dónde:
x = Variable en estudio (Precipitación)

$\bar{X}$ = Media de la variable en estudio
S = Desviación estándar de la variable en estudio
T=Tiempo de retorno en años
La probabilidad de ocurrencia de un evento con un valor igual o mayor que un valor dado x se expresa con la Ecuación, la cual permite determinar la magnitud de la variable hidrológica correspondiente a un periodo de retorno dado.

$$P(X \leq x) = \frac{1}{T} = e^{-e^{-b}}$$

Para este cálculo se utiliza el software HidroEsta, este se alimenta con los datos de precipitación máxima en 24 horas. Primero el programa verifica la bondad de ajuste escogida, para este caso Gumbel y determina su confiabilidad de acuerdo con el número de datos y valores.

Este software fue desarrollado por Villon Bejar, Máximo. Software para cálculos hidrológicos y su uso es libre.



Figura 4. Software de aplicación de las fórmulas explicadas a usar
Fuente: software Hidroesta

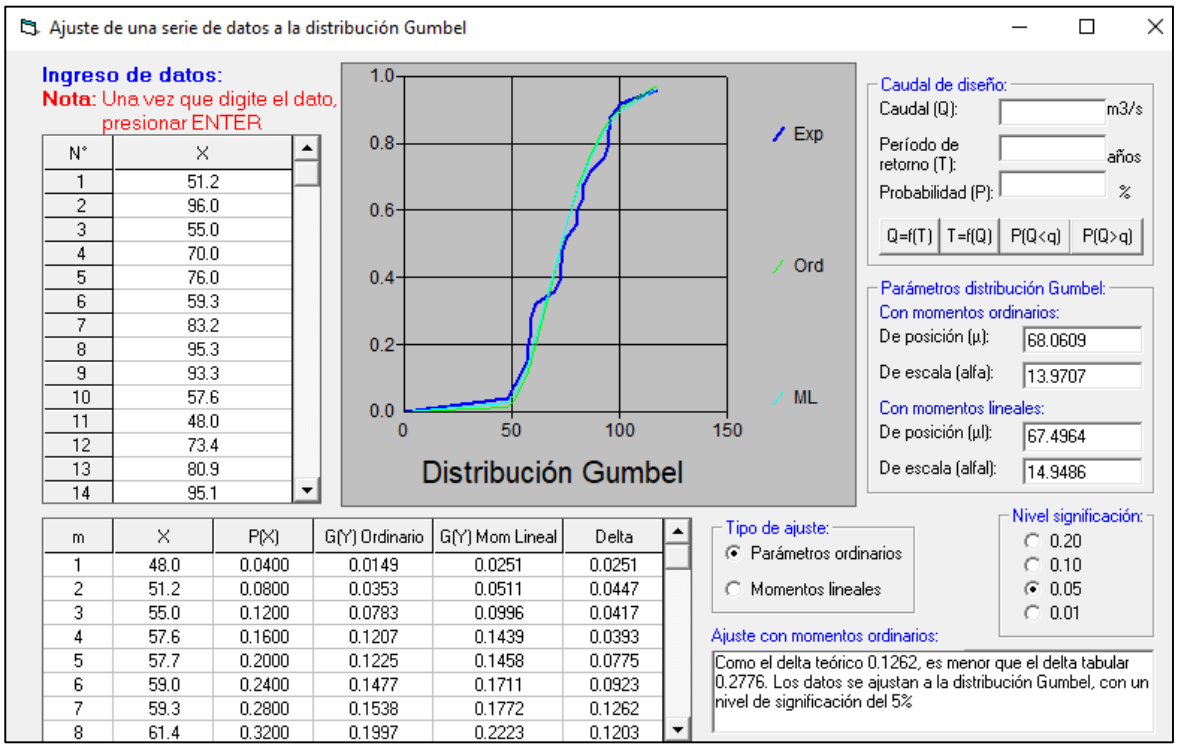


Figura 5. Verificación de bondad de ajuste para datos de la estación Bucaramanga IDEAM
Fuente: software Hidroesta.

Realizada la prueba de bondad se despliega una nota donde informa que el delta teórico es menor que el delta tabular ajustándose los datos a una distribución Gumbel.

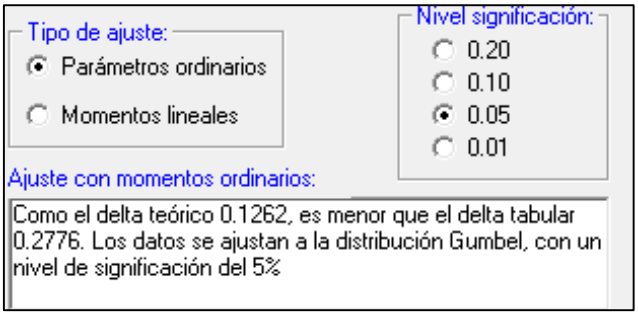


Figura 6. Ajuste de probabilidad Gumbel estación Bucaramanga IDEAM
Fuente: Software Hidroesta

El procedimiento se repite cambiando el periodo de retorno y los datos de acuerdo con la estación analizada.
De acuerdo con esta estimación, los valores de precipitación máximos para los periodos de retorno de 10, 25, 50, 100 y 500 años se registran en la siguiente tabla.

Tabla 5. Precipitación máxima 24h en mm para TR por Gumbel
Fuente: Elaboración propia del Consultor

Estación	Tr 10 años	Tr 25 años	Tr 50 años	Tr 100 años	Tr 500 años
Bucaramanga IDEAM	104.5	120.1	131.7	143.3	169.9

3.3.2.2 Curvas IFD

Las curvas IDF, son graficas en las cuales se exponen las lluvias mediante la intensidad de la precipitación, como ordenadas de la duración de la lluvia y la probabilidad (periodo de retorno).

Para el presente proyecto, se construyen curvas IDF sintéticas mediante la metodología propuesta por (Vargas & Díaz-Granados, 1998)[3] ya que este estudio correlaciona la precipitación máxima en 24 horas, el numero promedio de días de lluvia al año, la precipitación total media anual y la elevación de la estación, con unos parámetros de ajuste de regresión adaptados para cada una de las regiones del país.

La formulación general para encontrar la intensidad media I en mm/hr se da como sigue:

$$(1)\ I = a\frac{T^b}{t^c}M^d$$

$$(2)\ I = a\frac{T^b}{t^c}M^d N^e$$

$$(3)\ I = a\frac{T^b}{t^c}M^d N^e P T^f$$

[3] Vargas, R., & Díaz-Granados, M. (1998). Curvas sintéticas regionalizadas de intensidad duración-frecuencia para Colombia. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes

Dónde:
I = Intensidad de precipitación, en milímetros por hora (mm/h)
T = Período de retorno en años
M = Precipitación máxima promedio anual en 24 horas a nivel minutal
t = Duración de la tormenta en horas.
N = Promedio de número de días con lluvia al año (días)
PT = Precipitación media anual (mm)
a, b, c, d, e, f = Parámetros de ajuste de regresión, regionalizados

Los valores de los parámetros para las diferentes regiones se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6. Parámetros de ajuste de regresión regionalizados en Colombia Fuente: Vargas, R., & Díaz-Granados, M. (1998). Curvas sintéticas regionalizadas de intensidad duración-frecuencia para Colombia. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes.

Región	Ecuación	a	b	c	d	e	f
Andina (R1)	1	0.94	0.18	0.66	0.83		
	2	1.22	0.19	0.66	0.83	-0.05	
	3	1.61	0.19	0.65	0.75	-0.15	0.08
Caribe (R2)	1	24.85	0.22	0.5	0.1		
	2	16.66	0.21	0.5	0.03	0.15	
	3	8.51	0.21	0.5	-0.01	-0.08	0.28
Pacifico (R3)	1	13.92	0.19	0.58	0.2		
	2	3.02	0.19	0.58	0.04	0.44	
	3	2.31	0.19	0.58	-0.2	0.12	0.4
Orinoquia (R4)	1	5.53	0.17	0.63	0.42		
	2	75.03	0.17	0.63	0.12	-0.23	
	3	1.3E-26	0.19	0.58	1.19	-1.46	8.28

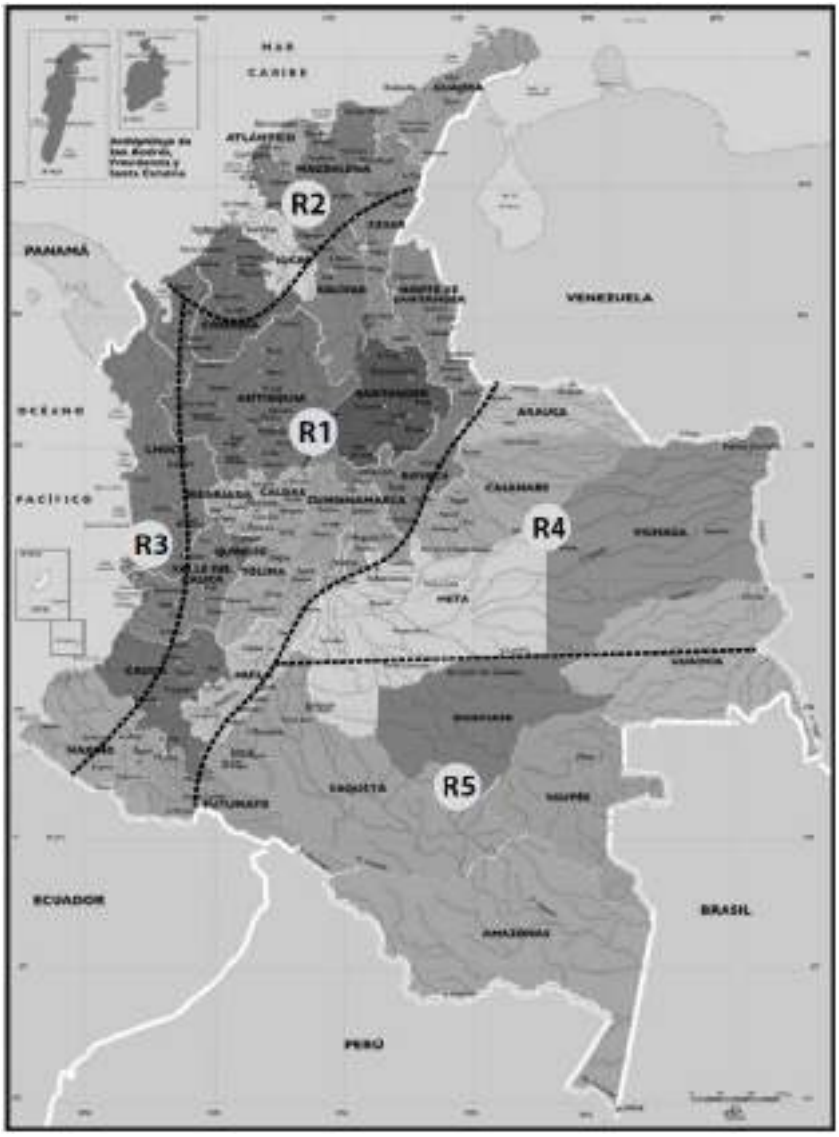


Figura 7. Regiones de Colombia para definición de parámetros a, b, c y d
Fuente: INVIAS. (2015). Guía de diseño de pavimento con placa-huella.
Con base en lo anterior, se construyen las curvas IDF a partir de la ecuación 1 de la metodología presentada.

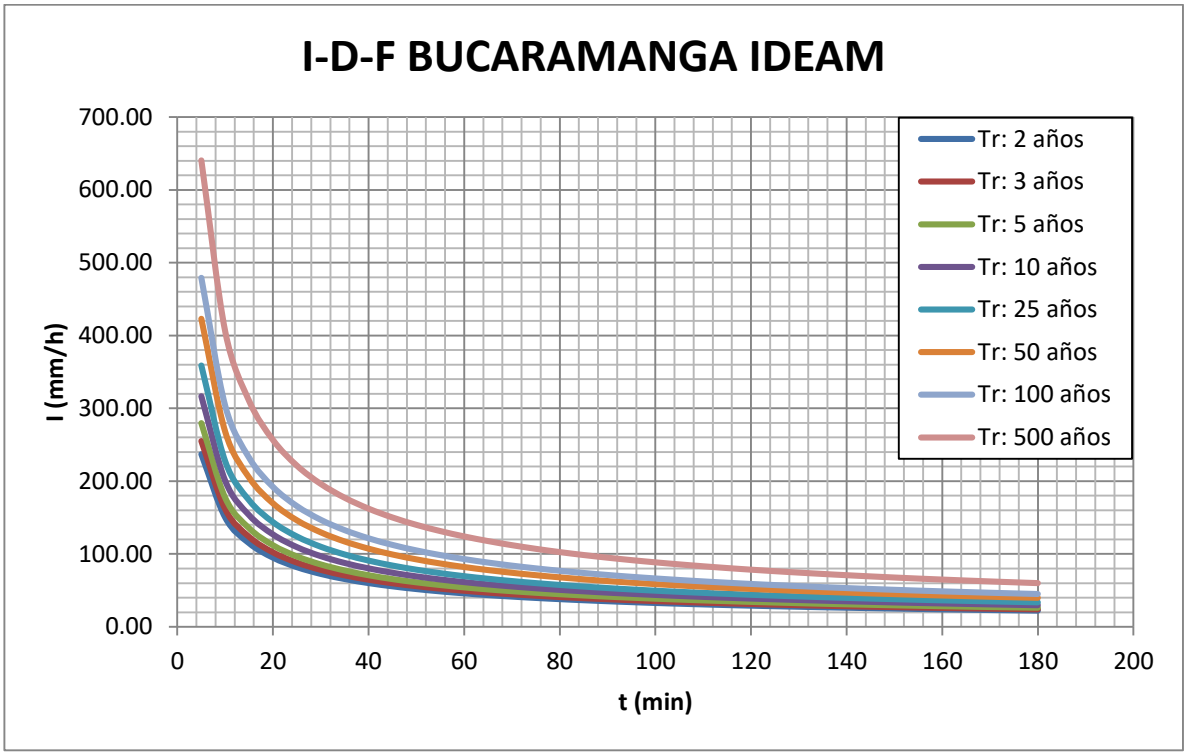


Figura 8. Curvas IDF para la estación Bucaramanga IDEAM
Fuente: Elaboración propia del Consultor

Teniendo en cuenta la variación de la intensidad de la lluvia con respeto a la duración de la tormenta. Se lleva a cabo el desarrollo de las curvas Lamina Duración y Frecuencia teniendo encienta que Lamina corresponde a los valores de intensidad por la duración.

3.2.2.2.1 Hietogramas de tormenta de diseño

Hietogramas puntuales de aguaceros de diseño con curvas intensidad-duración-frecuencia.

Las bases teóricas para la deducción de las curvas intensidad-duración-frecuencia se presentaron en documentación explicada anteriormente.

El procedimiento para elaborar la tormenta de diseño es el siguiente:

1) Con base en los datos de las curvas intensidad-duración-frecuencia para la estación analizada, representativa de la hoya hidrográfica hasta el sitio del proyecto, se calculan las curvas de masas de los aguaceros puntuales para duraciones entre 0 y 180 min, por ejemplo, y los periodos de retorno seleccionados, en intervalos de tiempo congruentes con la duración de la lluvia efectiva del hidrograma de escorrentía superficial seleccionado, igual a tr.

2) Posteriormente, con base en estas curvas de masas, se deberán calcular los hietogramas de los aguaceros puntuales respectivos.

3) Para dar una secuencia más crítica del aguacero, como es usual en este tipo de análisis, y por medio del método del Bloque Alterno, los incrementos de lluvia de los hietogramas mencionados previamente se deben arreglar de la siguiente manera: el valor más bajo se colocará en el primer lugar, el segundo valor en orden creciente se colocará en último lugar, el tercer valor en tal orden se ubicará en segundo lugar, el cuarto valor en el penúltimo lugar, y así sucesivamente. El resultado corresponde con los hietogramas de lluvia puntual de los aguaceros de diseño.

Tabla 7. Cálculo de tormenta de diseño, estación Bucaramanga IDEAM

T (min)	P (mm) 10 años	P (mm) 25 años	P (mm) 50 años	P (mm) 100 años	P (mm) 500 años
5	0.72	0.81	0.96	1.09	1.45
10	0.75	0.85	1.00	1.13	1.51
15	0.78	0.88	1.04	1.18	1.57
20	0.81	0.92	1.08	1.23	1.64
25	0.85	0.96	1.14	1.29	1.72
30	0.89	1.01	1.19	1.35	1.81
35	0.94	1.07	1.26	1.43	1.91
40	1.00	1.13	1.34	1.51	2.02
45	1.07	1.21	1.42	1.61	2.16
50	1.15	1.30	1.53	1.73	2.32
55	1.24	1.41	1.66	1.88	2.51
60	1.36	1.54	1.82	2.06	2.75
65	1.51	1.71	2.02	2.29	3.06
70	1.72	1.94	2.29	2.60	3.47
75	2.01	2.27	2.68	3.04	4.05
80	2.46	2.79	3.29	3.73	4.98

T (min)	P (mm) 10 años	P (mm) 25 años	P (mm) 50 años	P (mm) 100 años	P (mm) 500 años
85	3.33	3.77	4.44	5.03	6.73
90	5.92	6.71	7.91	8.96	11.97
95	22.28	25.24	29.76	33.72	45.05
100	4.17	4.72	5.57	6.31	8.43
105	2.81	3.19	3.76	4.26	5.69
110	2.20	2.50	2.95	3.34	4.46
115	1.85	2.09	2.47	2.79	3.73
120	1.61	1.82	2.14	2.43	3.25
125	1.43	1.62	1.91	2.17	2.89
130	1.30	1.47	1.73	1.96	2.62
135	1.19	1.35	1.59	1.80	2.41
140	1.10	1.25	1.48	1.67	2.23
145	1.03	1.17	1.38	1.56	2.09
150	0.97	1.10	1.30	1.47	1.96
155	0.92	1.04	1.23	1.39	1.86
160	0.87	0.99	1.16	1.32	1.76
165	0.83	0.94	1.11	1.26	1.68
170	0.79	0.90	1.06	1.20	1.61
175	0.76	0.86	1.02	1.15	1.54
180	0.73	0.83	0.98	1.11	1.48

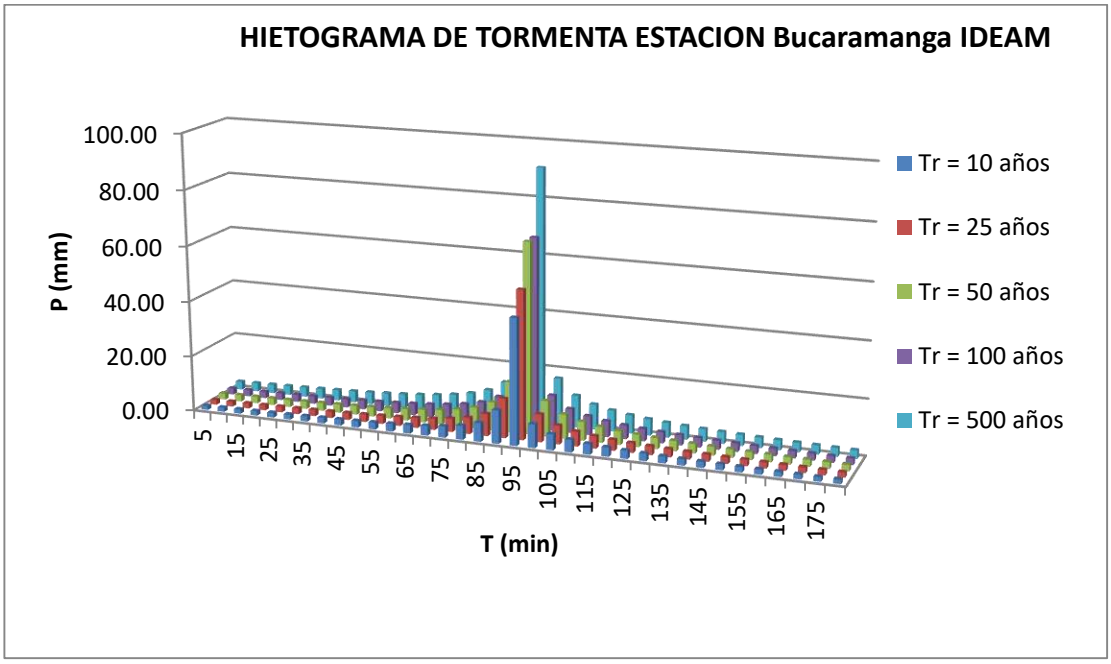


Figura 9. Hietograma de tormenta de diseño, estación Bucaramanga IDEAM

Con las intensidades de las estaciones utilizadas iniciando en 5 minutos y hasta 180 minutos se encuentra la precipitación para cada intervalo de 5 minutos, para un tiempo de retorno Tr =10, 25, 50, 100 y 500 años.

3.3.3 Cálculo de caudales

Según el manual de drenajes del INVIAS para áreas menores a 2.5 km^2, permite utilizar el método racional para el cálculo de caudales, áreas superiores debe usarse el método del hidrograma de escorrentía superficial, con un tiempo de retorno diferente para cada uno de los métodos, dependiendo del tipo de estructura a evaluar.

A continuación, se muestra el tiempo de retorno para calcular caudales de diferentes estructuras:

Tabla 8. Tiempos de retorno para diferentes tipos de obra
Fuente: Manual de drenajes para carreteras INVIAS

Tipo de Obra	**Tiempo de retorno (años)**
Cunetas	5
Zanjas de coronación	10
Estructuras de caída	10
Alcantarillas de 0.90m de diámetro	10
Alcantarillas mayores a 0.9m de diámetro	20
Puentes menores (luz menor a 10m)	25
Puentes de luz mayor o igual a 10m y menor a 50m	50
Puentes de luz mayor o igual a 50m	100
Drenaje subsuperficial	2

Partiendo de que el área aferente para el proyecto tiene una superficie menor de 2.5km2, y por esta razón se utiliza el método racional, con un periodo de retorno de 10 años, el adecuado para zanjas de coronación según lo expuesto en la 0.

Dicho método se explica a continuación.

3.3.3.1 Método Racional

Es uno de los métodos de mayor aplicación para el cálculo de caudales extremos en cuencas pequeñas, está basado en el concepto de que si una lluvia de intensidad i, comienza instantáneamente y continúa indefinidamente, la tasa de escorrentía aumentará hasta que se alcance el tiempo de concentración Tc, tiempo en el cual toda la cuenca está contribuyendo al flujo de salida en el cierre.

$$Q = kCI_{tr}A$$

Dónde:

Q = Caudal pico (m^3/s) para un periodo de retorno T años
K = 0.278 (factor de conversión para garantizar unidades de Km^2)
C = Coeficiente de escorrentía para un periodo de retorno T años
I_{tr} = Intensidad promedio de la lluvia (mm/h) para una duración de lluvia Tc horas y un periodo de retorno T años
A = Área de la cuenca (Km^2)

Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional

Característica de la superficie	Periodo de retorno (años) 2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas							
Área de cultivos							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Figura 10. Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional Fuente: Chow Ven Te, Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). Applied Hydrology. New York, USA: McGraw-Hill International Editions, Civil Engineering Series.

Tabla 9. Caudal de diseño

NOMBRE	ÁREA DE INFLUENCIA (Km^2)	TC (min)	Intensidad (mm/hr)	C	Q (m^3/s)	Q (LPS)
Área 1 Tr 10	0.062388	15.00	129.47	0.5	1.12	1122.72

4. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

4.1 GEOLOGÍA

4.1.1 Geología Regional

La zona de estudio ubicada en el Barrio Miramanga se localiza dentro del área de influencia de la plancha geológica del Servicio Geológico Colombiano Plancha geológica del departamento de Santander donde se presenta en la Figura 11.

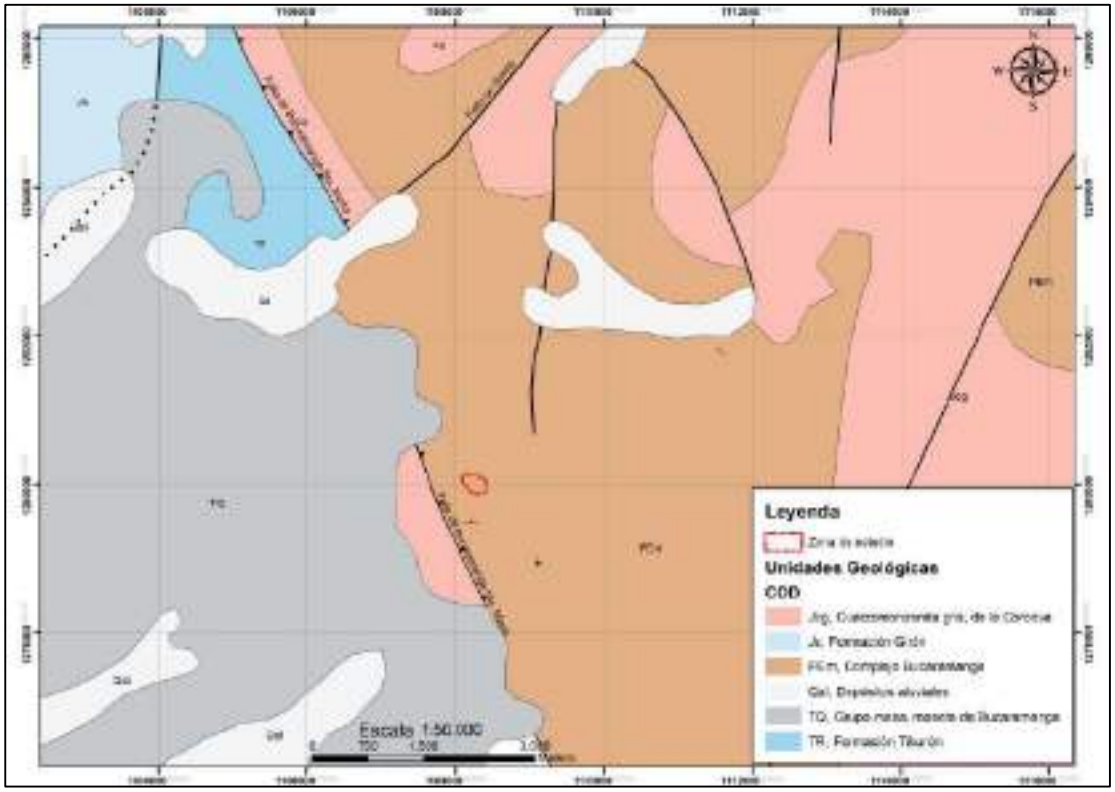


Figura 11. Localización zona de estudio Barrio Miramanga (Cuadro rojo) en la plancha Geología del Departamento de Santander.
Fuente: Tomado y adaptado del SGC,1999.

De acuerdo con lo observado en la Figura 11 el barrio Miramanga, se encuentra ubicado en medio del Complejo de Bucaramanga (PEm), por consiguiente, la zona de estudio estará conformada en su mayoría por rocas metamórficas de origen sedimentario.

Complejo de Bucaramanga (PEm). Consta de una secuencia de paraneises cuarzofeldespáticos, hornbléndicos, micáceos y granatíferos y cantidades subordinadas de anfibolitas, migmatitas, cuarcitas, mármoles y esporádicamente granulitas. El Complejo de Bucaramanga ha sido intruidopor plutones félsicos del Paleozoico y Jurásico (WARD, et al. 1973).

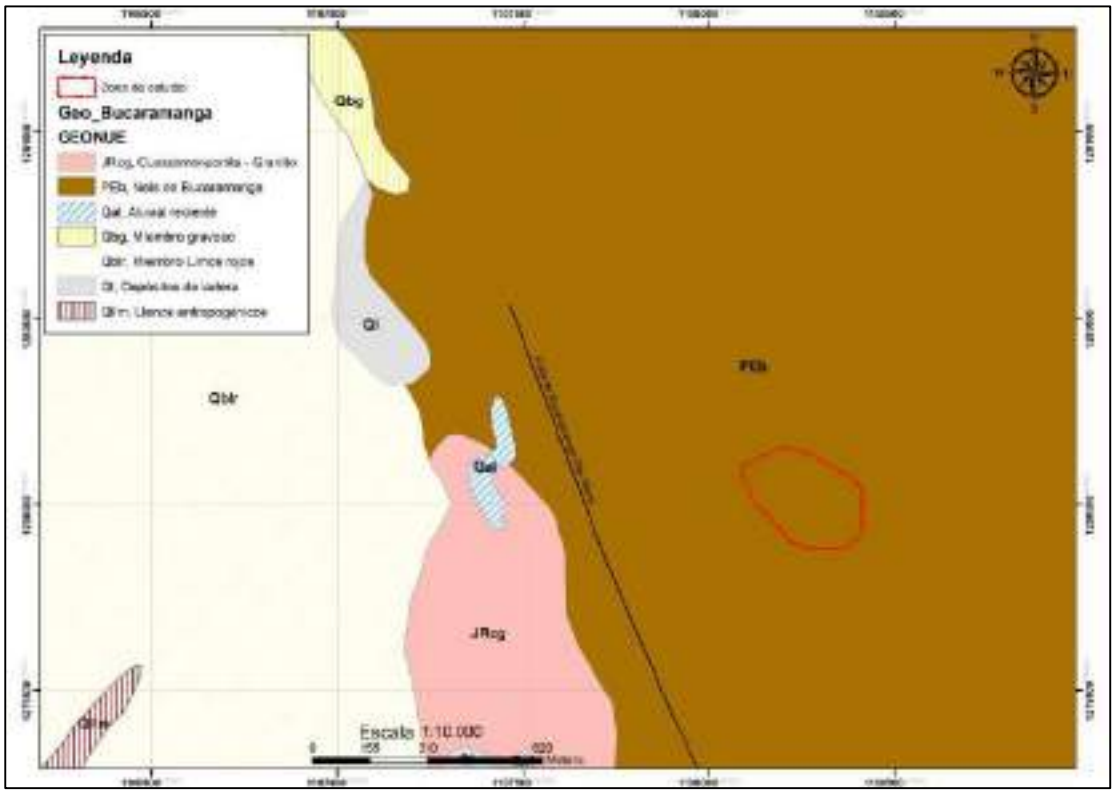


Figura 12. Localización de la zona de estudio Barrio Miramanga (Señalado en rojo), en el mapa geológico de la zonificación sismo geotectónica del área metropolitana de Bucaramanga.
Fuente: Tomado y modificado de INGEOMINAS,2001.

Neis de Bucaramanga: Nombre propuesto por Goldsmith y otro (1971, en Ward et al. 1973), para elconjunto derocas cristalinas de edad Precámbrico queaflora al oriente del Area Metropolitana. Se localiza al oriente del sistema de fallas Bucaramanga – Santa Marta, siendo su límite occidental fallado en dirección N30°W;

DE ACUERD A Mancera y Salamanca (1993), los mejores afloramientos se encuentran al oriente del cementerio las colinas, barrio pan de azúcar, sobre la via que conduce a las antenas de RCN, al oriente del barrio Los Alares y en el carreteable de la vereda Vericute (Municipio de Floridablanca).

Dicha unidad forma parte del Macizo de Santander, el cual se distingue por presentar relieve marcadamente sobresaliente por suelevada topografía, pendientes abruptas (entre 25° y 40°) y un patron de drenaje dendrítico a subdendrítico y subparalelo.

Esta unida consta de rocasmetamorficas de alto grado, con fábrica orientada y textura gruesa media. Entre Floridablanca y Piedecuesta la foliación tiene orientación variable, indicativo de perturbaciones tectónicas severas, aunque con ligera tendencia hacia el noreste en la dirección del buzamiento de la foliación. Está compuesta, principalmente, de neis semipelitico, neis hornblendico, anfibolita y esquisto; incluyetambien zonasdemigmatitas (Wardetal., `973) y es posible la existencia de rocas cataclásticas, cerca de los planos de las fallas principales. También se han detectado pequeñas cantidades de mármol.

Esta unidad consta de rocas metamórficas de alto grado, con fabrica orientada y textura gruesa a media. Entre Floridablanca y Piedecuesta la foliación tiene orientación variable, indicativo de perturbaciones tectónicas severas, aunque con ligera tendencia hacia el noreste en la dirección del buzamiento de la foliación. Esta compuesta, principalmente, de neis semipelítico, neis hornbléndico, anfibólita y esquisto; incluye también zonas de migmatitas (Ward et al., 1973) y es posible la existencia de rocas cataclásticas, cerca de los planos de las fallas principales. También se han detectado pequeñas cantidades de mármol.

Se encuentran 2 tipos de neis: uno de color blanco a rosado, constituido esencialmente por plagioclasa, cuarzo y feldespato potásico (Chaparro y Guerrero 1991). Debido a su aspecto masivo y a la ausencia de estratificación, Ward et al. (1973), suponen un origen ígneo intrusivo primario y lo clasifican como Ortoneis. El otro es un paraneis, de color verdoso y alternancia de bandas máficas, principalmente anfibólicas y bandas félsicas cuarzofeldespáticas.

De minerales constituyentes el único que se conserva casi inalterado es el cuarzo y la muscovita; esta última se presenta en láminas muy finas. Los feldespatos y ferromagnesianos, por lo general, se encuentran en estado de meteorización alta.
La mayoría de los afloramientos del Neis de Bucaramanga se encuentran parcialmente saprolitizados, en estado de meteorización entre moderada y alta. Esta

unidad litológica, en especial dentro de una franja aproximada de unos 500 metros paralela al sistema de fallas Bucaramanga – Santa Marta, se presenta intensamente fracturada y es altamente susceptible a fenómenos de remoción en masa que involucran saprolito y fragmentos de roca de tamaño diverso. Los desprendimientos ocurren en las laderas o cortes de talud y la roca superficial descompuesta es variable en espesor, con un promedio entre3 y 8 metros.

4.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El nororiente colombiano de Los Andes es un territorio geológicamente complejo y tectónicamente dinámico; su conformación está relacionada con la interacción de las placas tectónicas Nazca, Caribe y Suramérica. El área de Santander por encontrarse dentro de este dominio despierta gran interés y genera discusiones sobre su origen y su conformación geológica.

El Departamento de Santander se encuentra localizado en una región tectónica compleja y dinámica, que representa a una zona de influencia entre los límites de las placas tectónicas del Caribe y la suramericana, conocida como bloque Andes del Norte o bloque Norandino en los trabajos de Kellogg (1984); Case, et al. (1984); Kellogg, et al. (1985); James (1985) y Boinet (1985), entre otros.

Para la caracterización tectónica del territorio de Santander se ha subdividido en tres provincias tectónicas como son la del Macizo de Santander, que está conformada por los bloques de Floresta, Cucutilla, Pamplona y de Ocaña; la del Valle Medio de Magdalena, y la de la Cordillera Oriental.

El área de estudio se encuentra en la provincia tectónica de la Cordillera Oriental (Ilustración 4). La cual se caracteriza por pliegues anticlinales y sinclinales amplios, limitados por fallas inversas y de cabalgamiento, de direcciones NE y NW, con inclinación predominante hacia el oriente.

Constituye una cobertera sedimentaria con cubrimiento de una gran extensión de la Cordillera Oriental. En el Departamento de Santander, está restringida a dos bloques, el principal localizado en la región central estructural y el menor ubicado en la región oriental. Esta provincia está conformada por rocas sedimentarias generalmente plegadas, de edades jurásicas y cretácitas; el bloque principal o central está limitado al oriente por las fallas Riachuelo y Bucaramanga-Santa Marta, y al occidente por la

Falla La Salina, mientras el bloque oriental está limitado al oriente por la Falla de Servitá y al occidente por las fallas Bucaramanga-Santa Marta y de Baraya.

El territorio santandereano se caracteriza por presentar tres estilos estructurales diferenciables, los cuales identifican tres regiones estructuralmente bien definidas del departamento: uno de fallamiento en bloques en la región oriental; otro de plegamientos en la región central, y el graben del Magdalena, en la región occidental Figura 13 se toma como referencia la descripción en la memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001).

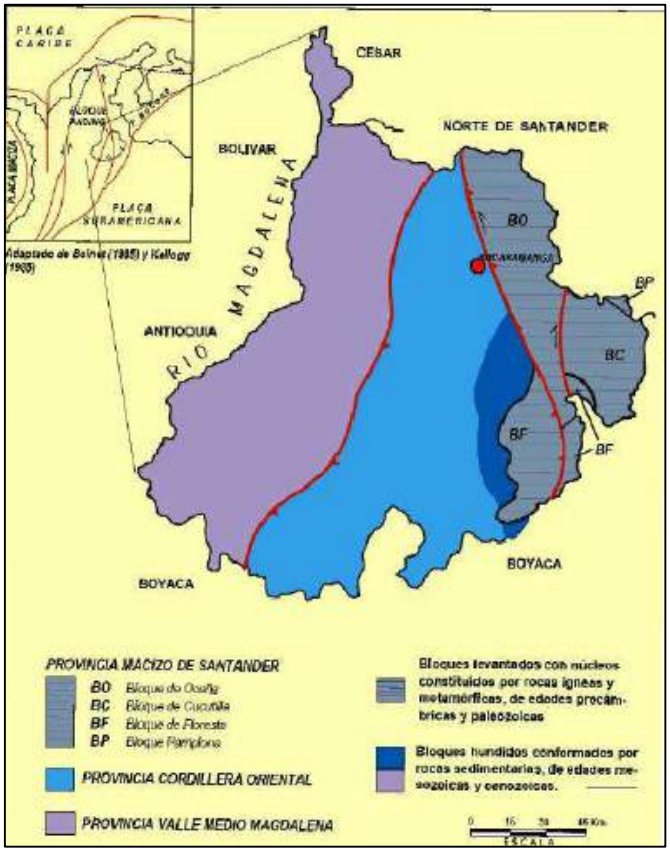


Figura 13. Esquema tectónico departamento de Santander, la zona de estudio esta demarcada en rojo.
Fuente: Tomado y modificado de memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001).

El área de estudio, escarpe Barrio Miramanga se encuentra en la región central Figura 14 localizada en cercanías: entre el sistema de falla Bucaramanga y la falla del Suarez.

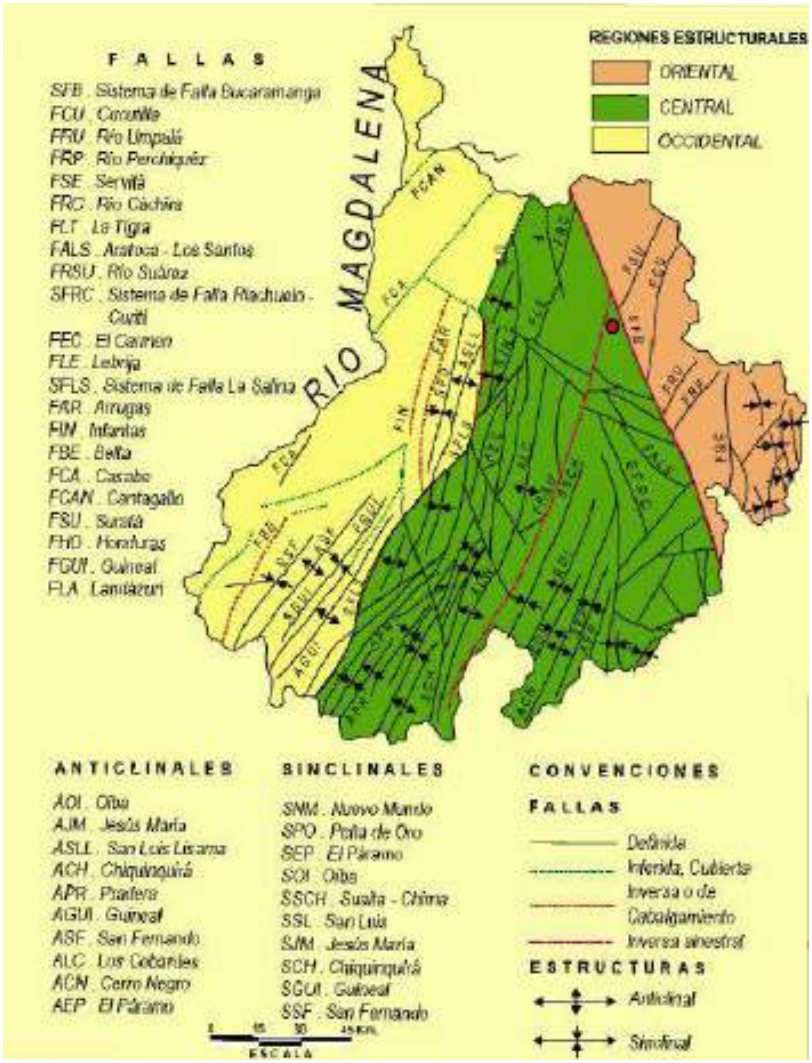


Figura 14. Esquema tectónico departamento de Santander, la zona de estudio esta demarcada en rojo.
Fuente: Tomado y modificado de memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001).

De acuerdo con lo que se puede observar en la Figura 14 el área de estudio no está directamente sobre una falla, pero si en cercanías (al E) de la falla Bucaramanga - Santa Marta.

En la Figura 14 el barrio Miramanga exactamente en la calle 18 y la vía principal que comunica de morrorico a Cúcuta – Norte de Santander se encuentra al NW de la falla Bucaramanga – Santa Marta.

Geográficamente conforma la cadena montañosa de las estribaciones occidentales de la Cordillera Oriental, en donde se destacan amplias estructuras anticlinales y sinclinales, limitadas por fallas inversas y de cabalgamiento con inclinación hacia el oriente. En esta región se describen de oriente a occidente, los principales anticlinales, sinclinales y fallas geológicas.

La región central está localizada entre la Falla de Bucaramanga-Santa Marta al oriente y la Falla La Salina al occidente. Geográficamente conforma la cadena montañosa de las estribaciones occidentales de la Cordillera Oriental, en donde se destacan estructuras anticlinales y sinclinales amplias, limitadas por fallas inversas y de cabalgamiento con inclinación hacia el oriente.

4.2.1 Falla de Bucaramanga – Santa Marta

Es el rasgo estructural más evidente y de gran extensión que cruza la región centro-oriental del Departamento de Santander, en dirección aproximada N20°W y cuyo trazo rectilíneo se expresa claramente en imágenes de satélites y fotografías aéreas. Es considerada un sistema de fallas de rumbo (CAMPBELL, 1965; LEON, 1991; VARGAS Y NIÑO, 1992; CLAVIJO et al., 1993; CLAVIJO, 1994ª), con movimiento sinestral, cuyo desplazamiento es calculado por Campbell (1965) y Tschanz, et al. (1969, 1974) en unos 100 a 110 km; tiene una componente vertical importante, según Julivert (1958, 1961), Ward, et al. (1973), Paris y Sarria (1988), Royero (1994), que hace que esta falla se comporte en algunos sectores como inversa y en su extremo meridional aún de cabalgamiento (BOINET, 1985; ULLOA, 1990, Comunicación verbal).

En el territorio del Departamento de Santander se ha encontrado evidencias de actividad neotectónica (lineamiento, facetas triangulares, lomos de ganchos, drenajes adaptados, laguna de falla, lomo de obturación) de la Falla Bucaramanga-Santa Marta, especialmente en la Meseta de Bucaramanga (donde afecta los niveles interiores de la secuencia estratigráfica) de edad Plioceno-Pleistoceno, según Julivert

(1963), Paris y Sarria (1988), León (1992), Vargas y Niño (1992), Reyes y Barbosa (1993).

En el Cañón del Rio Chicamocha también se han encontrado evidencias de neotectonica de esta falla (drenaje desplazado, terrada basculada, cantos rotos, lomos de obturación), según Castro y Bernal (1992) y Carrillo y Bernal (1992).

4.2.2 Falla de Suarez

Esta falla se extiende por una longitud de unos 120 km desde Barbosa al sur hasta la Falla Bucaramanga-Santa Marta 5km al norte de la capital santandereana; su trazo tiene una dirección N20°E y N25°E, con inclinación al occidente y sigue el curso de los ríos Suarez y Río de Oro. Es una falla inversa de ángulo alto, con una componente vertical importante. París y Sierra (1988) calculan una velocidad de desplazamiento vertical de 0,1 mm/año; además, se trata de una falla de rumbo con desplazamiento sinestral. El desplazamiento vertical se ha calculado entre 400 y 2300 m (WARD, et al., 1973).

La Falla del Suárez, al occidente del pueblo de Girón afecta capas de la Formación Girón, las cuales se pliegan por arrastre, alcanzando posiciones verticales y en algunos casos invertidas. En cercanías de la falla se observa un fuerte fracturamiento y un alto grado de meteorización de las rocas hasta el punto de llegarse a confundir con depósitos cuaternarios (JULIVERT, 1963).

4.3 UNIDADES GEOLÓGICAS PARA INGENIERÍA (LOCAL)

Se caracterizaron y cartografiaron las Unidades Geológicas Superficiales a escala detallada, según las condiciones físico-mecánicas de los suelos en diferentes sitios, siguiendo la metodología y nomenclatura del INGEOMINAS (2007).

Las Unidades Geológicas Superficiales corresponden a un conjunto de materiales que incluyen suelos y rocas, cuyas propiedades se conservan por debajo de la superficie hasta algunas decenas de metros. Las UGS se utilizan como herramienta para evaluar el comportamiento mecánico de los terrenos ante diferentes usos, como desarrollo de obras de infraestructura, desarrollos mineros y demás usos definidos en los planes de ordenamiento territorial.

4.3.1 Factores considerados para caracterizar las unidades geológicas superficiales (UGS)

En la cartografía geológica para ingeniería, la clasificación de rocas y suelos está basada en las propiedades físicas de dichos materiales en su estado actual, dependiendo de la combinación de factores como el origen, la diagénesis, la historia tectónica, el metamorfismo y los procesos de meteorización, los cuales gobiernan el comportamiento mecánico de dichos materiales (resistencia, deformabilidad, durabilidad, y permeabilidad, entre otros). Para la descripción y caracterización de las unidades geológicas superficiales, se tienen en cuenta cinco parámetros fundamentales: Litología (composición y textura), dureza o resistencia, condición de las discontinuidades, grado de meteorización y rasgos estructurales. Estas características se obtienen mediante la descripción de perfiles de afloramientos rocosos, exploración del subsuelo, muestreo de suelos y rocas, ensayos in situ y análisis de laboratorio, debido a las condiciones que se presentaron en el área de estudio algunas de estas características se restringen para el análisis y resultados a presentar.

La International Asociation of Engineering Geology (IAEG) recomienda usar propiedades geológicas que de alguna manera indican las características geológicas de ingeniería, como las que se relacionan a continuación:

- **Litología**

Características de textura y estructura tales como la distribución del tamaño de las partículas, su correlación con el peso unitario y la porosidad.
Contenido de humedad, humedad de saturación, consistencia, diaclasamiento, alteración y grado de meteorización.
Composición mineralógica, la cual está estrechamente relacionada con el peso específico, los límites de Atterberg y el índice de plasticidad.

- **Grado de Meteorización**

Es uno de los aspectos que juega un papel importante en la caracterización de las unidades superficiales, se define como la descomposición física y química In situ de los materiales cercanos a la superficie de la tierra. Influye en la formación de los suelos residuales, estabilidad de las laderas y en la acción de los procesos erosivos, al igual que sobre las propiedades físico–mecánicas de las rocas tales como densidad, esfuerzo a la comprensión inconfinada, esfuerzo a la tensión inconfinada,

porosidad, permeabilidad, deformabilidad y consistencia. Para definir el grado de meteorización de las rocas se utilizaron los perfiles generalizados de Deere y Patton (1971) y Dearman (1974, 1991).

- **Grado de fracturamiento o discontinuidades**

Se definen como planos o fracturas de origen mecánico o sedimentario que independizan o separan bloques de roca. En la Tabla 10, se muestra una de las clasificaciones del grado de fractura miento tenida en cuenta en el estudio de las discontinuidades.

Tabla 10. Condición de fractura miento de las rocas.

INTERVALO DE SEPARACION (espaciamiento)*	> 2 m (mayor de 200 cm)	60 - 200 cms	20 - 60 cm	6 - 20 cm	< 6 cm (menor de 6 cm)
CLASIFICACION (Grado de fracturación)	MASIVA	POCO FRACTURADA	FRACTURADA	MUY FRACTURADA	FRAGMENTADA o TRITURADA
CARACTERISTICAS	Discontinuidades bastante espaciadas (mayor de 2 m)	Fracturas regularmente espaciadas a ampliamente espaciadas	Fracturas próximas o moderadamente espaciadas	Fracturas muy próximas o estrechamente espaciadas. Las rocas se separan en bloques tabulares	La roca se presenta triturada, astillosa y se separan en lajas con facilidad

* Según Bieniawsky (1979), Dearman (1991) y Medina (1991).

De acuerdo con los factores considerados para caracterizar las Unidades Geológicas Superficiales (UGS) (según su origen, litología, grado de meteorización, y grado de fracturamiento o discontinuidades en roca, entre otros aspectos), en el sitio estudiado las UGS se dividieron en:

- **Unidades de Suelos:**

Residual (Sr)
Transportado (St)

4.3.2 Barrio Miramanga

4.3.2.1 Unidades de Suelo

Para la clasificación de estas unidades se tomó como base la clasificación genética utilizada por el INGEOMINAS (2007) Tabla 11.

Tabla 11. Clasificación genética de las unidades de suelo. Modificado de Montero (2001).

Tipo	Origen	Nombre de los depósitos
Residual	In situ	Suelo Laterítico y Suelo Saprolítico
Transportado	De Ladera	De gravedad: depósitos coluviales y flujos de tierra
	Aluvial – Fluvio torrencial	Aluviones en el lecho o fuera de él (Llanura de Inundación, Barras, Terrazas, Abanicos, Deltas)
	Glaciares	Fluvioglaciares
	Antrópico	Materiales diversos, naturales o no (Rellenos sanitarios, presas, escombreras y rellenos de disposición)

De acuerdo con la Tabla 11 en el sector estudiado, se presentan según la clasificación del INGEOMINAS 2007, en la zona estudiada:

4.3.2.2 Unidades de suelos residuales

En la nomenclatura del mapa de unidades geológicas superficiales, los suelos residuales se identifican con las letras Sr. Se originan por efectos de la meteorización (completamente meteorizado), facilitada por el denso fracturamiento de la roca, y el nivel de humedad que se presenta.

- **Suelo residual del Neiss de Bucaramanga**

En el área de estudio se presenta esta unidad en un porcentaje moderado, en la ladera por encima del deslizamiento y por debajo de la vía que comunica de Bucaramanga a Cúcuta, de color café claro con pintas grises, se presenta en la parte superior de la ladera, corresponde a material arenoso-limoso, homogéneo, consistencia dura, humedad nula, plasticidad nula, por acción del agua se presenta erosión laminar y erosión en pequeños surcos.



Fotografía 1.Vista al NE se puede observar suelo residual perteneciente al Neis de Bucaramanga.

4.3.2.3 Suelos transportados

Esta unidad corresponde a material que ha sufrido algún tipo de transporte, en este caso se refiere a materiales transportados por efectos de la gravedad, movimientos en masa, actividad antrópica, corrientes de agua y principalmente la lluvia, los suelos transportados están conformados por clastos de diferente composición litológica (rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas), se pueden hallar embebidos en una matriz arcillosa a arenosa, suelos varían de compactos a no compactos. Según lo anterior los suelos transportados se clasificaron de la siguiente manera:

De Ladera

- **Suelo transportado movimientos en masa (Stmm):**

Dentro del área de estudio se observó suelo transportado referentes a movimientos en masa originados por acción de la gravedad y la sobresaturación de los suelos. En la Fotografía 1 se evidencia que están conformado por material matriz soportado, la matriz es arenolimosa, los clastos presentan tamaños desde gravas hasta cantos de forma angular a subredondeada presentan espesores variables.



Fotografía 2.Se observa Suelo transportado de movimiento en masa en la parte media del Barrio Miramanga.
Fuente: Este estudio, 2023

De origen antrópico

Corresponden a materiales heterogéneos dispuestos por el hombre, generalmente de manera caótica y sin ningún tratamiento o adecuación, con el objeto de cumplir los requerimientos de los diseños de obras de ingeniería. Están compuestos por materiales tamaño arena, arcilla, grava y son producto de residuos de construcción o para adecuación de terrenos generalmente como cimentación de la vivienda o vías (INGEOMINAS, 2001).

- **Suelos de llenos antrópicos de basuras y escombros (Stlab)**

Corresponden a materiales heterogéneos, dispuestos por el hombre, generalmente caóticamente y sin ningún tratamiento o adecuación, conformados por acumulaciones de material de desechos de construcción mezclados con desechos orgánicos y basuras que contienen caucho, papel, cartón, telas y plásticos, entre otros. En el área de estudio se pueden observar áreas compuestos por fragmentos de concreto, se pueden apreciar restos de diversos materiales (plásticos, tabletas de mampostería, fragmentos de vidrios, pequeños pedazos de tubería de pvc, entre otros).



Fotografía 3.Se observa diversos materiales los cuales se clasifican como llenos antrópicos de basuras y escombros ubicados en un área de la zona de estudio.
Fuente: Este estudio, 2023

- **Suelos de llenos antrópicos de excavación y/o relleno (Stla)**

Se componen por material de excavación y/o relleno con el fin de adecuar el terreno para la construcción de viviendas y otras estructuras. El área de estudio se caracteriza por presentarse en cercanías al área de estudio zona de canal en concreto y pista de aterrizaje, además se presentan pequeñas áreas en cercanías donde se pueden observar pequeños rellenos (Fotografía 4)



Fotografía 4.Se evidencia vía que de Bucaramanga conduce a Cúcuta, Norte de Santander.

A continuación, en la

Tabla 12 se resumen las características principales de las unidades geológicas para ingeniería presentes en el área.

Tabla 12. Unidades geológicas de Ingeniería.

UNIDAD GEOLÓGICA BÁSICA/EDAD	UNIDAD GEOLÓGICA SUPERFICIAL (Clase de material)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Cuaternario	Suelo transportado de movimientos en masa	Stmm	Son depósitos clasto soportados a matriz soportados, originados principalmente por acción de la gravedad, sobresaturación de suelos residuales y depósitos de coluvión, en épocas de fuerte invierno. Están compuestos por gravas y una matriz limo arenosa
	Suelos de llenos antrópicos de excavación y/o relleno	Stla	Arenas arcillosas gravosas y limos de colores rojizos, amarillentos y naranjas. Existen esporádicos bloques angulares grandes, de arenisca, asociados superficialmente a este miembro.
	Suelo de llenos antrópicos de basuras y escombros	Stlab	Corresponden a materiales heterogéneos, dispuestos por el hombre, generalmente caóticamente y sin ningun tratamiento o adecuación, conformados por acumulación dematerial de desechos de construcción mezclados con desechos orgánicos y basuras.
Pre Cambrico	Suelo residual del Neisde Bucaramanga	SrPCnba	Se componen por material de excavación y/o relleno con el fin de adecuar el terreno para la construcción de viviendas y otras estructuras.

A continuación, en la Figura 15 se presenta el mapa geológico de unidades para ingeniería del área de estudio Barrio Miramanga.

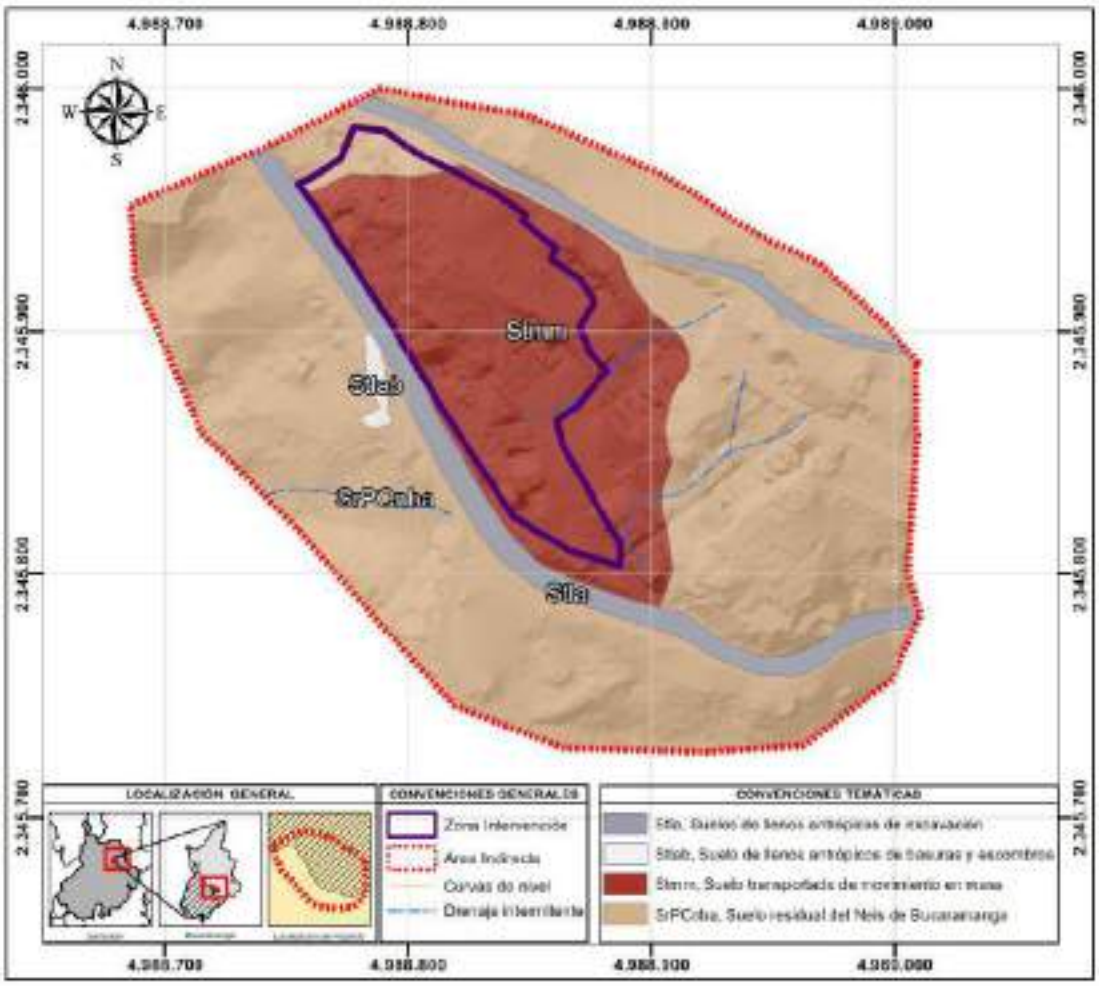


Figura 15. Mapas de Unidades Geológicas para Ingeniería área de estudio Barrio Miramanga.
Fuente: Este estudio, 2023

4.4 GEOMORFOLOGÍA

4.4.1 Metodología

En el estudio de las formas del terreno, fue indispensable la utilización de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), las imágenes satelitales, y el Modelo Digital del Terreno (MDT) elaborados, con el que se calcularon otros factores como las pendientes del terreno, el modelo de sombras, entre otros; con el fin de determinar por medio de interpretación, los tipos de materiales involucrados, los procesos morfodinámicos, y las formas predominantes del terreno. Para su caracterización se consideró la metodología de trabajo que desarrolla la entidad del estado cuya misión es la evaluación de las amenazas naturales (SGC-metodología Carvajal-2011), cuyo marco de jerarquía difiere ligeramente en los niveles de categorización y conceptualización genérica.
A continuación, se enlistan algunos de los insumos utilizados para la caracterización geomorfológica del área de estudio.

- ArcGIS 10.4
- Mapa Geológico (1:25.000): 109 – Zonificación Sismogeotécnica indicativa del área metropolitana de Bucaramanga
- Imagen Satelital: Lidar
- Modelo Digital del Terreno
- Modelo de Sombras

4.4.2 Geomorfología de la zona de estudio según (SGC)

La zona de estudio se encuentra ubicado morfológicamente en la geomorfoestructura correspondiente al sistema Orogénico Andino, conformado a su vez por la provincia geomorfológica Cordillera Oriental (Carvajal, 2002-2002a, y Mendivelso 2009). En la Figura 16 se muestra el esquema de jerarquización geomorfológica propuesto para el estudio del área del barrio Gaitán.



Figura 16. Esquema de Jerarquización geomorfológica.
Fuente: Tomado y Modificado de Velásquez (1999), Carvajal (2002-2008).

4.4.2.1 Geomorfoestructura

La geomorfoestructura se refiere a grandes áreas geográficas o amplios espacios continentales o intra continentales caracterizados y definidos por estructuras geológicas y topográficas regionales que han tenido deformación o basculamiento y posiblemente metamorfismo o intrusión ígnea. Se consideran como geomorfoestructura: Los escudos, los bloques de origen continental (Plateaus Orogénicos o Epirogénicos), grandes cuencas de sedimentación, cuencas intracratónicas y rift valleys, plataformas y cinturones orogénicos. Corresponde según Velásquez (1999) a escalas de trabajo menores de 1: 2.500.000.



Figura 17. Localización zona estudio en el mapa Geomorfo estructural de Colombia.
Fuente: Tomado y Modificado de Mendivelso (2009).

El área de estudio del barrio Miramanga se encuentra ubicada morfológicamente en la geomorfoestructura correspondiente al sistema orogénico andino (Figura 17) descrito por Mendivelso (2009) y dentro de este sistema hace parte la geomorfoestructura de cordillera (Carvajal 2011).

4.4.2.2 Provincia Geomorfológica

Corresponde a un conjunto de regiones con geoformas parecidas y definidas por un macro relieve y una génesis geológica similar. Localmente se relacionan con las regiones naturales y con los terrenos geológicos de Colombia los cuales están delimitados por el trazo de mega fracturas y suturas definidas o inferidas (Ingeominas 1999, Velásquez 1999, Irving 1971, Etayo y otros 1986, Villota 1997). El área de estudio se encuentra localizada en la Cordillera Oriental. (Figura 18)

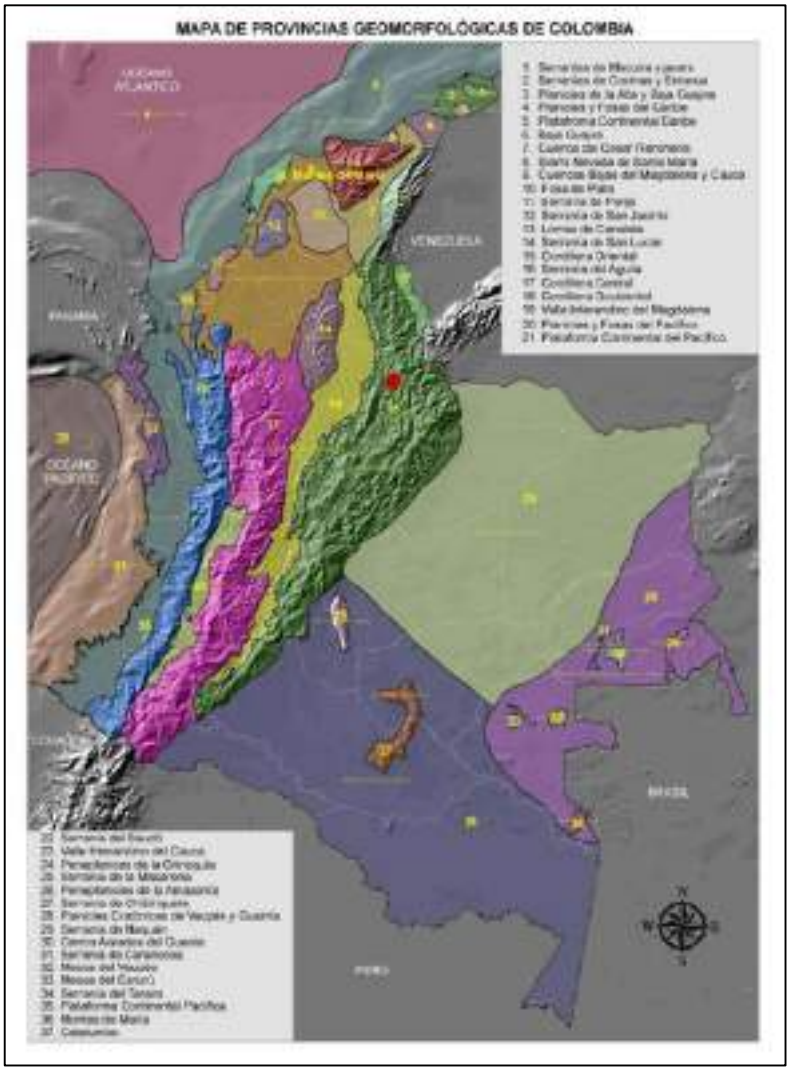


Figura 18. Localización zona estudio en el mapa de Provincias de Colombia. Fuente: Tomado y Modificado de Mendivelso (2009).

El nombre propuesto para la provincia geomorfológica es compuesto y consiste en un término morfológico de macro relieve, combinado con un nombre geográfico definido por el nombre del terreno geológico o región natural respectiva Mendivelso (2008-2009).

4.4.2.3 Regiones

Las regiones hacen alusión a los ambientes morfogenético que predominan en el área de estudio, e involucra a las geoformas relacionadas a la génesis de los paisajes, y definidas por un marco de ambiente morfogenético definido y afectados por procesos dinámicos parecidos. Aquí se pueden agrupar áreas equivalentes a vertientes que estén contenidas dentro de una provincia geomorfológica y que representen un ambiente morfogenético particular con condiciones climáticas homogéneas: Eólico, lacustre, fluvial, volcánico, glaciar, denudativo, marino y costero, kárstico, estructural, estructural denudativo y antropogénico.

Tabla 13. Clasificación de Unidades Geomorfológicas según su origen (Ingeominas, 2001).

ORIGEN PRINCIPAL	EJEMPLOS DE FORMAS CON UN ORIGEN ESPECIFICO
FLUVIAL (Erosión Fluvial y Sedimentación)	Geoformas de acumulación y complejas planicies aluviales, transicionales y erosiónales.
LACUSTRE (Erosión Lagunar y Sedimentación)	Geoformas producto de niveles de agua alta (Terrazas), fondos de lagos. (Evaporitas/Playa, no Evaporitas)
MARINO (Erosión Marina y Sedimentación)	Geoformas de ambientes de alta energía, (materiales de grano grueso); de ambientes de baja energía (materiales de grano fino); y asociadas a complejos levantamientos.
VOLCÁNICO (Actividad Volcánica)	Geoformas de conos, cráteres, escarpes volcánicos, flujos de lava y labradas en materiales piroclásticos.
DENUDACIONAL (Meteorización, desgaste de masa, Erosión Linear)	Geoformas asociadas a desgaste, efectos litológicos no mayores. Geoformas influenciadas por la litología y erosión fluvial linear asociadas con procesos denudativos específicos (desgaste de masas).
ESTRUCTURAL (Fallamiento)	Geoformas asociadas con las capas de roca estratificadas o estructuralmente controladas, relacionadas con plegamientos, fallamiento y levantamiento.

ORIGEN PRINCIPAL	EJEMPLOS DE FORMAS CON UN ORIGEN ESPECIFICO
ESTRUCTURAL-DENUDACIONAL	Asociaciones denudacionales y estructurales.
KÁRSTICO (Solución y Redepositación)	Geoformas positivas (Colinas), negativas (Depresiones), estructurales y otras (Complejos).
EÓLICO (Erosión por el Viento y Sedimentación)	Geoformas de acumulación (Activas/No activas), y de deflación.
GLACIAL (Erosión y Sedimentación)	Geoformas erosiónales dominantemente de glaciación continental, glaciación de montañas y de acumulación (dominantemente morrenas, hielo, y lomos)
ANTROPOGÉNICO	Aquellas formas del relieve que son el producto de modificaciones causadas por intervención del hombre.

Según la Tabla 13, La zona de estudio (Barrio Gaitán) se encuentra caracterizada por dos regiones que representan los ambientes morfogenéticos, los cuales son: Ambiente Denudacional y Ambiente Antropogénico.

Tabla 14. Unidades geomorfológicas de la zona de estudio (Carvajal, 2001)

GEOMORFOESTRUCTURA	REGION	UNIDAD	SUBUNIDAD	SIMBOLO
Orógeno Andino	Ambiente Denudacional	Cima	Cimas anchas	D1
		Ladera	Laderas moderadas	D11
			Laderas muy inclinadas	D10
		Movimiento en Masa	Depósitos de Movimiento en Masa	D15
	Ambiente Antropogénico	Rellenos	Llenos Mixtos	A5
		Obras	Obras Civiles	A7

4.5 UNIDADES Y SUBUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

De la zona de estudio se identificaron unidades y subunidades de los ambientes denudacional y estructural. Estas Unidades se definieron con base en criterios genéticos, morfológico, geométrico, y en función de los procesos geomorfológicos específicos, ya sea de carácter erosivo o de acumulación. Para la delimitación de las geoformas se utilizaron imágenes satelitales y el modelo digital del terreno, las cuales evidenciaban todos los parámetros previamente mencionados junto a procesos dinámicos activos.

4.5.1 Geoformas de Origen Denutativo (D)

Dentro de las geoformas asociadas a los procesos denudativos exógenos se incluyen las geoformas cuya expresión morfológica está definida por la acción combinada de procesos moderados a intensos de meteorización, erosión y transporte de origen gravitacional y pluvial que han remodelado y dejado remanentes de las geoformas morfoestructúrales preexistentes y además crean nuevas geoformas por acumulación de sedimentos.

Dentro de la zona de estudio estas geoformas se distribuyen ampliamente casi por la totalidad de las formaciones, sin embargo, son características de la Formación Bucaramanga. Su origen obedece a los procesos de plegamiento y deformación intensa, durante la formación de la afectación posterior por procesos de meteorización y de denudación diferenciales intensos que generaron la formación local de suelos transportados y depósitos coluviales con los que generalmente se asocian. Morfológicamente presentan estas características generales:

- **Movimientos en masa**

Geoformas asociadas a sectores inestables donde se han presentado desplazamientos del terreno a lo largo de superficies de ruptura.

- **Depósitos de movimientos en masa (D15)**

Son geoformas compuestas por masas de suelo o roca, o mezcla de ambos, cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla y en un tiempo relativamente corto, o por desgarre de una zona de poco espesor cuya masa movida muestra evidencia de actividad reciente. Por lo general este tipo de fenómenos muestra movimientos de pequeñas dimensiones muy superficiales, existiendo algunos de ellos que involucran volúmenes importantes como es el caso del movimiento en masa observado en la zona de estudio que alcanza espesores de materiales de aproximadamente 3 m; este movimiento junto con otros de menor tamaño está presentándose como reactivación de grandes movimientos en masa antiguos, tipo flujo.



Fotografía 5.Vista de sector en donde se aprecia Depósito de movimiento en masa.
Fuente: Este estudio, 2023.

- **Cimas anchas (D1)**

Cúspides de colinas con formas semiredondeadas, a partir de las cuales divergen en todas las direcciones. Este tipo de geoformas se presentan achatadas y por lo generar semiplanas; esta unidad se presenta sobre la parte alta encima de la calle 18 el cual es inicio del barrio buenos aires.

- **Laderas muy inclinadas (D11)**

Superficie natural del terreno, producto de procesos principalmente denudacionales, caracterizada por presentar pendientes onduladas con inclinaciones entre 10° y 40°. Por lo general en estas zonas se presenta una buena cobertura vegetal. Son comunes en el área de estudio donde se presenta una extensa zona de laderas moderadas.



Fotografía 6.En el barrio Miramanga se evidencia laderas moderadas (D11). Fuente: Este estudio, 2023.

4.5.2 Geoformas de Origen Antrópico (A)

Son formas del terreno cuyo origen está ligado a las actividades humanas de explotación de recursos del subsuelo y al acondicionamiento del terreno tanto para la construcción de obras civiles como para la disposición de desechos tanto orgánicos como inorgánicos. En la zona de estudio predomina las geoformas de origen antrópico asociado a llenos mixtos (A5) y Obras civiles (A7).

- **Llenos mixtos (A5)**

En su gran mayoría estas geoformas pertenecen a llenos realizados por el hombre y sus materiales por lo general se componen de acumulaciones de escombros, mezclados con frecuencia con basura.



Fotografía 7.Se evidencia llenos mixtos (A5) parte izquierda zona de estudio en el barrio Miramanga.
Fuente: Este estudio, 2023.

- **Obras civiles (A7)**

Estas geoformas se distinguen en aquellos terrenos en donde se han realizado cortes para el desarrollo de vías de comunicación, obras de infraestructura, canalizaciones, entre otras.



Fotografía 8.Se observa obra civil de vía nacional que comunica a Bucaramanga con Cúcuta, Norte de Santander.

A continuación, en la Figura 19 se presenta el mapa geomorfológico de la zona de estudio Barrio Miramanga.

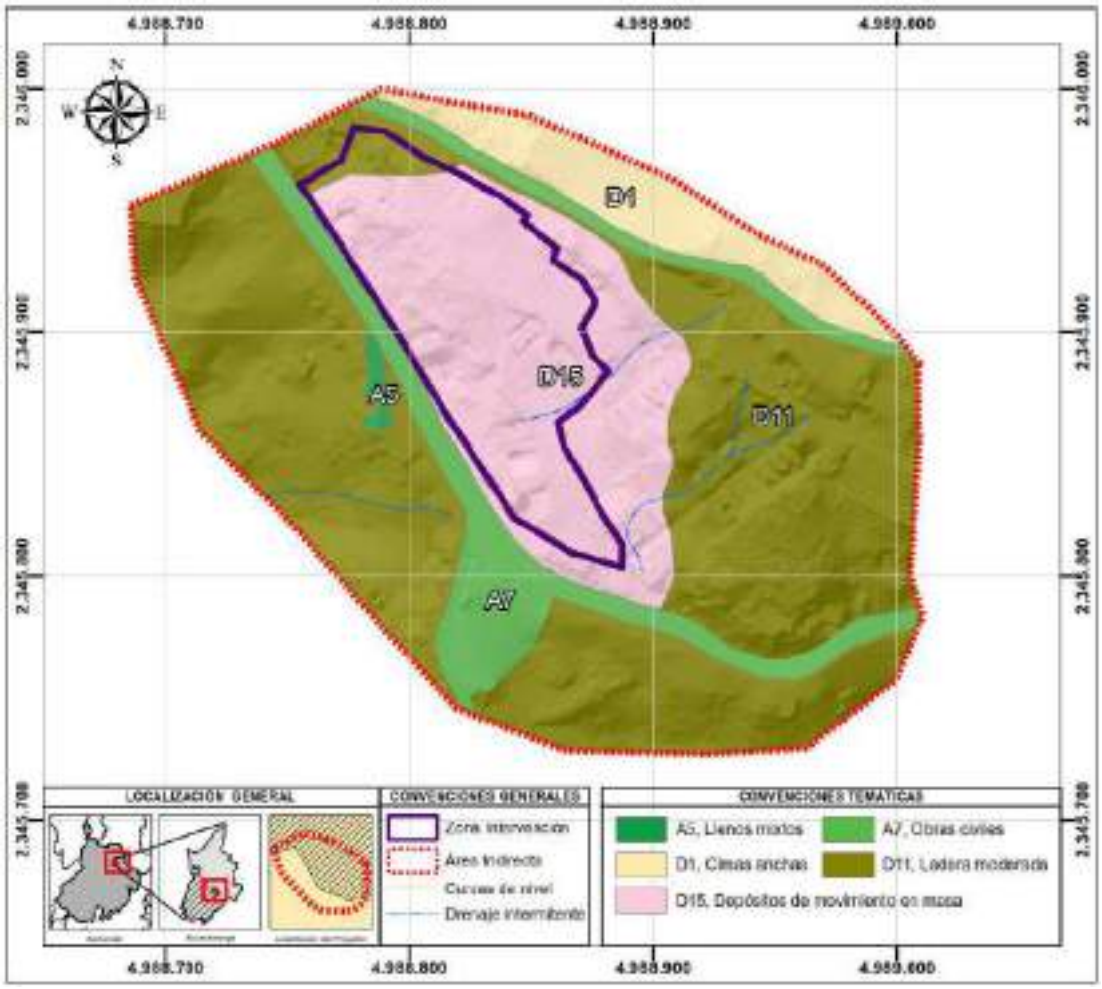


Figura 19. Unidades Geomorfológicas para la zona de estudio Barrio Miramanga.

5. DIAGNOSTICO DE LOS PROBLEMAS IDENTIFICADOS

En este sector se presentó un deslizamiento de tipo rotacional, retrogresivo, de gran magnitud que afecto un área aproximada de 2 hectáreas. De acuerdo a la revisión de información existente, se trata de la reactivación de un antiguo deslizamiento, el cual presento afectaciones en los años 2006 y 2010.

Este antiguo deslizamiento se reactivó en la ola invernal de los meses de octubre y noviembre de 2022 y se presume que el aumento de las lluvias y posibles daños en las redes de servicios públicos pudieron generar una saturación gradual del antiguo deslizamiento y de los rellenos antrópicos, que fueron conformados sobre la superficie del antiguo depósito coluvial.

En las inspecciones de campo se identificaron grietas de tracción y superficies de ruptura, sobre el talud superior de la vía Bucaramanga – Cucuta. Los desplazamientos que se han presentado en este sector han ocasionado el colapso de varias viviendas, cierre parcial de la via Bucaramanga – Cucuta y daños en redes de servicios públicos.



Fotografía 9. Viviendas afectadas en el sector de Miramanga



Fotografía 10. Viviendas afectadas en el sector de Miramanga



Fotografía 11. Viviendas afectadas en el sector de Miramanga



Fotografía 12. Afectaciones en la parte baja del talud junto a la via Bucaramanga - Pamplona



Fotografía 13. Afectaciones en la parte baja del talud junto a la via Bucaramanga - Pamplona



Fotografía 14. Viviendas afectadas en el sector de Miramanga



Fotografía 15. Viviendas afectadas en el sector de Miramanga

5.1 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL DESLIZAMIENTO DEL BARRIO MIRAMANGA

- **Año 1993**

En las imágenes aéreas del año 1993, se aprecia que en la zona correspondiente al Sector de Miramanga, aún no se había generado la terraza o corte del actual parqueadero que se ubica en el pie del talud junto a la via Bucaramanga – Pamplona.



Figura 20. Foto aérea de la comuna 14 y el sector de Miramanga – Fuente: vuelos FAL -320 F-02 552 a 556 a escala 1:9100 del año 1993

- **Año 2002**

En la foto aérea del año 2002, se aprecia que para esta fecha ya se había generado el corte para la construcción del parqueadero y adicionalmente, sobre la parte alta de la ladera se había generado una terraza.



Figura 21. Foto aérea de la comuna 14 y el sector de Miramanga – Fuente: Google Earth - 2002

De acuerdo a información histórica de la empresa GEO TECNOLOGÍA S.A.S, se tiene evidencia relacionada con un deslizamiento presentado en el año 2006 que fue detonado por las excavaciones realizadas para la construcción de un parqueadero junto a la Vía a Pamplona.



Figura 22. Evidencias del deslizamiento del año 2006 – Fuente: Geotecnología S.A.S



Figura 23. Evidencias del deslizamiento del año 2006 – Fuente: Geotecnología S.A.S

- **Año 2009**

En la foto aérea del año 2009, se aprecia que para esta se construyó sobre la parte alta de la ladera una cancha en tierra y un área de juegos infantiles. Sobre la parte baja de la ladera se observa que se amplió el área de la zona del parqueadero.



Figura 24. Foto aérea de la comuna 14 y el sector de Miramanga – año 2009

- **Año 2011**

En la foto aérea del año 2011, se aprecia que previo a esta fecha se presentó un deslizamiento de gran magnitud que afecto lo que actualmente se conoce como Miramanga.

De acuerdo a información histórica recopilada, en el año 2010, se presentó un deslizamiento en los meses de noviembre y diciembre, producto de la ola invernal de dicho año. El movimiento afecto la cancha, la zona de juegos infantiles y 2 antenas de telecomunicaciones.



Figura 25. Foto aérea de la comuna 14 y el sector de Miramanga – Fuente: Google Earth - 2011



Figura 26. Evidencias del deslizamiento del año 2010 – Fuente: Geotecnología S.A.S



Figura 27. Evidencias del deslizamiento del año 2010 – Fuente: Geotecnología S.A.S



Figura 28. Evidencias del deslizamiento del año 2010 – Fuente: Geotecnología S.A.S



Figura 29. Evidencias del deslizamiento del año 2010 – Fuente: Geotecnología S.A.S

- **Año 2014**

En la foto aérea del año 2014, se aprecia que posterior al deslizamiento del año 2010, se realizó una conformación de la zona del movimiento, sin embargo, y de acuerdo a la información recopilada en campo no se construyeron obras de mitigación y/o estabilización para mitigar los efectos del deslizamiento. En el lapso de tiempo entre los años 2010 a 2014, es cuando se incrementa el número de viviendas construidas en este sector.

De acuerdo al análisis de la información histórica de los años 1992 a 2014, se concluye que una gran parte del sector de Miramanga fue construida sobre rellenos que se conformaron sobre los materiales de los dos deslizamientos de los años 2006 y 2010.



Figura 30. Foto aérea de la comuna 14 y el sector de Miramanga – Fuente: Google Earth - 2014

- **Año 2018**

En la foto aérea del año 2018, se aprecia que, sobre las zonas afectadas por los deslizamientos de los años 2006 y 2010, no se construyó ninguna obra de mitigación y/o estabilización y aumento el número de viviendas construidas.



Figura 31. Foto aérea de la comuna 14 y el sector de Miramanga – Fuente: Google Earth - 2014

- **Año 2022**

En la foto aérea del año 2022 se superpone la superficie de falla o corona del deslizamiento del año 2010. Se aprecia que para el 2022 gran parte de la zona del antiguo movimiento fue ocupada y construida sin que se construyeran obras de mitigación. Adicionalmente y de acuerdo a las inspecciones de campo, las viviendas del sector de Miramanga carecen de sistema de alcantarillado de aguas lluvias y el alcantarillado sanitario existente fue construido por la comunidad. Dado que los sistemas de alcantarillado sanitario y la red de distribución de agua potable, de gran parte del sector de Miramanga, fueron construidos sobre el cuerpo del antiguo deslizamiento, es muy factible que estas redes presentan fugas y estas aguas esten saturando el deposito del antiguo deslizamiento.



Figura 32. Foto aérea de la comuna 14 y el sector de Miramanga – Fuente: Consorcio estudios AVR-C14 - 2022

- **Año 2023**

En la foto aérea del año 2023 se superpone la superficie de falla o corona del deslizamiento del año 2010 y la superficie de falla del deslizamiento reciente de octubre de 2022. Se aprecia que el deslizamiento reciente corresponde a la reactivación de un sector del antiguo deslizamiento y las casusas más probables están asociadas a la saturación de la masa del deslizamiento antiguo producto de las lluvias, del mal manejo de las aguas de escorrentia y a posibles infiltraciones de agua de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario.

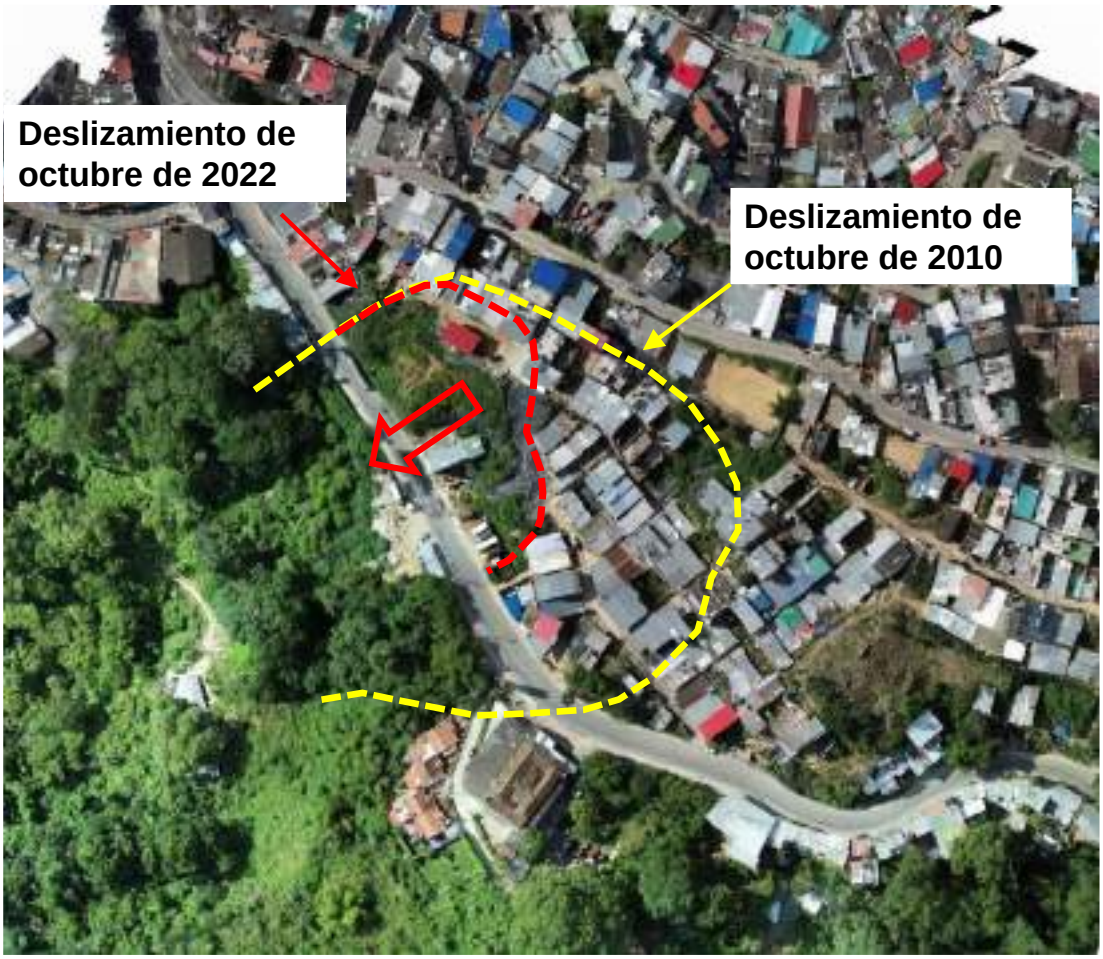


Figura 33. Foto aérea de la comuna 14 y el sector de Miramanga – Fuente: Consorcio Estudios Bucaramanga - 2023

6. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO PARA ESTABILIDAD DE TALUDES

Inicialmente se realizó una revisión de las descripciones de las muestras recuperadas en la exploración de campo y se verifico nuevamente esta litología con las observaciones de campo.

De acuerdo a las características geológicas, geomorfológicas y la exploración de campo, se definieron los contactos litológicos.

6.1 DEFINICIÓN DE CONTACTOS LITOLOGÍAS

Los contactos litológicos detallados mediante las muestras recuperadas en la perforación, permitieron definir los perfiles geológico-geotécnicos.

6.2 NIVELES FREÁTICOS

Una vez finalizada la exploración de campo y revisados los estudios existentes, no se detectaron niveles freáticos en algunos sondeos, sin embargo y debido al mal manejo del drenaje superficial, se identificaron algunas zonas del depósito coluvial activo con concentraciones de agua que indicarían que estos materiales se encuentran saturados o parcialmente saturados.

6.3 PERFILES GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

Como resultado de las anteriores actividades se definieron cuatro (4) perfiles geológico-geotécnicos.

A continuación, se muestran los perfiles, teniendo en cuenta los contactos litológicos y sus profundidades definidas en los ensayos de exploración de campo.



Figura 34. Localización de perfiles

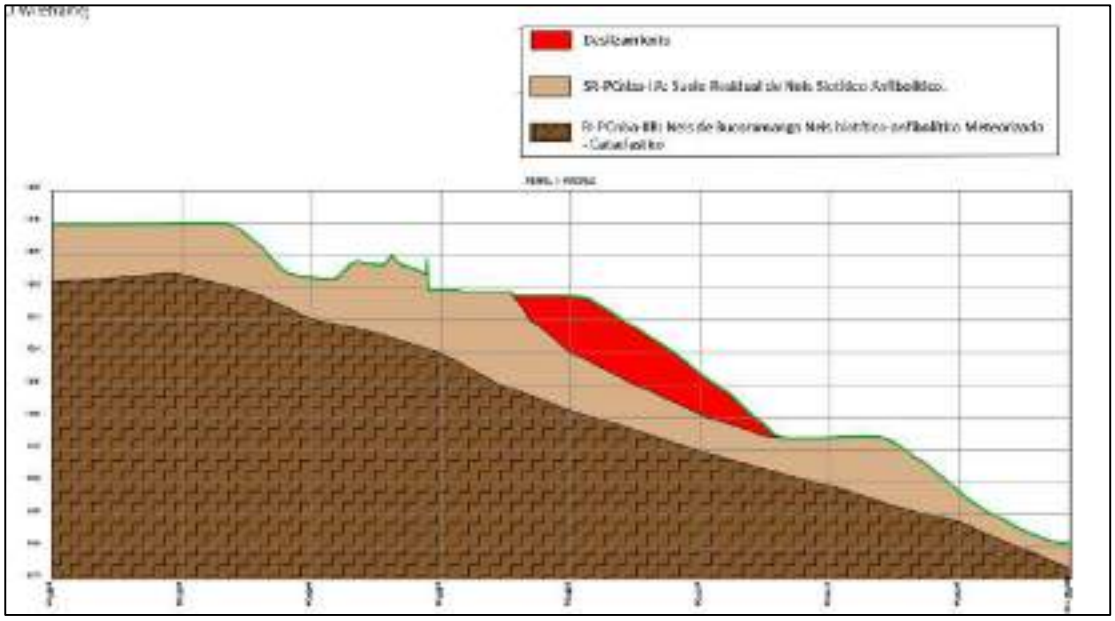


Figura 35. Perfiles Geológico – Geotécnico 1

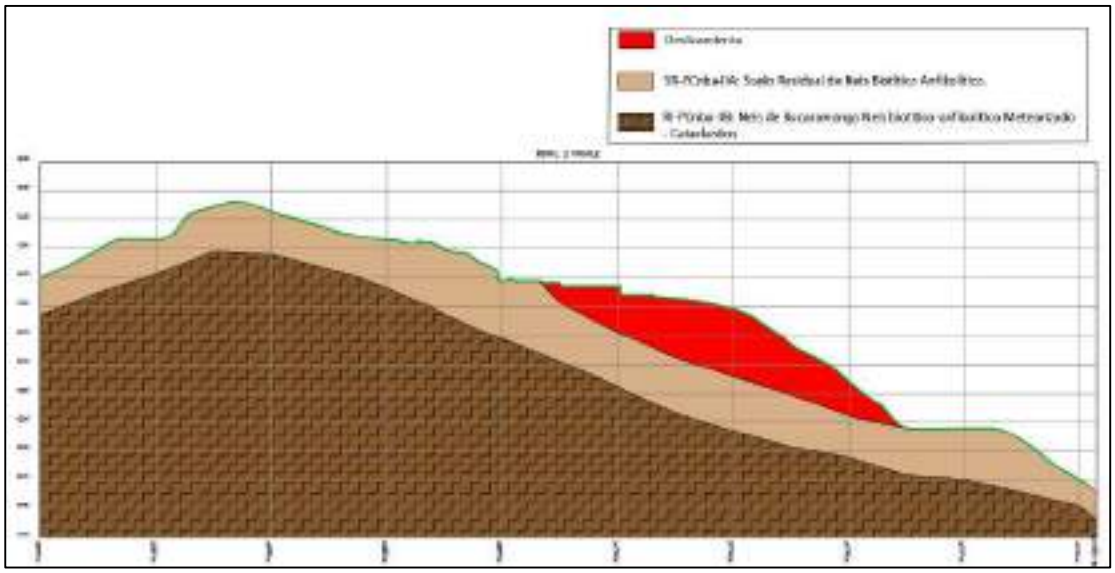


Figura 36. Perfiles Geológico – Geotécnico 2

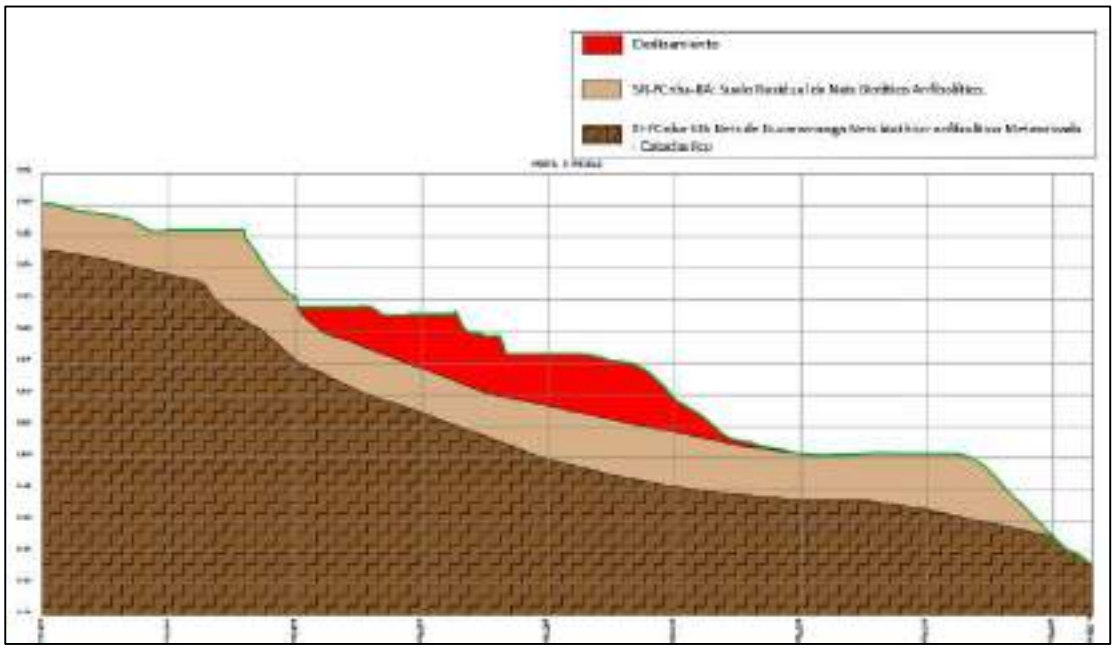


Figura 37. Perfiles Geológico – Geotécnico 3

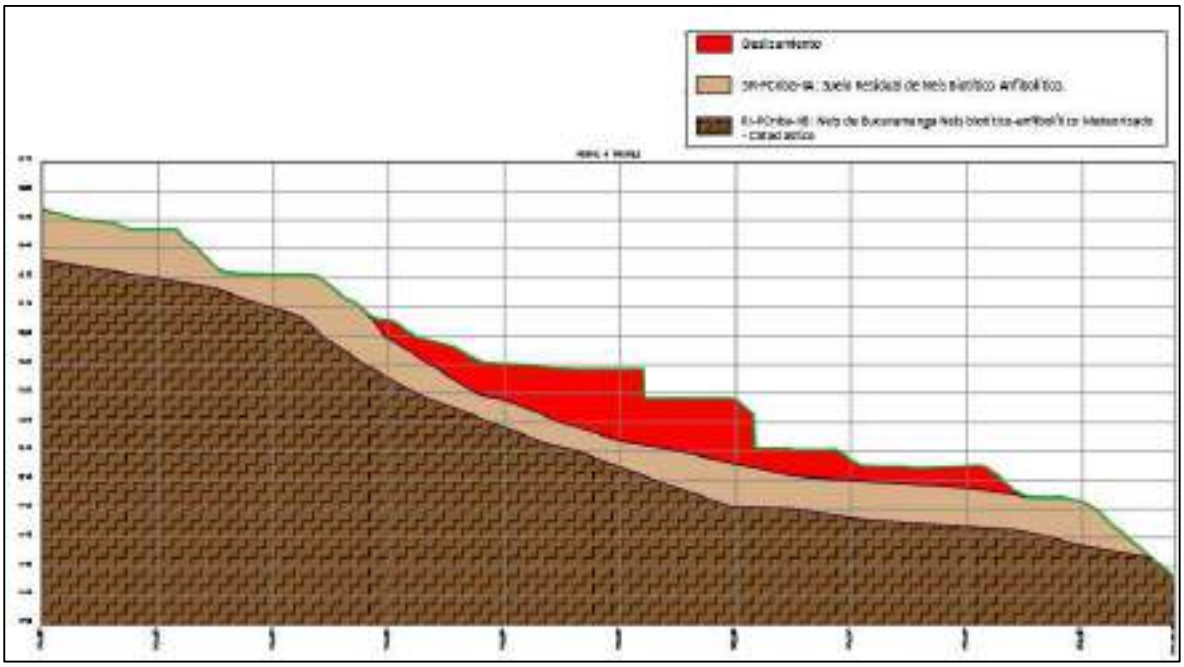


Figura 38. Perfiles Geológico – Geotécnico 4

7. EVALUACIÓN DE AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA Y DISEÑOS DE OBRAS DE MITIGACIÓN

7.1 PARÁMETROS SÍSMICOS

7.1.1 Caracterización geomecánica de los suelos

Con base en el Título A, del Código de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), se puede establecer que el municipio de Bucaramanga se encuentra en una zona de amenaza sísmica Alta.

A continuación, se presentan los parámetros básicos necesarios para el diseño sísmico de las estructuras:

- Coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva: Aa = 0.25
- Coeficiente de velocidad horizontal pico efectiva vertical: Av = 0.25

Tabla 15. Clasificación de los perfiles de suelo.
Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s> $\bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (~1 kgf/cm²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	50 > $\bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (~1 kgf/cm²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (~0.5 kgf/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\bar{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w ≥ 40% 50 kPa (~0.50 kgf/cm²) > $\bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

7.1.2 Efectos locales

Teniendo en cuenta el coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva Aa y del tipo de perfil de suelo, se definen los coeficientes de aceleración para periodos cortos e intermedios, de acuerdo a las tablas A.2.4-3 y A.2.4-4 (Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro y valores del coeficiente Fv, para la zona de periodos intermedios del espectro) de la NSR-10.

Tabla 16. Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro.
Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10.

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Tabla 17. Valores del coeficiente Fv, para la zona de períodos intermedios del espectro.
Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10.

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Teniendo en cuenta las anteriores tablas, el tipo de perfil del suelo y el coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva se presenta a continuación los valores de del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro y valores del coeficiente Fv, para la zona de periodos intermedios del espectro:

- Perfil de suelo: D
- Coeficiente de aceleración – periodos cortos: Fa = 1.30
- Coeficiente de aceleración – periodos intermedios: Fv = 1.90

7.1.3 Parámetros para análisis seudo estático de taludes

Para la realización de análisis seudo estático de taludes se evaluará la aceleración horizontal de acuerdo a criterio de la norma NSR 2010.

H.5.2.5 — SISMO DE DISEÑO — Para efectos del análisis y diseño de taludes, se debe emplear la aceleración máxima del terreno, a_{max} obtenida bien sea de un espectro (aceleración del espectro de diseño para periodo cero) o por medio de análisis de amplificación de onda unidimensionales o bidimensionales, correspondiente a los movimientos sísmicos definidos en el Capítulo A.2, particularmente en los numerales A.2.1, A.2.2, A.2.3, A.2.4 Y A.2.5. En caso de que el sitio objeto de análisis haga parte de un estudio de microzonificación sísmica aprobado, se utilizará la aceleración máxima superficial del terreno establecida en el espectro de diseño respectivo en lugar de lo estipulado en la sección A.2. El coeficiente sísmico de diseño para análisis seudoestático de taludes KST tiene valor inferior o igual al de a_{max} y se admiten los siguientes valores mínimos de K_{ST}/a_{max}, dependiendo del tipo de material térreo (reforzado o no) y del tipo de análisis.

Tabla 18. Valores de KST/amax mínimos para análisis seudo estático de taludes.
Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10.

Tabla H.5.2-1
Valores de K_{ST}/a_{max} Mínimos para Análisis Seudoestático de Taludes

Material	K_{ST}/a_{max} Mínimo	Análisis de Amplificación Mínimo
Suelos, enrocados y macizos rocosos muy fracturados (RQD < 50%)	0.80	Ninguno
Macizos rocosos (RQD > 50%)	1.00	Ninguno
Todos los materiales térreos	0.67	Amplificación de onda unidimensional en dos columnas y promediar
Todos los materiales térreos	0.50	Amplificación de onda bidimensional

La aceleración máxima del terreno amax, está dada por la aceleración del espectro de diseño para periodo cero así:

$$a_{max} = A_a * F_a * I$$

Aa= coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño.

Fa=coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos de sitio, adimensional.

I= Coeficiente de importancia.

Para el municipio de Bucaramanga, el valor de Aa corresponde a 0,25. De acuerdo al tipo de perfil de suelo, basados en la clasificación de los perfiles de suelo NSR – 10, el tipo de perfil corresponde al D y se asumió un coeficiente de importancia de 1,0 (Grupo I, Estructuras de ocupación normal).

$$a_{max} = 0{,}25 * 1{,}30 * 1{,}00;\ a_{max} = 0{,}325$$

Para el análisis de estabilidad de taludes se toma como valor de carga sísmica obtenido con el criterio de la NSR – 10 que corresponde a 0,26g.

7.2 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

A continuación, se presenta la caracterización geotécnica de las diferentes unidades geológicas superficiales, para la realización de modelos de estabilidad de taludes.
Para la interpretación de la información geotécnica obtenida en las exploraciones de campo y ensayos de laboratorio, se presentan a continuación los criterios implementados. Ver Tabla 19 a Tabla 20.

Tabla 19. Correlación entre el número de golpes del ensayo SPT y la densidad relativa de suelos granulares.

Valor en número de Golpes	Densidad Relativa
0 – 4	Muy bajo
5 – 10	Bajo
11 – 24	Densidad media
25 – 50	Denso
> 50	Muy denso

Tabla 20. Correlación entre el número de golpes del ensayo SPT y Consistencia de los suelos cohesivos.

Valor en número de Golpes	Consistencia
0 – 1	Muy suave
2 – 4	Suave
5 – 8	Medianamente rígido
9 – 15	Rígido
16 – 30	Muy rígido
31 – 60	Fuerte
> 60	Muy fuerte

7.2.1.1 ENSAYOS DE CAMPO Y DE LABORATORIO

De las exploraciones geotécnicas realizadas se compararon las muestras más representativas para realizar ensayos de clasificación, tales como humedades, granulometrías por mallas con lavado y límites de consistencia.

7.2.1.2 Caracterización geotécnica de las perforaciones

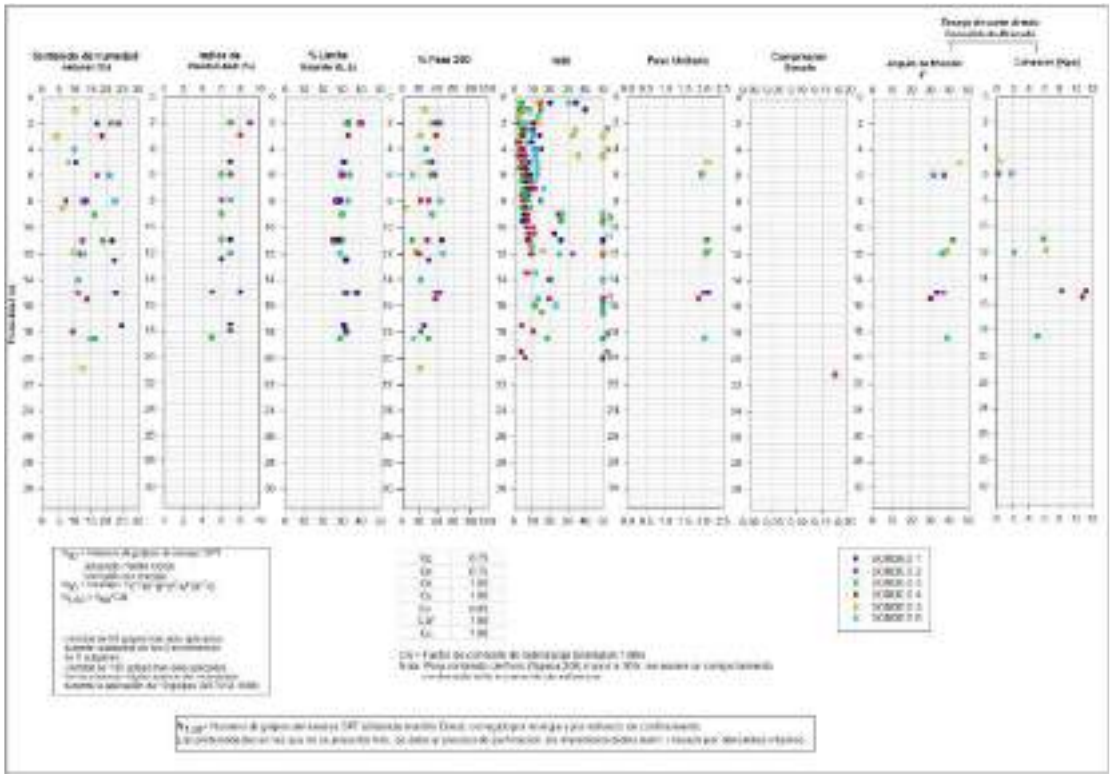


Figura 39. Caracterización del perfil del suelo

Tabla 21. Resumen parametros de resistencia al corte

UNIDAD GEOLÓGICA	DOCUMENTO	PROPIEDADES		
		C (kg/cm²)	Ø (°)	ɣ (gr/cm³)
Stmm	apique 1 Muestra 2 (0,00-1,50)	0,095	27,56	2,12
Stmm	Apique 4 Muestra 2 (0,00-1,60)	0,040	39,19	
SrPcnba	Sondeo 1 Muestra 14 (14,00-15,00)	0,115	33,33	2,13
Stmm	Sondeo 2 Muestra 6 (5,00-6,00)	0,002	37,12	1,94
SrPcnba	Sondeo 2 Muestra 14 (13,50-15,00)	0,083	36,54	2,01

Stmm	Sondeo 3 Muestra 11 (9,50-11,00)	0,060	42,03	2,10
SrPcnba	Sondeo 4 muestra 15 (14,00-15,50)	0,110	30,34	1,87
Stmm	Sondeo 5 muestra 5 (4,00-4,50)	0,003	45,39	2,13
SrPcnba	Sondeo 5 muestra 11 (11,00-11,30)	0,064	38,40	2,11
SrPcnba	Sondeo 6 muestra 4 (5,00-6,00)	0,019	31,92	1.98
SrPcnba	Sondeo 6 muestra 10 (11,00-12,00)	0,023	36,11	2.08
SrPcnba	Sondeo 6 muestra 16 (17,00-18,50)	0,052	38,70	2.04

7.2.2 Caracterización geomecánica de los suelos

De acuerdo al contenido de finos de las unidades de suelo de la zona de estudio, se espera un comportamiento no drenado de estos materiales para un incremento dado de esfuerzos, sin embargo los modelos implementados para evaluación de estabilidad de taludes, se realizarán en términos de esfuerzos efectivos ya que los taludes proyectados son de tipo permanente y se debe evaluar las condiciones de estabilidad a largo plazo, por tanto, los parámetros de resistencia del modelo mohr colulomb se determinaron a partir de ensayos de corte directo consolidados-drenados.

Dentro de los análisis estadísticos de los parámetros de resistencia se tomaron en cuenta los parámetros de resistencia obtenidos en el ensayo de corte directo realizados a las muestras inalteradas tomadas en campo.

Tabla 22. Parámetros de resistencia del Suelo Residual de Neis Biotitico Anfibolitico (SR-Pcnba-IIA).
Fuente: Elaboración propia.

UNIDAD GEOLOGICA	DOCUMENTO	C (kg/cm²)	Ø (°)	ɣ (KN/m³)
SR-Pcnba-IIA	S3-M11	0.06	42.03	19.00
SR-Pcnba-IIA	S4-M15	0.11	30.34	19.00
Promedio		**0.09**	**36.19**	**19.00**
Mediana		0.09	36.19	19.00
Min		0.06	30.34	19.00
Max		0.11	42.03	19.00
Desv		0.01	2.92	0.00

Tabla 23. Parámetros de resistencia del Deslizamiento (Qc).
Fuente: Elaboración propia.

UNIDAD GEOLOGICA	CORTE DIRECTO	C (kg/cm²)	Ø (°)	ɣ (KN/m³)
Qc	Apique 1	0.10	27.56	18.00
Qc	Apique 4	0.04	39.19	18.00
Qc	S2-M06	0.00	37.12	18.00
Promedio		**0.05**	**34.62**	**18.00**
Mediana		0.04	37.12	18.00
Min		0.002	27.56	18.00
Max		0.10	39.19	18.00
Desv		0.02	2.91	0.00

Para la evaluación de la amenaza, análisis de estabilidad y diseños de obras, se tomaron los valores promedios obtenidos de la información recopilada de los diferentes estudios, para los suelos de la Formación Bucaramanga.

Con relación al depósito coluvial activo, sus parámetros de resistencia al corte se ajustaron con base en un retro análisis, que partió de los valores del estudio de promedio, dado que las condiciones de resistencia son de tipo residual, debido al deslizamiento ocurrido en octubre de 2022.

7.2.3 Calibración de parámetros de resistencia - back analysis o retro calculo.

Para este tipo de análisis “Back Analysis”, el documento GUIDELINES FOR ANALYZING AND MITIGATING LANDSLIDE HAZARDS IN CALIFORNIA (2002), hace la siguiente referencia: este procedimiento es conocido como retro cálculo o retro análisis, y requiere determinar la configuración de la superficie de falla del deslizamiento relativa a la topografía en el instante en que ocurrió la falla, perfil estratigráfico del subsuelo a lo largo de la superficie de falla, niveles freáticos, condiciones de carga externa y densidad del suelo. Una vez esta información es conocida, se elige un método de análisis matemático acorde a la superficie de falla. Los parámetros de resistencia al cortante son ajustados mediante análisis consecutivos hasta obtener un factor de seguridad de 1.0. Este método provee diferentes combinaciones de cohesión y ángulos de fricción.

Estos parámetros de resistencia pueden ser utilizados en la evaluación de las alternativas de estabilización. Skempton (1985) comparo resistencias al cortante drenadas obtenidas mediante métodos cuidadosos de alta calidad en muestras de superficies de falla con resistencias determinadas por retro análisis de superficies de falla y obtuvo buenas correlaciones, indicando que el “Back Analysis” es un método valido para fallas con comportamiento drenado.

Usando esta técnica y apropiados métodos de análisis, como equilibrio límite, es posible obtener un modelo de deslizamiento en el instante que este fallo, Duncan (2005).

El método anteriormente expuesto, requiere un conocimiento general de las características del material y condiciones de drenaje en el instante de falla para poder determinar inicialmente probables rangos de ángulos de fricción interna y cohesión, o también se pueden utilizar valores de resistencia de sitios cercanos o mediante correlaciones empíricas.

De acuerdo al documento GUIDELINES FOR ANALYZING AND MITIGATING LANDSLIDE HAZARDS IN CALIFORNIA (2002), en el cual se recomienda, que para la selección de parámetros apropiados de Resistencia en materiales sujetos a deformaciones durante lapsos de tiempo prolongados, en condiciones drenadas, se pueden utilizar resistencias residuales para materiales que hayan experimentado previamente deformaciones al cortante.

Como ejemplo, incluye materiales localizados a lo largo de superficies de falla de deslizamientos antiguos y a lo largo de superficies o planos de falla sujetas a movimientos significativos en el pasado. Resistencias residuales pueden ser usadas en estos materiales, incluso si el movimiento relativo ocurrió a través de la discontinuidad miles de años atrás.

7.2.3.1 Nivel freático

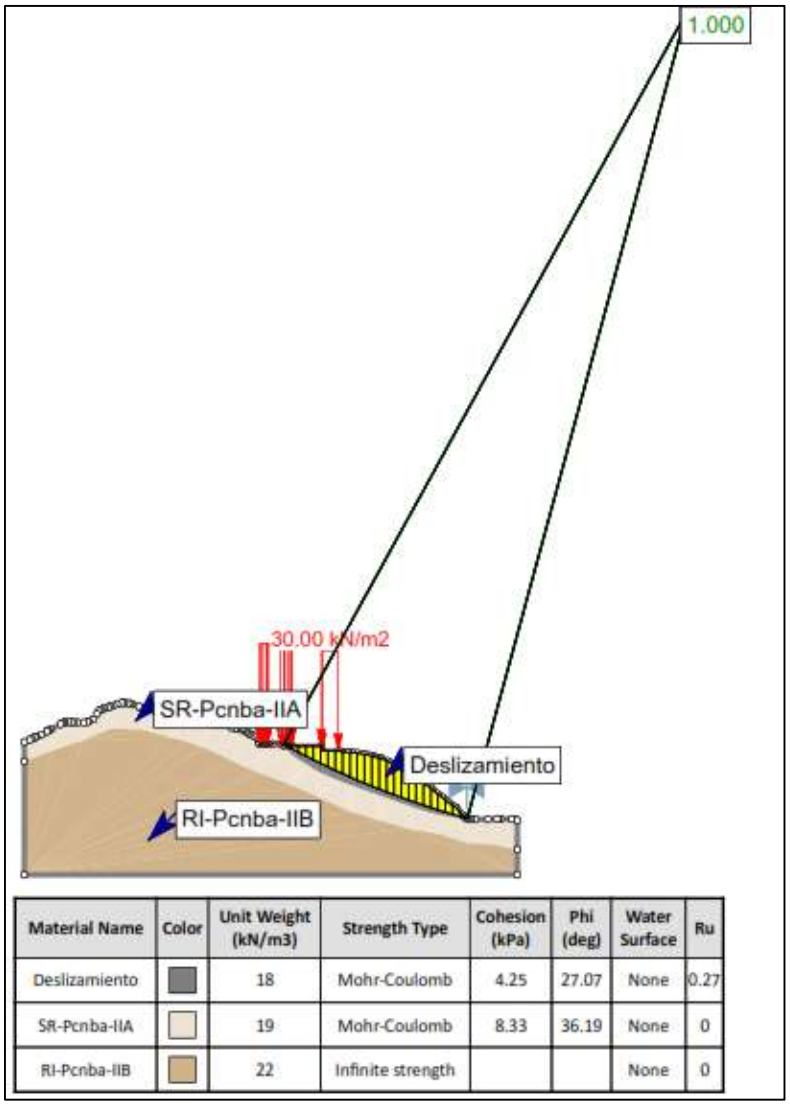
Una vez finalizada la exploración de campo y revisados los estudios existentes, no se detectaron niveles freáticos, sin embargo y debido al mal manejo del drenaje superficial, se identificaron algunas zonas del depósito coluvial activo con concentraciones de agua que indicarían que estos materiales se encuentran saturados o parcialmente saturados.

7.2.3.2 Parámetros de resistencia modelo Mohr-Coulomb para equilibrio limite

Para el retro análisis, se asumieron las siguientes hipótesis:

- Se adoptó un coeficiente Ru (que representa la presión de poros relativa) con un valor de 0.27 (escenario parcialmente saturado teniendo en cuenta que para que se presentara el movimiento el suelo debía estar saturado).

- Se asume como superficie de falla, el contacto entre el depósito coluvial activo y los suelos residuales y que la roca tiene una resistencia muy grande que no influye en los movimientos del terreno.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Deslizamiento		18	Mohr-Coulomb	4.25	27.07	None	0.27
SR-Pcnba-IIA		19	Mohr-Coulomb	8.33	36.19	None	0
RI-Pcnba-IIB		22	Infinite strength			None	0

Figura 40. Calibración parámetros de resistencia con retro cálculo. Fuente: Elaboración propia.

7.3 METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA

Los movimientos en masa, son desplazamientos de tierra o rocas en forma súbita o lenta causados por múltiples factores, entre ellos la pendiente. Se clasifican de acuerdo con sus características, velocidad de movimiento, magnitud y material transportado. Se incluyen dentro de los movimientos en masa los deslizamientos,

volcamientos, caídas y flujos de roca o suelo y entre estos últimos, los flujos a lo largo de los cauces cuando el material que cae se mezcla con la corriente de agua, como es el caso de las llamadas avenidas torrenciales.

Entiéndase por amenaza como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente nocivo, dentro de un período específico de tiempo y en un área dada. La evaluación de la amenaza se efectuó teniendo en cuenta lo establecido en el decreto 1807 de 2014 para los estudios detallados por movimientos en masa en el cual se menciona que se deben contemplar como mínimo tres (3) escenarios. Esta evaluación detallada se basa en el cálculo de probabilidades de falla, obteniéndose al determinar la probabilidad anual de falla considerando los eventos sísmicos y lluvias como variables aleatorias, y efectuando un análisis por confiabilidad.

Sin embargo, para el presente estudio se contemplaron cuatro (4) escenarios.

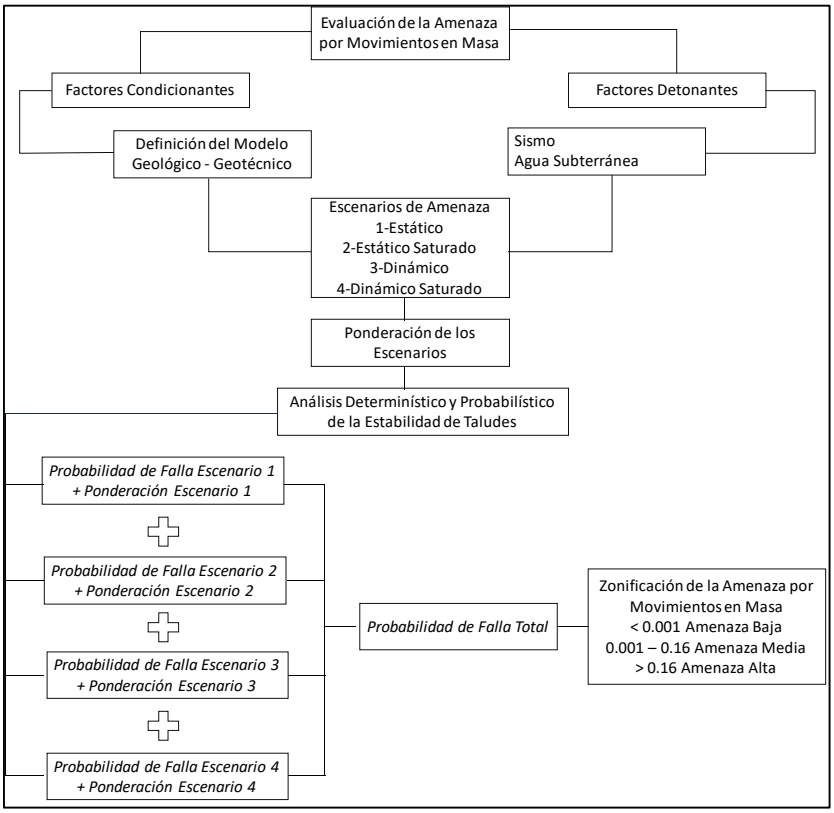


Figura 41. Metodología para la evaluación de la amenaza por movimientos en masa.
Fuente: Elaboración propia.

7.3.1 Factores condicionantes

Los factores condicionantes son aquellas condiciones naturales que hacen que las laderas sean más susceptibles al movimiento.

Como factores condicionantes encontramos:

- Materiales débiles, masa de suelo inestable.
- Evidencias de movimientos recientes.
- Contraste de permeabilidades.
- Contraste en la resistencia de los materiales

7.3.2 Factores detonantes

Se entienden como factores detonantes aquellos que pueden provocar o desencadenar un fenómeno de inestabilidad en las laderas. Para el presente estudio los factores considerados para los análisis fueron la lluvia y el sismo.

7.3.2.1 Lluvia

De acuerdo a la “Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa” del SGC, para analizar la ocurrencia de deslizamientos en función del régimen de precipitación de la zona de un modo confiable, hay que tener una buena comprensión del sistema hidrológico como detonante para evaluar la inestabilidad resultante de la acción hídrica relacionada con el descenso del frente húmedo, por un lado, y con la profundidad del nivel freático, por el otro.

Sin embargo, para la evaluación de la amenaza se asumirá una condición más crítica, contemplando el perfil totalmente saturado.

7.3.2.2 Sismo

El efecto sísmico se considera como una aceleración horizontal para los diferentes periodos de retorno.

En el presente documento desarrolla la evaluación geotécnica de los efectos sísmicos, resultados estos que se tendrán en cuenta en los análisis de estabilidad.

7.3.3 Escenarios de amenaza

Con el fin de evaluar la incidencia de los factores detonantes lluvia y sismo en la estabilidad de las laderas, se consideraron cuatro (4) escenarios en los cuales se combinaron el sismo con periodos de retorno de 475 años, con una condición saturado de los suelos presentes en el área en estudio, con la finalidad de determinar la posible variabilidad que pudiera presentar la probabilidad de falla.

Los cuatro (4) escenarios se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 24. Escenarios propuestos para la evaluación de la amenaza.
Fuente: Elaboración propia.

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN
1	Estático
2	Estático saturado
3	Dinámico
4	Dinámico saturado
5	Detonante antrópico

Con el fin de obtener una zonificación de la amenaza más real, se han ponderado los diferentes escenarios.

La ponderación del escenario 3 se realizó teniendo en cuenta lo establecido en la NSR – 10, la cual menciona que el sismo de diseño se calcula para un periodo de exposición de 50 años y un periodo de retorno de 475 años, por lo cual la probabilidad de ocurrencia es del 10.5%.

Para el escenario 2, se consideró el régimen bimodal de lluvias sobre la zona en estudio, el cual establece que aproximadamente 4 de los 12 meses del año, se presentan lluvias intensas, capaces de saturar los suelos del área en estudio, adicionalmente la región se ve afectada por el fenómeno de la niña por lo menos 1 vez cada 5 años, por un periodo de aproximadamente 9 meses, por lo cual el escenario 2 tendría una probabilidad de ocurrencia del 41.7%.

La probabilidad que se presente el escenario 4, es la multiplicación entre la probabilidad que ocurra el escenario 2 y el escenario 3 al tiempo, por lo tanto, la probabilidad de este escenario es de 4.4%.

Teniendo en cuenta lo anterior la probabilidad que se presente el escenario 1 es de aproximadamente 43.4%.

Como se aprecia, la probabilidad de ocurrencia de un deslizamiento es mayor para aquellos escenarios en los cuales no se registraría un evento sísmico.
Para la ponderación se tuvo en cuenta el periodo de exposición (50 años) el cual está relacionado con los periodos de retorno del evento sísmico.

Tabla 25. Ponderación propuesta para los escenarios de análisis de la evaluación de la amenaza.
Fuente: Elaboración propia.

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN
1	Estático	43.4
2	Estático parcialmente saturado	41.7
3	Dinámico	10.5
4	Dinámico parcialmente saturado	4.4

Nota: El escenario 5, correspondiente al detonante antrópico, está relacionado a procesos de saturación de los taludes debido a la rotura de alguna de las redes de servicios de agua potable o de los sistemas de alcantarillado. Para el escenario 5 en este sector y debido a la permeabilidad de los materiales corresponde a las mismas condiciones del escenario 2, para el cual se adoptaron valores de Ru=0.55.

En los diferentes escenarios contemplados para la obtención del nivel de amenaza de los taludes se tienen en cuenta superficies de falla circulares y no traslacionales (Talud infinito), debido a evidencias donde se ven los posibles mecanismos de falla que generan deslizamientos rotacionales.

7.4 ZONIFICACIÓN DETALLADA DE LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA

Como se había mencionado con anterioridad, la amenaza por movimientos en masa está dada en términos probabilísticos, esto es, la probabilidad anual de que el factor

de seguridad sea inferior o igual a uno (1). Considerando los factores detonantes lluvia y sismo, se obtiene esta probabilidad para un escenario determinado, multiplicando la probabilidad de que el factor de seguridad sea menor que 1.0, por la probabilidad de que se produzca la lluvia por la probabilidad de que ocurra el sismo.

La determinación del factor de seguridad se realizó mediante la aplicación del método de equilibrio límite. Para el análisis del modelo geotécnico del deslizamiento se utilizó el software SLIDE, Versión 6 de RocScience.

Este programa despliega no solo el cálculo del factor de seguridad sino también estima la probabilidad anual de falla empleando el método de Montecarlo. Los parámetros ingresados al software se ilustran en la siguiente tabla.

Tabla 26. Parámetros geotécnicos ingresados al software.
Fuente: Elaboración propia

UNIDAD GEOTÉCNICA	FRICCIÓN (°)	COHESIÓN (kPa)	PESO UNITARIO (kN/m3)
Deslizamiento	27.07	4.25	18.00
Suelo Residual de Neis Biotitico Anfibolitico (SR-Pcnba-IIA)	36.19	8.33	19.00

.

Los resultados son agrupados en tres (3) categorías diferentes en función del grado de amenaza.

Tabla 27. Grados de estabilidad según los resultados del factor de seguridad.
Fuente: Elaboración propia

RANGO FACTOR DE SEGURIDAD	PROBABILIDAD DE FALLA	CATEGORÍA
> 1.5	< 0.001 (0.1%)	Baja
1.1 – 1.5	0.001 (0.1%) – 0.160 (16%)	Media
< 1.1	> 0.160 (16%)	Alta

.

Se entiende por condiciones actuales el área sin intervención alguna. Dicha evaluación contempla como se había mencionado con anterioridad los deslizamientos

profundos, se puede observar en el anexo. Análisis de estabilidad en condiciones actuales.

7.4.1 Evaluación de la amenaza bajo condiciones actuales

A continuación, se presenta los resultados de los análisis de estabilidad realizados a cuatro (4) perfiles teniendo en cuenta los cuatro (4) escenarios.

Tabla 28. Resultados factor de seguridad y probabilidad de falla para taludes en condiciones actuales Perfil 1
Fuente: Elaboración propia.

ESCENARIO	PROBABILIDAD DE FALLA (%)	PONDERACIÓN (%)	PROBABILIDAD DE FALLA PONDERADA (%)
Estático	11.1	43.4	4.8
Estático Parcialmente Saturado	100.0	41.7	41.7
Dinámico	100.0	10.5	10.5
Dinámico Parcialmente Saturado	100.0	4.4	4.4
Probabilidad de Falla			61.4
Nivel de Amenaza			**Alta**

Tabla 29. Resultados factor de seguridad y probabilidad de falla para taludes en condiciones actuales Perfil 2.
Fuente: Elaboración propia.

ESCENARIO	PROBABILIDAD DE FALLA (%)	PONDERACIÓN (%)	PROBABILIDAD DE FALLA PONDERADA (%)
Estático	0.2	43.4	0.1

ESCENARIO	PROBABILIDAD DE FALLA (%)	PONDERACIÓN (%)	PROBABILIDAD DE FALLA PONDERADA (%)
Estático Parcialmente Saturado	100.0	41.7	41.7
Dinámico	100.0	10.5	10.5
Dinámico Parcialmente Saturado	100.0	4.4	4.4
Probabilidad de Falla			**56.7**
Nivel de Amenaza			**Alta**

Tabla 30. Resultados factor de seguridad y probabilidad de falla para taludes en condiciones actuales Perfil 3.
Fuente: Elaboración propia.

ESCENARIO	PROBABILIDAD DE FALLA (%)	PONDERACIÓN (%)	PROBABILIDAD DE FALLA PONDERADA (%)
Estático	1.5	43.4	0.7
Estático Parcialmente Saturado	94.6	41.7	39.4
Dinámico	58.2	10.5	6.1
Dinámico Parcialmente Saturado	100.0	4.4	4.4
Probabilidad de Falla			**50.6**
Nivel de Amenaza			**Alta**

Tabla 31. Resultados factor de seguridad y probabilidad de falla para taludes en condiciones actuales Perfil 4.
Fuente: Elaboración propia.

ESCENARIO	PROBABILIDAD DE FALLA (%)	PONDERACIÓN (%)	PROBABILIDAD DE FALLA PONDERADA (%)
Estático	0.0	43.4	0.0
Estático Parcialmente Saturado	1.8	41.7	0.8
Dinámico	5.2	10.5	0.5
Dinámico Parcialmente Saturado	100.0	4.4	4.4
Probabilidad de Falla			**5.7**
Nivel de Amenaza			**Media**

7.4.2 Resultados de la evaluación de la amenaza por movimientos en masa

A partir de lo observado en campo y considerando además los resultados de los modelos de estabilidad de taludes aplicando equilibrio límite, se generó el mapa de zonificación de la amenaza por movimientos en masa.

- Amenaza baja

Son zonas relativamente estables, en donde no se observan procesos denudacionales severos, pero su estabilidad depende de su manejo y la estabilidad de las laderas adyacentes. Se ubican principalmente sobre terrenos cuyas pendientes son bajas. Estas zonas de amenaza baja presentan una baja probabilidad de ocurrencia de movimientos en masa. Probabilidad de ocurrencia es menor a 0.001 y factores de seguridad mayores a 1.50.

- Amenaza media

Son zonas de estabilidad marginal susceptibles a procesos denudacionales originados posiblemente por el mal manejo del terreno y de las aguas superficiales. Se localizan sobre terrenos con pendientes entre los 57 y 100%. Las zonas de amenaza media ostentan una probabilidad de ocurrencia entre 0.001 y 0.16 y factores de seguridad entre 1.05 y 1.50.

- Amenaza alta

Son zonas de estabilidad marginal susceptibles a procesos denudacionales originados posiblemente por el mal manejo del terreno y de las aguas superficiales. Se localizan sobre terrenos con pendientes mayores al 100%. Las zonas de amenaza alta presentan una probabilidad de ocurrencia mayor a 0.16 y un factor de seguridad menor a 1.05.

- Amenaza área en estudio

De acuerdo a los resultados se pudo concluir que casi la totalidad del barrio se encuentra en amenaza alta, sin embargo, tan solo el sector sur donde se trazó el perfil 4 del presente estudio se presenta una amenaza media a movimientos en masa.

7.5 ZONIFICACION DE LA AMENAZA

La zonificación de la amenaza se representa mediante mapas de amenaza, en dónde se evalúan los resultados mediante rangos se amenaza baja, media y alta (Ver Tabla 32).

Tabla 32. Clasificación de la amenaza de un talud ante deslizamiento.

NIVEL DE AMENAZA	F. S	COLOR EN EL MAPA
Alta	<1,1	Rojo
Media	1,1-1,5	Amarillo
Baja	>1,5	Verde

Para espacializar los resultados de amenaza determinística, se trasladaron las longitudes de las superficies de falla calculadas y su influencia a los perfiles realizados en planta. Dichas superficies contienen implícitamente el factor de seguridad, que da un rango por perfil de este. Después se interpolaron los factores de seguridad teniendo en cuenta el modelo digital del terreno, la geología y la geomorfología; este procedimiento se aplicó tanto a estático cómo pseudo estático.



Figura 42. Mapa de amenaza barrio Miramanga condición estática saturada.

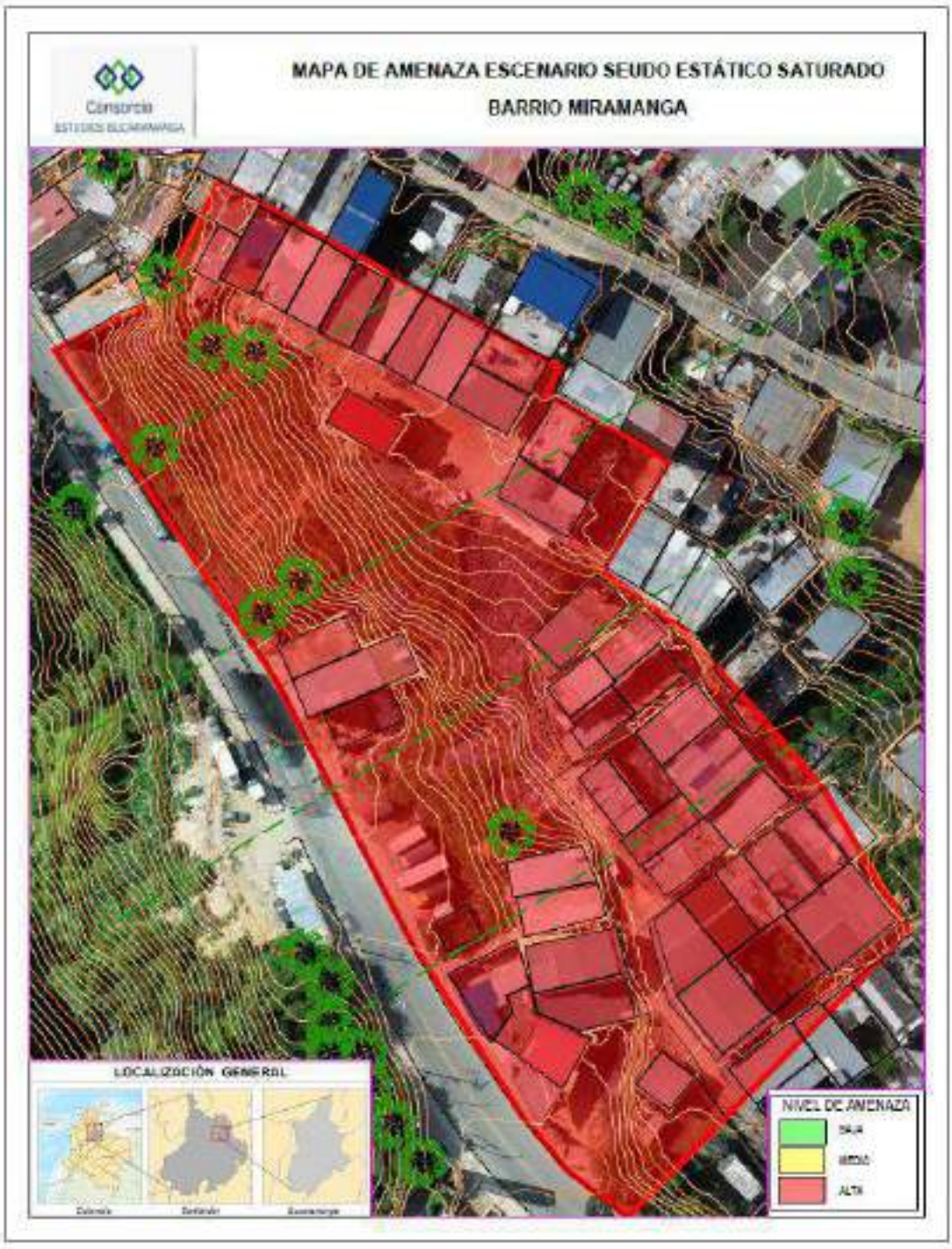


Figura 43. Mapa de amenaza barrio Miramanga condición Seudo estático - saturada.

7.6 EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad puede comprenderse como aquel conjunto de condiciones a partir de las cuales una comunidad esta o queda expuesta al peligro de resultar afectada por una amenaza, sea de tipo natural, antrópica o socio-natural. Adicionalmente se define como el grado de pérdida o destrucción de un elemento señalado o de un grupo de elementos en riesgo, como resultado de la ocurrencia de un fenómeno natural de magnitud determinada (Varnes, 1984).

La valoración de la vulnerabilidad puede definirse como el nivel potencial de daño o grado de pérdida de un determinado elemento, expuesto en una escala de 0 a 1.
Con el objeto de evaluar la vulnerabilidad de los elementos dentro del área en estudio, se caracterizaron los diferentes parámetros que se consideran como los más relevantes e influyentes en la valoración de la vulnerabilidad bajo la acción de efectos por fenómenos de remoción en masa.

7.6.1 Factores para determinar la vulnerabilidad

La vulnerabilidad entendida como debilidad frente a las amenazas y como incapacidad de recuperación después de que ha ocurrido un evento, no solo depende de la vecindad física de las poblaciones a las fuentes de las amenazas, sino de otros múltiples factores de distinta índole, todos presentes en las comunidades.

Teniendo en cuenta lo anterior se presenta a continuación los factores que se requieren para definir la vulnerabilidad:

- Exposición: Se refiere a la localización de los elementos con respecto a la amenaza.
- Resistencia: La capacidad de los elementos a resistir el impacto de los eventos amenazantes.
- Resiliencia: La capacidad de una sociedad de recuperarse después del impacto.
- Recuperación: La capacidad de una sociedad de reconstruir después de un desastre.
- Aprendizaje: La capacidad de una sociedad de aprender de los desastres ocurridos.
- Adaptación: La capacidad de una sociedad de cambiar sus patrones de conducta a raíz de la ocurrencia de desastres.

Considerando estos factores se puede hablar de la existencia de una vulnerabilidad global, la cual requiere de un proceso complejo, dinámico y cambiante que determina la probabilidad de que una comunidad quede expuesta o no a la ocurrencia e impacto de un desastre, o que tenga más o menos probabilidad de recuperación.

Sin embargo, para este estudio se hizo énfasis en la vulnerabilidad física y económica de las estructuras existentes (edificaciones y vías), que se encuentran en el área del sector urbano.

7.6.2 Análisis de la vulnerabilidad

El valor de vulnerabilidad para una construcción depende tanto de las características y calidad de las construcciones como de la localización de las amenazas, por tal motivo en este análisis se enfoca exclusivamente en la vulnerabilidad física, tal como lo establece el Anexo Técnico, con el ajuste a la escala de trabajo (1:2.000) y viene definida por:

V= I x S

Dónde:
V: Vulnerabilidad
I: Intensidad del deslizamiento
S: Susceptibilidad de los elementos en riesgo
Este contempla la severidad de la acción del deslizamiento como la capacidad de resistencia brindada por los elementos. Los elementos en riesgo pueden dividirse en dos categorías, comúnmente, personas y elementos económicos.

7.6.2.1 Susceptibilidad de los elementos económicos

Los elementos económicos incluyen edificios, vías o rutas de transporte, y elementos naturales. La capacidad de resistencia para un grado de riesgo es asociada al tipo de estructura (o características de la misma) y el estado en que se encuentra, se aclara que, para el análisis sobre el tipo y estado de edificaciones, se hará con base en el predominio por manzana:

$$S_{eco} = 1 - \prod_{i=1}^{2}(1 - S_i)$$

Dónde:
Seco = Susceptibilidad de los elementos económicos.
Si = Factor de susceptibilidad que contribuye a la susceptibilidad de los elementos económicos, incluyendo Stipo y Smant

Para edificaciones el tipo de estructura define la capacidad para resistir la deformación e impacto ocasionados por las fuerzas del deslizamiento. Seis categorías de estructuras y valores del factor de susceptibilidad se muestran en la Tabla 33.

Tabla 33.Valores propuestos para el factor de susceptibilidad asociada con el tipo de estructura.

Tipo de estructura	Resistencia	Stipo
Estructuras simples, ligeras	Ninguna	1,00
Estructuras livianas	Muy baja	0,90
Muros en roca, concreto o madera	Baja	0,70
Muros en ladrillo o estructuras en concreto	Media	0,50
Estructuras en concreto reforzado	Alta	0,30
Estructuras reforzadas	Muy alta	0,10

El factor de susceptibilidad debido al tipo de edificación se calcula utilizando la Tabla 33; dependiendo de las estructuras encontradas en la zona, estas se podrán agrupar de la siguiente manera:

Estructuras simples, ligeras: Aquellas que están construidas con materiales de recuperación, tales como madera, zinc, barro o cartón.

- Estructuras livianas: Edificaciones en mampostería de arcilla cocida o cemento no reforzada y sin elementos estructurales.
- Estructuras con muros en mampostería confinada: Edificaciones en mampostería de arcilla cocida o concreto con algunos elementos estructurales tales como vigas o columnas, que le brindan cierto grado de confinamiento.
- Estructuras en concreto reforzado: Edificaciones con sistema estructural aporticado que le brindan un alto grado de confinamiento.

El factor de susceptibilidad debido al mantenimiento puede asignarse de manera subjetiva, como el estado promedio de las edificaciones por manzanas, como se muestra en la Tabla 34.

Tabla 34.Valores propuestos para el factor de susceptibilidad por el estado de la edificación.

Estado de la edificación	Smant
Deficiente	0,50
Malo	0,40
Medio	0,25
Bueno	0,10
Muy bueno	0,00

Con el objetivo de implementar la metodología propuesta en el anexo técnico se procedió a evaluar y calcular la susceptibilidad mediante visitas técnicas en las cuales se identificaron diferentes estructuras y sus condiciones de mantenimiento.

En el sector de Miramanga, en la zona de influencia se identificó un tipo de vivienda, en las que se evidencio estructuras livianas, edificaciones en mampostería o cemento no reforzada y sin elementos estructurales.

7.6.2.2 Intensidad

Para este parámetro de acuerdo a los anexos técnicos está relacionado con la posición de los elementos expuestos con respecto a la amenaza. Sin embargo para esto se deben tener en cuenta características cinéticas y cinemáticas de los deslizamientos y estos dependen de los tipos de movimientos, velocidad de los mismos y cantidad de material desplazado el cual no se puede analizar en la metodología propuesta, por tal motivo se propone como ajuste a la intensidad la evaluación de la posición de los elementos expuestos con respecto a su ubicación en el mapa de unidades geológicas superficiales.

Para esto se determinaron unos valores de intensidad para cada unidad geológica identificada. Ver Tabla 35.

Tabla 35.Valores de intensidad para cada una de las unidades geológicas.

Unidad geológica	Intensidad
Suelo transportado de movimiento en masa (Stmm)	1,0
Suelos de llenos antrópicos de excavación y/o relleno(Stla)	0,3
Suelos de llenos antrópicos de basuras y escombros (Stlab)	0,7
Suelos residuales del Neiss de Bucaramanga (SrPCnba)	0,4

7.6.3 Resultados de la Vulnerabilidad

Para toda la infraestructura pública, privada y la población que se encuentra dentro del sector del área de influencia de Miramanga se calculó la vulnerabilidad aplicando la metodología.

$$Veco = Intensidad\ x\ Selementos\ en\ riesgo$$
$$Seco = 1 - (1 - Stipo)(1 - Smant)$$

Teniendo en cuenta las anteriores formulas se zonificaron las áreas de manera cualitativa de acuerdo a los siguientes criterios, los cuales se plasman en el mapa de vulnerabilidad.

Tabla 36.Calificación de la Vulnerabilidad.

Categoría de Vulnerabilidad	Rango
Alta	0,50 - 1
Media	0,30 – 0,50
Baja	<0,30

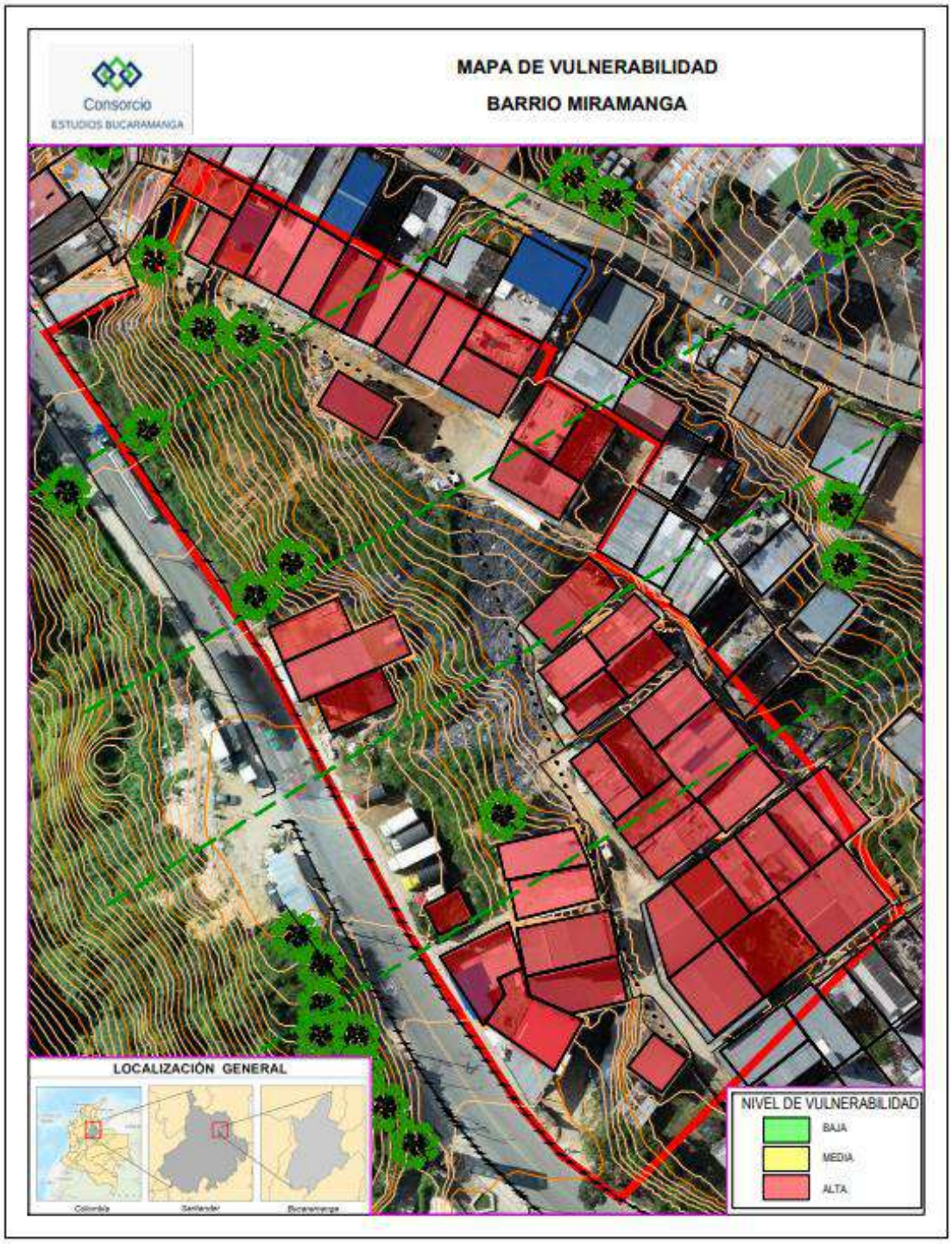


Figura 44.Mapa de vulnerabilidad ante fenómenos de remoción en masa.

Tabla 37.Clasificación de los niveles de vulnerabilidad.

Nivel de Vulnerabilidad	Descripción	Valor
Vulnerabilidad Baja	Los elementos con vulnerabilidad baja corresponden generalmente a estructuras en buen estado y que no se encuentran en sectores afectados por procesos de remoción en masa, adicionalmente son zonas donde predominan usos y cobertura de suelos menos susceptibles.	< 0,30
Vulnerabilidad Media	Los elementos con vulnerabilidad media son aquellos que presentan una mayor susceptibilidad y adicionalmente se encuentran en zonas geológicamente propensas a presentarse fenómenos de remoción en masa.	0,30 – 0,50
Vulnerabilidad Alta	Los elementos que presentan vulnerabilidad alta se encuentran junto a los procesos morfodinámicos actuales y son estructuras que presentan una baja resistencia, adicionalmente en estas zonas predominan usos y cobertura de suelos más susceptibles y generalmente se encuentran en zonas de pendiente media a alta.	0,50 – 1,00

7.7 EVALUACIÓN DE RIESGO

El riesgo es el desastre potencial, definido como el daño, destrucción o pérdida esperada obtenida de la convolución de la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales amenazas, matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas y sociales en un cierto sitio y en un cierto período de tiempo. (Cardona, 1997a).

El riesgo se relaciona con algo que aún no ha sucedido, se refiere a una situación potencial y suele definir como las posibles consecuencias desfavorables económicas, sociales y ambientales que se pueden presentarse a raíz de ocurrir un evento dañino en un contexto de debilidad social y física ante el mismo.

Debido a la complejidad de los fenómenos de remoción en masa y la dinámica de los elementos expuestos, hay una variedad de posibilidades tanta en la amenaza como en la vulnerabilidad que hace necesario enriquecer el estudio para que sirva como herramienta en la planificación territorial y la prevención de desastres.

En el caso particular de este estudio se estimó el riesgo como el producto de la probabilidad de la amenaza por las consecuencias para los elementos en riesgo.

R= A x V

Dónde: R: Riesgo
A: Amenaza por fenómenos de remoción en masa
V: Vulnerabilidad

7.7.1 Resultados de la evaluación del riesgo

El objetivo final del estudio es establecer los elementos en riesgo, para la generación del mapa de riesgo se cruzaron el mapa de amenaza y el mapa de vulnerabilidad además de las observaciones que se van generando en el cruce de estos mapas.

Conocido el valor de los elementos, así como su afectación acumulada, pueden determinarse las consecuencias, las cuales se presentan en el mapa de riesgo. El proceso de clasificación del riesgo se realizó a partir de la **Tabla 37**.

Tabla 38. Matriz de riesgos.

	Niveles de Amenaza		
Niveles de Vulnerabilidad	**Alta**	**Media**	**Baja**
Alta	Alto	Alto	Medio
Media	Alto	Medio	Medio
Baja	Medio	Medio	Bajo

Como resultado del proceso metodológico realizado y teniendo en cuenta que el riesgo está en función de la amenaza y la vulnerabilidad, y que éste solamente se puede determinar en los sectores donde se encuentran elementos expuestos, se presenta a continuación el mapa de riesgo por fenómenos de remoción en masa ver **Figura 45.**



Figura 45. Mapa de riesgo por movimiento en masa.

Tabla 39.Clasificación de los niveles de riesgo.

Nivel de Riesgo	Descripción
Riesgo Baja	Las áreas con riesgo bajo corresponden a zonas donde se encuentran unidades geológicas estables y por lo general presentan una topografía plana o de pendientes bajas que se pueden considerar como sectores seguros ante fenómenos de remoción en masa.
Riesgo Media	Las áreas con riesgo medio son zonas donde se presentan amenazas debido principalmente a factores condicionantes o son zonas donde las viviendas tienen una vulnerabilidad mayor principalmente por la susceptibilidad de las estructuras.
Riesgo Alta	Las áreas con riesgo alto se presentan en las zonas que se encuentran junto a los procesos morfodinámicos recientes. En estas áreas la vulnerabilidad de los elementos es media a alta y/o su uso y cobertura del suelo es muy susceptible. Son zonas donde se deben tomar medidas de mitigación y de ser necesaria la evacuación.

7.8 PLANTEAMINTO, ANALISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACION

De acuerdo con los resultados de zonificación de riesgo físico, se presenta a continuación la definición de las medidas de intervención y reducción del riesgo.

Criterios Adoptados:

- En aquellos sectores zonificados con amenaza media y alta, conformados por taludes sin presencia de edificaciones y que tengan dentro de su área de influencia viviendas cercanas con riesgo medio y alto mitigable, se implementarán obras de mitigación tendientes a reducir el nivel de amenaza por movimientos en masa.

7.8.1 Medidas estructurales

En estos sectores se implementarán obras que logren aumentar el factor de seguridad en los modelos de estabilidad de taludes, mediante la incorporación de anclajes activos y pilotes de gran diámetro (gran rigidez).

Para controlar el efecto de las aguas de escorrentía directa se proponen cunetas o zanjas de coronación y drenes de penetración para mitigar los ascensos de niveles freáticos.

7.8.2 Medidas No estructurales

Se propone la alternativa de reubicación de la totalidad de las viviendas localizadas dentro del área de influencia de los dos deslizamientos, sin embargo, los procesos de reasentamiento de estas viviendas no descarta la necesidad de construcción de las obras de mitigación, debido a que si no se estabiliza de manera definitiva la masa de suelo inestable, los continuos desplazamientos y la reactivación de nuevos movimientos podría afectar zonas aledañas al Barrio Buenos Aires y de la vía Bucaramanga – Pamplona.

7.9 ALTERNATIVAS DE OBRAS DE MITIGACIÓN

De acuerdo con Briaud, J.-L. (2013) en su libro Geotechnical engineering: Unsaturated and saturated soils, establece que existen dos maneras para mitigar o reparar taludes susceptibles a la falla, es decir que se encuentren en zonas de amenaza alta:

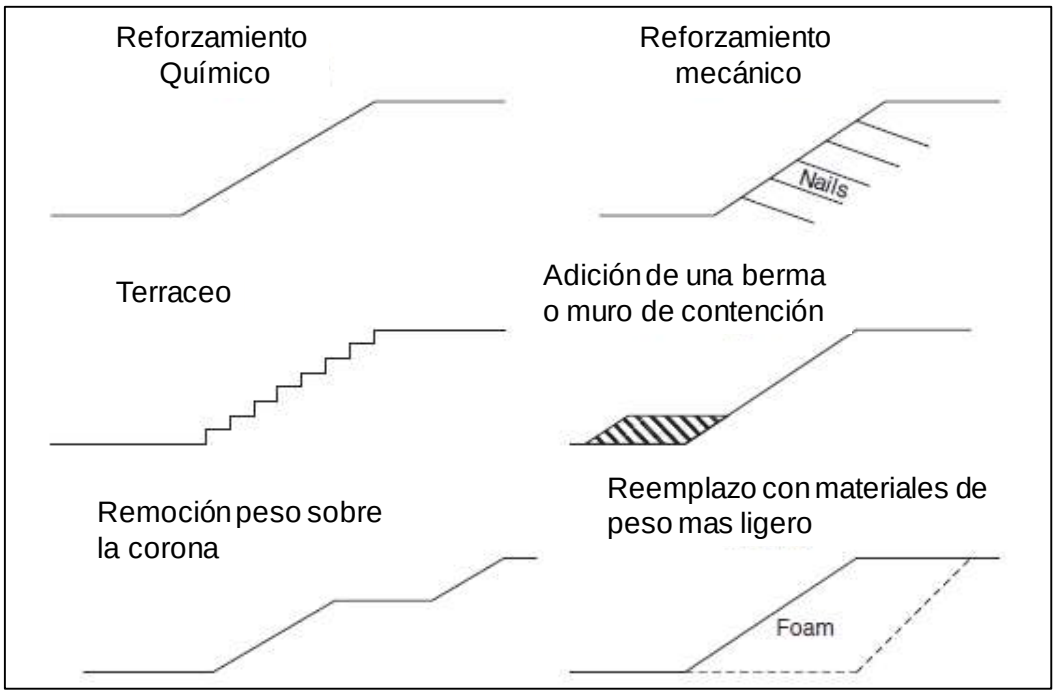


Figura 46. Métodos para estabilización de taludes Fuente: Briaud, J.-L. (2013). Geotechnical engineering: Unsaturated and saturated soils.

- **Aumentar el momento resistente (por ejemplo, mejoramiento del suelo o inclusiones)**

$$s = c' + (\sigma - \alpha u_w) \tan \varphi'$$

De acuerdo a la ecuación general que define la resistencia al cortante, para aumentar este parámetro se tienen las siguientes alternativas:

1. Para incrementar la cohesión se podrían realizar inyecciones químicas de agentes cementantes como cal o cemento.

2. Incrementar el esfuerzo vertical no es una buena idea, ya que aumenta el momento actuante.

3. Aumentar el valor del ángulo de fricción, presenta dificultad, pero se puede lograr con densificación por compactación o vibración.
4. Finalmente, reducir la presión de poros a través de subdrenaje podría incrementar la resistencia al corte, pero, solo en los casos en que el talud se encuentre influenciado por niveles freáticos o piezométricos.

Por otro lado, existe una manera de aumentar el momento resistente a través de la utilización de inclusiones en el talud de tal modo que actúen en el plano de falla:

5. Para taludes existentes se pueden usar anclajes pasivos, anclajes activos, micropilotes, pilotes o pilas.
6. Para taludes nuevos como terraplenes, se pueden usar capas de geo sintéticos o tiras de acero de refuerzo.

- **Disminuir el momento actuante (por ejemplo, pendiente del talud menos pronunciada)**

$$M_d = Wa$$

Para reducir el momento actuante, se puede reducir el peso de la masa de suelo inestable, W o la distancia a que es medida desde el centro del círculo de falla y el centro de gravedad de la masa de suelo inestable. Para disminuir W se podría:

7. Disminuir le pendiente del talud, realizar terraceos, adición de una berma o muro de contención, remoción de peso sobre la corona y Reemplazo con materiales de peso más ligero

Al final, la elección del método de estabilización y/o mitigación se debe basar en la efectividad del método, viabilidad constructiva y costos.

Tabla 40.Alternativa No.1 anclajes pasivos

Alternativa No. 1 – Anclajes pasivos o pernos			
Efectividad del método	**Viabilidad Constructiva**	**Costo/beneficio**	**Desventajas**
Por ser elementos pasivos, es decir, no tienen carga de tensionamiento inicial, este tipo de inclusiones trabaja una vez se presentan las primeras deformaciones, por tanto, no es efectiva en este tipo de escenarios en los que se busca disminuir potenciales deformaciones. La fuerza cortante resistente que puede actuar en la superficie de falla, es baja, dado que está sujeta a la resistencia al corte de las barras de refuerzo. Se podrían utilizar barras con materiales que puedan aportar un alto modulo o barras con sistemas auto perforantes, sin embargo, su costo es alto debido a que se deben importar (ejemplo: barras titán o Dywidag) Por ubicarse a lo largo de la superficie inestable, estas inclusiones presentan una alta efectividad con relación a incrementar los momentos resistentes, ya que se encuentran más cerca del centro de gravedad de la masa inestable.	Para taludes con pendientes moderadas a altas, esta alternativa es totalmente viable si se utilizan canastas o unidades de perforación móviles que se puedan descolgar desde la corona de los taludes. Para implementar barras de alto modulo, que por lo general son auto perforantes, se deben tener martillos de cabeza, que existen pocos en el mercado y en muchos casos no es posible adaptar este tipo de martillos a equipos portátiles.	Esta alternativa, presenta una relación costo beneficio media, dado que se requiere un elevado número de elementos, para lograr incrementar de manera satisfactoria el factor de seguridad de una ladera inestable.	Para lograr un factor de seguridad adecuado se deben utilizar un alto número de estos elementos, lo cual haría de esta alternativa muy costosa y poco eficiente. Los costos de barras de alto desempeño y alto modulo son muy elevados, debido a que son productos importados. Debido a que son elementos pasivos, la tuerca de ajuste del elemento con la platina, tiende a soltarse por relajación de esfuerzos del terreno y de la barra, por tanto, estos elementos requieren una mayor inversión en mantenimiento, en comparación de los anclajes activos.

Tabla 41. Alternativa No.2 Pilotes de gran diámetro

Alternativa No. 2 – Pilotes de gran diámetro sobre la corona del talud			
Efectividad del método	**Viabilidad Constructiva**	**Costo/beneficio**	**Desventajas**
Estos elementos, tienen una buena eficiencia ante carga lateral, dado que se pueden diseñar para soportar solicitaciones de flexión y cortante, sin embargo, dependen de la relación de esbeltez (D/L) para que puedan tener un comportamiento óptimo. La fuerza cortante resistente que puede actuar en la superficie de falla, es muy alta, incluso superior a la de los anclajes activos, sin embargo, no es efectiva dado que los momentos resistentes que aportan son bajos, debido a que se encuentran lejos del centro de gravedad de la masa inestable. Estos elementos de gran rigidez (relación EI) son una muy buena opción para estabilizar fallas en las bancas de vía, en donde la masa inestable se encuentra detrás del elemento de refuerzo. Esta alternativa funciona muy bien si es acompañada de anclajes activos.	Dado que se tiene un espacio amplio en la corona del talud, se podría eventualmente instalar equipos de gran tamaño con cierres parciales o temporales de la vía y ejecutar este tipo de obras en tiempos relativamente cortos. Como limitante, para poder construir pilotes de gran diámetro muy cerca de las coronas de la vía, se encuentran las redes eléctricas, que en esta zona se encuentran sobre los andenes. En este caso se tendría que apoyar la piloteadora en el centro de la vía y esto generaría cierres permanentes.	Esta alternativa, presenta una relación costo beneficio media, dado que se requiere un elevado número de elementos, para lograr incrementar de manera satisfactoria el factor de seguridad de una ladera inestable y adicionalmente, su eficiente se ve reducida a zona muy cercana a la corona del talud.	La presencia de redes de servicios de tipo aéreo, limita la altura y eficiencia de los equipos de perforación por tanto se requieren sistemas manuales de excavacion. En caso de construir pilas tipo “caisson” se aumentan los tiempos y costos.

Tabla 42. Alternativa No.3 Anclajes activos

Alternativa No. 3 – Anclajes activos			
Efectividad del método	**Viabilidad Constructiva**	**Costo/beneficio**	**Desventajas**
Son elementos activos, es decir, tienen carga de tensionamiento inicial que en función del tipo de material puede ir desde los 20 hasta las 80 toneladas en la región. La fuerza cortante resistente que puede actuar en la superficie de falla, es alta, ya que depende de la carga de tensionamiento y de la distribución de los elementos. Este tipo de inclusiones, tiene una alta eficiencia debido a que por ser elementos que se pueden tensionar previamente, aportan altos valores de momento resistente en los análisis de equilibrio límite. Por ubicarse a lo largo de la superficie inestable, estas inclusiones presentan una alta efectividad con relación a incrementar los momentos resistentes, ya que se encuentran más cerca del centro de gravedad de la masa inestable.	Para taludes con pendientes moderadas a altas, esta alternativa es totalmente viable si se utilizan canastas o unidades de perforación móviles que se puedan descolgar desde la corona de los taludes. Se pueden implementar anclajes activos con torones o con barras de alto modulo. Cuando se tienen vías de acceso sobre la corona del talud, el ingreso de estos equipos es mucho más eficiente.	Esta alternativa, presenta una relación costo beneficio alta, dado que por sus altas cargas de tensionamiento que resultan en altos valores de resistencia al corte se puede optimizar el número de elementos para lograr incrementar de manera satisfactoria el factor de seguridad de una ladera inestable.	Para garantizar un buen comportamiento los anclajes activos, se deben realizar pruebas de carga, lo cual requiere la movilización sobre el talud de gatos de tensionamiento de peso considerable, lo cual requiere de personal muy calificado para realizar estas maniobras. La vida útil y el correcto funcionamiento de estas inclusiones requiere de realizar la inyección de la lechada a altas presiones, para tal fin, se deben ubicar equipos de gran capacidad sobre la corona o el pie del talud que puedan garantizar este nivel de presiones de inyección.

Finalmente, para el sector de Miramanga y con base en el espesor del depósito coluvial activo, la mejor alternativa desde el punto de vista de efectividad del método, viabilidad constructiva y costos, es la alternativa de anclajes activos como inclusiones que aumentan los momentos resistentes acompañada de pilotes de gran diámetro que actúan como elementos de gran rigidez ante cargas laterales.

7.10 DISEÑO DE LAS OBRAS DE ESTABILIZACIÓN

El presente capítulo se expone los diseños de las obras de mitigación proyectadas en el área en estudio.

Para esto se define preliminarmente la obra a diseñar a partir de la topografía, la geología, los parámetros geotécnicos entre otros y se realiza el análisis para determinar las fuerzas necesarias que se requieren para estabilizar los taludes.

- Teniendo en cuenta la problemática presente en el área en estudio se propone como obra de mitigación cortar y remover el material deslizado mediante corte en talud 1.0H:1.0V en conjunto con la construcción de una pantalla de pilotes con anclajes activos.

- Se recomiendan pantallas de pilotes de 2.0 metros de diámetro y profundidad de 27.0 metros, separados cada 4.80 metros entre ejes con anclajes de 50 toneladas cada 2.0 metros.

- Es importante aclarar que no se puede realizar el corte del material deslizado si no se construye primero la pantalla de pilotes, debido a que es un material muy inestable.

- Se recomienda anclajes compuestos por cinco (5) torones de 0,6 Pulgadas de diámetro tensados a una carga de 50 toneladas/anclaje, ángulo de inclinación de 15º, longitud de bulbo de 18.0 metros y longitud total de 30.0 metros.

- Los anclajes en los taludes superiores del sector del perfil 4, se apoyarán sobre dados en concreto reforzado de dimensiones mínimas de 1.10x1.10 metros y de espesor mínimo de 0.25 metros, el cual debe quedar embebido en el talud (empotrado).

- Para el diseño estructural del dado se debe contemplar un Kv de 40289 kN/m3.

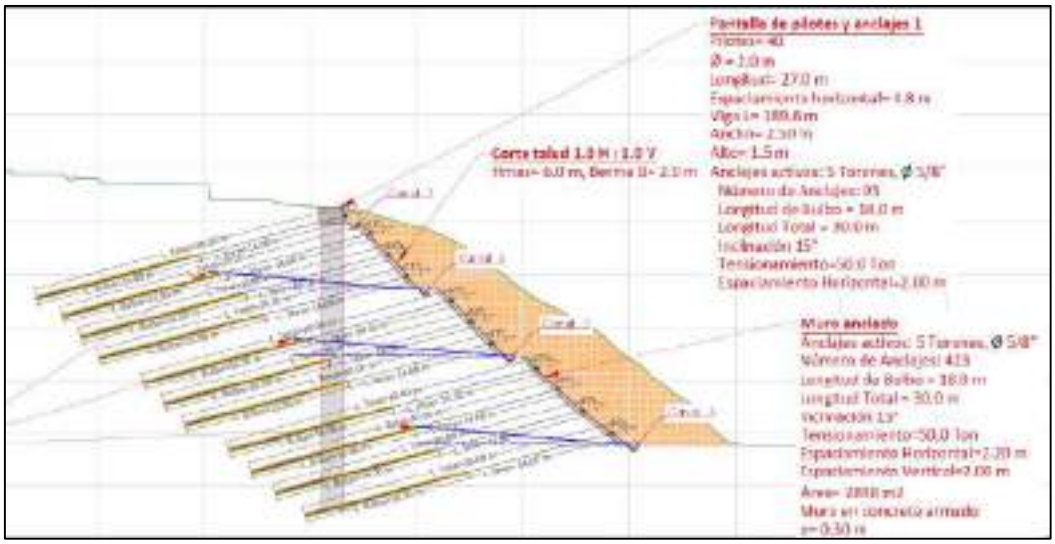


Figura 47. Obras de mitigación recomendadas

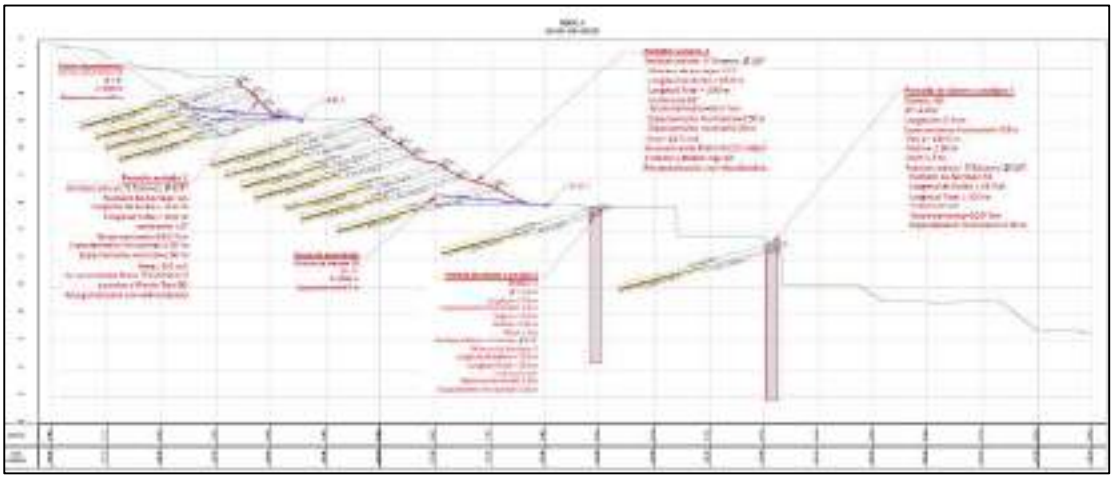


Figura 48. Obras de mitigación recomendadas

7.10.1 Cálculo de la fuerza estabilizadora

Dentro de los análisis para el dimensionamiento de las obras es importante establecer las fuerzas necesarias que permitan garantizar el factor de seguridad mínimo exigido por la normatividad vigente.

En términos generales, el factor de seguridad se define como la relación entre las fuerzas que resisten el movimiento y las fuerzas impulsoras. Las fuerzas impulsoras incluyen la masa de cada rebanada acelerada por la gravedad, las fuerzas sísmicas y el agua en una fisura por tensión. Las fuerzas de resistencia surgen de la cohesión y la fuerza de fricción de la superficie de deslizamiento.

A partir de lo anterior se definen dos tipos de fuerzas estabilizadoras, las fuerzas activas (anclajes pretensionados) y las fuerzas pasivas (clavos, pernos, micropilotes, pilotes, geo mantos de refuerzo de taludes).

Teniendo en cuenta la problemática presente en el área en estudio se propone como obra de mitigación cortar y remover el material deslizado mediante corte en talud 1.0H:1.0V en conjunto con la construcción de una pantalla de pilotes con anclajes activos, por lo cual se presenta a continuación el cálculo de las fuerzas necesarias para estabilizar los taludes.

Es importante aclarar que no se puede realizar el corte del material deslizado si no se construye primero la pantalla de pilotes, debido a que es un material muy inestable.

7.10.1.1 Fuerza pasiva

Para determinar la fuerza pasiva requerida para estabilizar el talud, se calcula la tensión total de refuerzo por unidad de ancho de pendiente TS requerida para obtener el factor de seguridad requerido FSR para cada superficie de falla potencial dentro del área crítica.

$$T_S = (FS_R - FS_U)\frac{M_D}{D}$$

Donde:
Ts=Es la suma de la fuerza de tracción requerida por unidad de ancho de refuerzo.
MD=Momento de conducción sobre el centro del círculo de falla.
D= Radio de círculo R para continuo, tipo hoja extensible refuerzo (es decir, se supone que actúa tangencialmente al círculo)
FSu=Factor de seguridad del talud sin obras de contención.

FSR=Factor de seguridad mínimo requerido

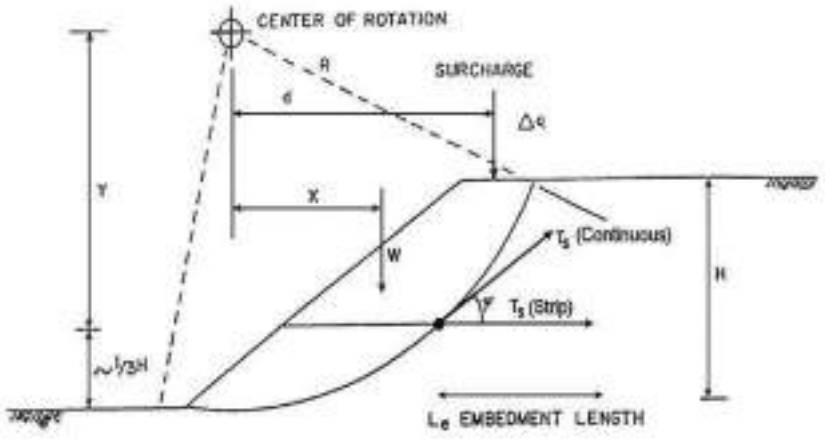


Figura 49. Análisis de estabilidad requerido para determinar la resistencia del refuerzo.

Fuente: FHWA-NHI-10-024.

Del modelo de estabilidad se obtuvo la cuña de falla, el momento de conducción y el radio del círculo de falla, con los que se obtiene la fuerza pasiva.

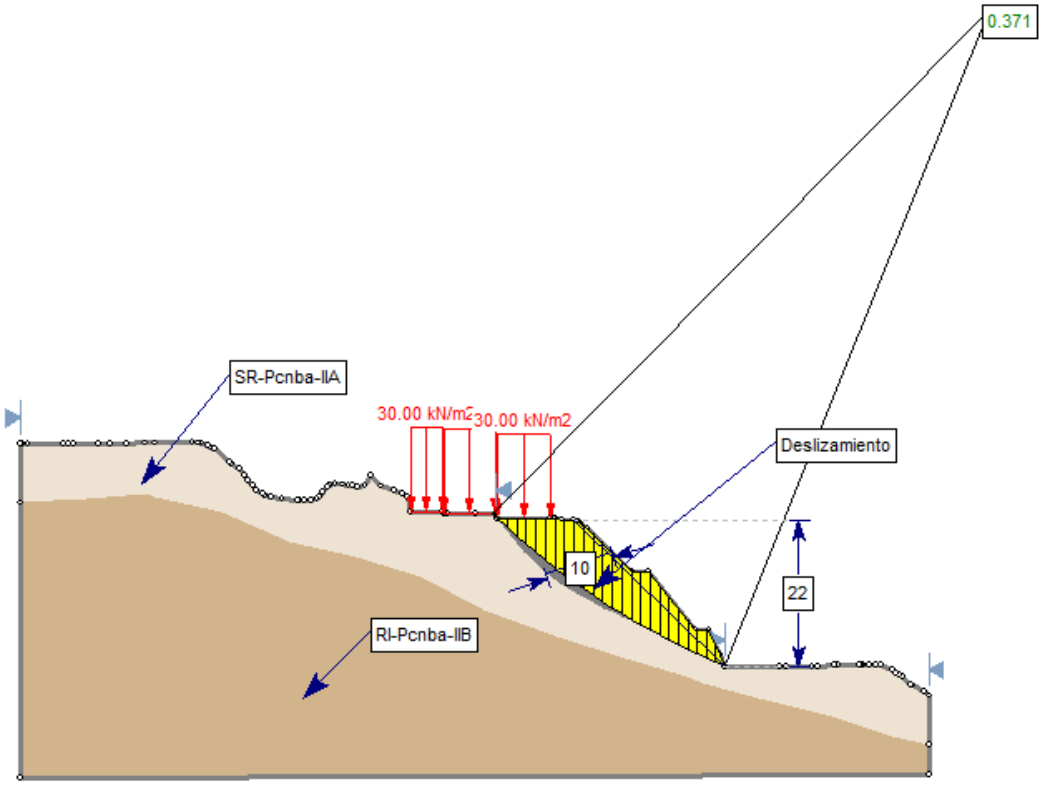


Figura 50. Análisis estático para cálculo de fuerza pasiva Perfil 1.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43. Cálculo de fuerza pasiva análisis estático (Perfil 1).
Fuente: Elaboración propia.

Análisis Estático		
Fsr	1.5	
Fsu	0.37	
Md	225597	KN-m
D	105.286	m
Ts	**2419.0**	**KN/m**

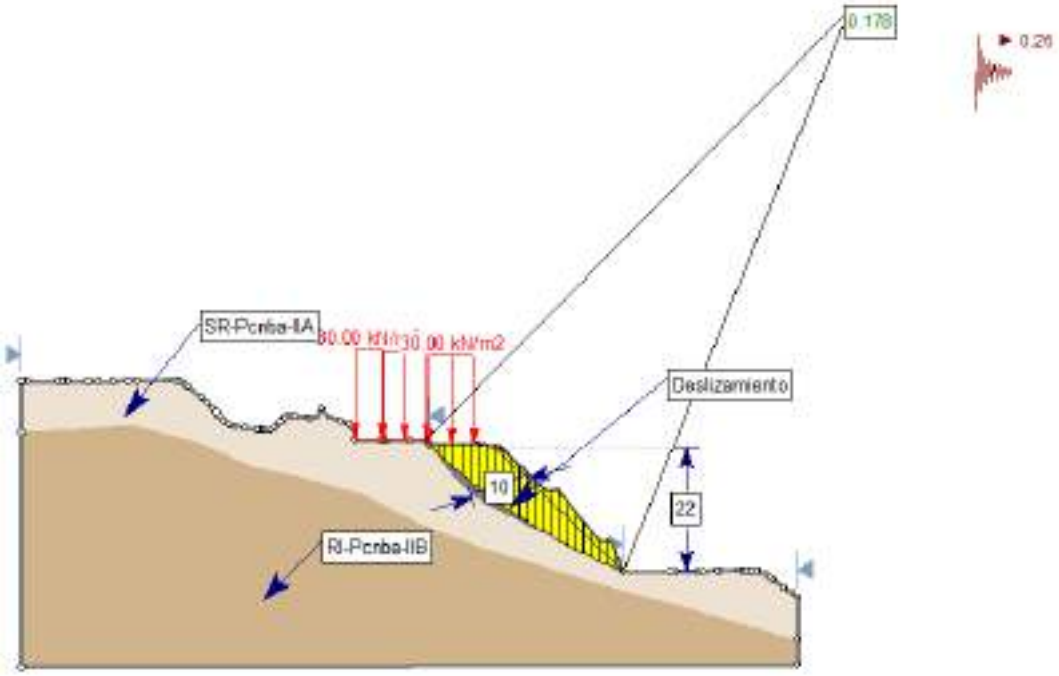


Figura 51. Análisis dinámico para cálculo de fuerza pasiva Perfil 1.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44. Cálculo de fuerza pasiva análisis dinámico (Perfil 1).
Fuente: Elaboración propia.

Análisis Dinámico		
Fsr	1.05	
Fsu	0.18	
Md	308045	KN-m
D	105.264	m
Ts	**2552.0**	**KN/m**

A partir de lo anterior se tiene que la fuerza pasiva para diseño en el perfil 1 debe ser mayor a 2552 kN/m.

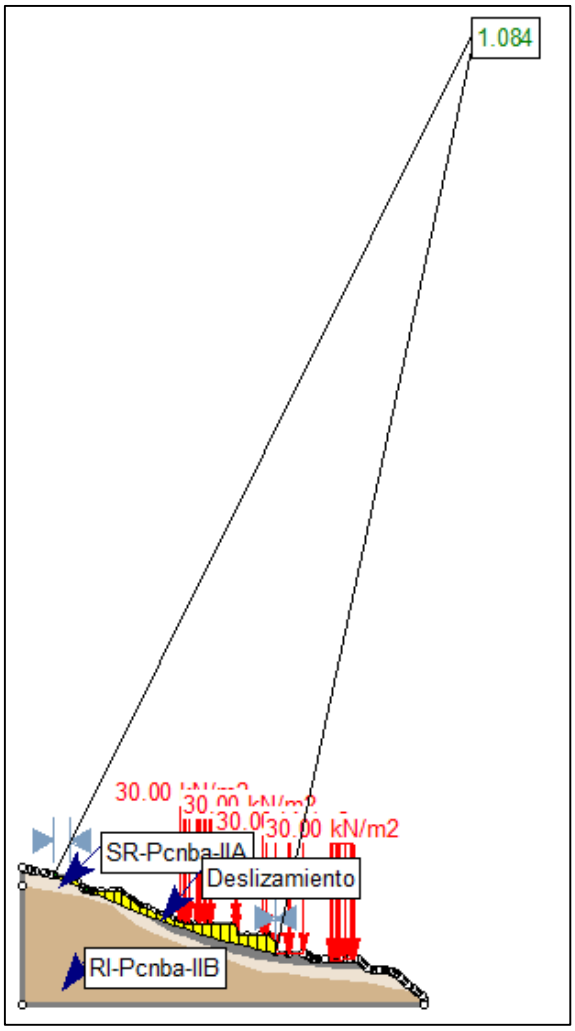


Figura 52. Análisis estático para cálculo de fuerza pasiva Perfil 4.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45. Cálculo de fuerza pasiva análisis estático (Perfil 4).
Fuente: Elaboración propia.

Análisis Estático		
Fsr	1.5	
Fsu	1.08	
Md	1.34E+06	KN-m
D	464.311	m
Ts	**1201.0**	**KN/m**



Figura 53. Análisis dinámico para cálculo de fuerza pasiva Perfil 4.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46. Cálculo de fuerza pasiva análisis dinámico (Perfil 4).
Fuente: Elaboración propia.

Análisis Dinámico		
Fsr	1.05	
Fsu	0.55	
Md	2.30E+06	KN-m
D	464.311	m
Ts	**2457.0**	**KN/m**

A partir de lo anterior se tiene que la fuerza pasiva para diseño en el perfil 4 debe ser mayor a 2457 kN/m.

7.10.2 Diseño de pilotes para estabilización

Wang y Cheng (1974) analizaron el efecto arco en pilotes para la estabilización de deslizamientos presentando las siguientes conclusiones:

- La presión máxima promedio del arco es igual a la presión de reposos del suelo.
- El efecto arco es más notorio para valores mayores de cohesión (c) y fricción (ø).
- Existe un espaciamiento critico a partir del cual el efecto arco desaparece al aumentar el espaciamiento.
- El efecto arco se produce tanto en taludes de arenas como de arcillas.

Además, la magnitud de efecto arco depende, entre otros, de los siguientes factores:

- La rugosidad de la superficie del pilote. A mayor rugosidad es mayor el efecto arco.
- La dilatancia del suelo. A mayor Angulo de dilatancia, se generan mayores presiones de efecto arco.
- La resistencia del suelo. A mayores valores de c y ø, mayor es el efecto arco.

Una vez realizado el análisis del efecto arco, debemos identificar la cuña de falla, la cual no está influenciada por el efecto arco, y, por lo tanto, susceptible a desplazarse.

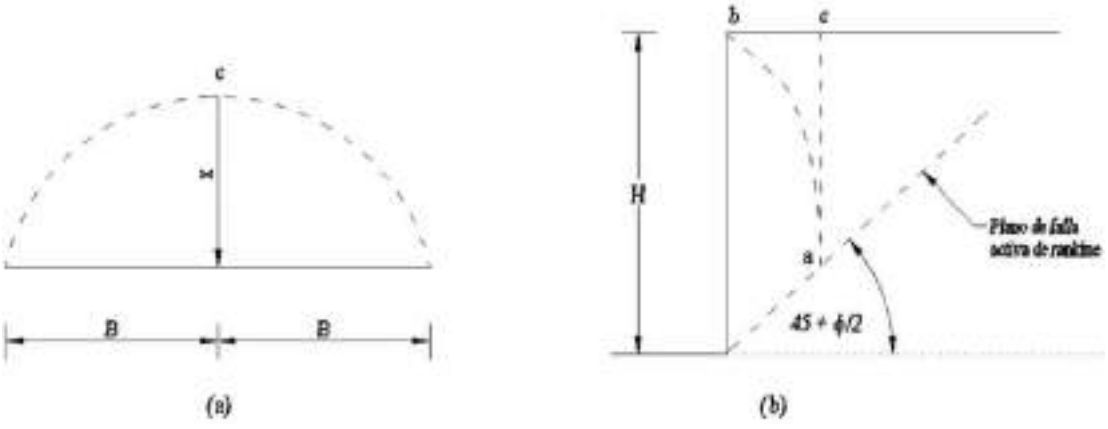


Figura 54. Esquema cuña de falla. (a) vista superior de la falla considerando el efecto arco. (b) vista lateral de la cuña de falla.
Fuente: Análisis teórico de la separación máxima entre pilas de socalzado considerando el efecto arco en suelos granulares" Rocha, Marcelo (2011).

La separación de las pilas de socalzado también depende del ancho o diámetro de las pilas, esto debido a que las tensiones generadas por arcos contiguos pueden interferir entre si dentro de sus respectivas aéreas de influencia.

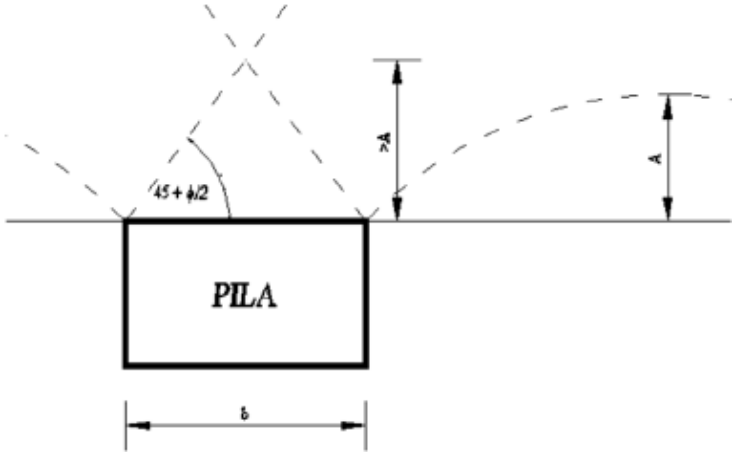


Figura 55. Interacción entre tensiones de arcos contiguos.
Fuente: Análisis teórico de la separación máxima entre pilas de socalzado considerando el efecto arco en suelos granulares" Rocha, Marcelo (2011).

Como conclusión se tiene que para estabilizar el talud en el área los pilotes no deben estar separados más de cuatro (4.0) veces el diámetro entre ejes, sin embargo, esta separación se debe ajustar dependiendo de las solicitudes de fuerza requeridos.

7.10.2.1 Longitud mínima de pilotes

Para determinar la longitud mínima que se deben construir los pilotes se realizó un análisis de estabilidad preliminar.
Basándose en la teoría de los estados límite, el programa busca de forma iterativa un punto en la pared de pilotes para satisfacer la ecuación de equilibrio de momento en la forma:

$$Momento\ de\ Volteo = Momento\ Resistente$$

Una vez que se logra esto, el programa continúa determinando la ubicación del talón de la pared para la cual se cumple el equilibrio de las fuerzas de corte (cálculo de la profundidad del extremo fijo). La longitud total de la estructura analizada se encuentra de esta manera.
Cuando se aplica un enfoque basado en el factor de seguridad, el programa busca, de manera iterativa, un punto para obtener:

$$\frac{Momento\ Resistente}{Momento\ de\ Volteo} = FS$$

Para determinar las presiones de tierra se utilizó la teoría de Rankine, desarrollada en 1857, es la solución a un campo de tensiones que predice las presiones activas y pasivas del terreno. Esta solución supone que el suelo no está cohesionado, tiene una pared que está friccionando, la superficie suelo-pared es vertical, el plano de rotura en este caso sería planar y la fuerza resultante es paralela a la superficie libre del talud. Las ecuaciones de los coeficientes para presiones activas y pasivas aparecen a continuación. Observe que φ' es el ángulo de rozamiento del suelo y la inclinación del talud respecto a la horizontal es el ángulo β.

Para el caso en que β sea 0, las ecuaciones de arriba se simplifican como:

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$K_p = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$

Con el fin de establecer la longitud minina del sistema de contención se presenta a continuación el diagrama de presiones totales que actúan sobre la pantalla de pilotes.

- Zona 1 con espesor de suelo de hasta 12.0 metros

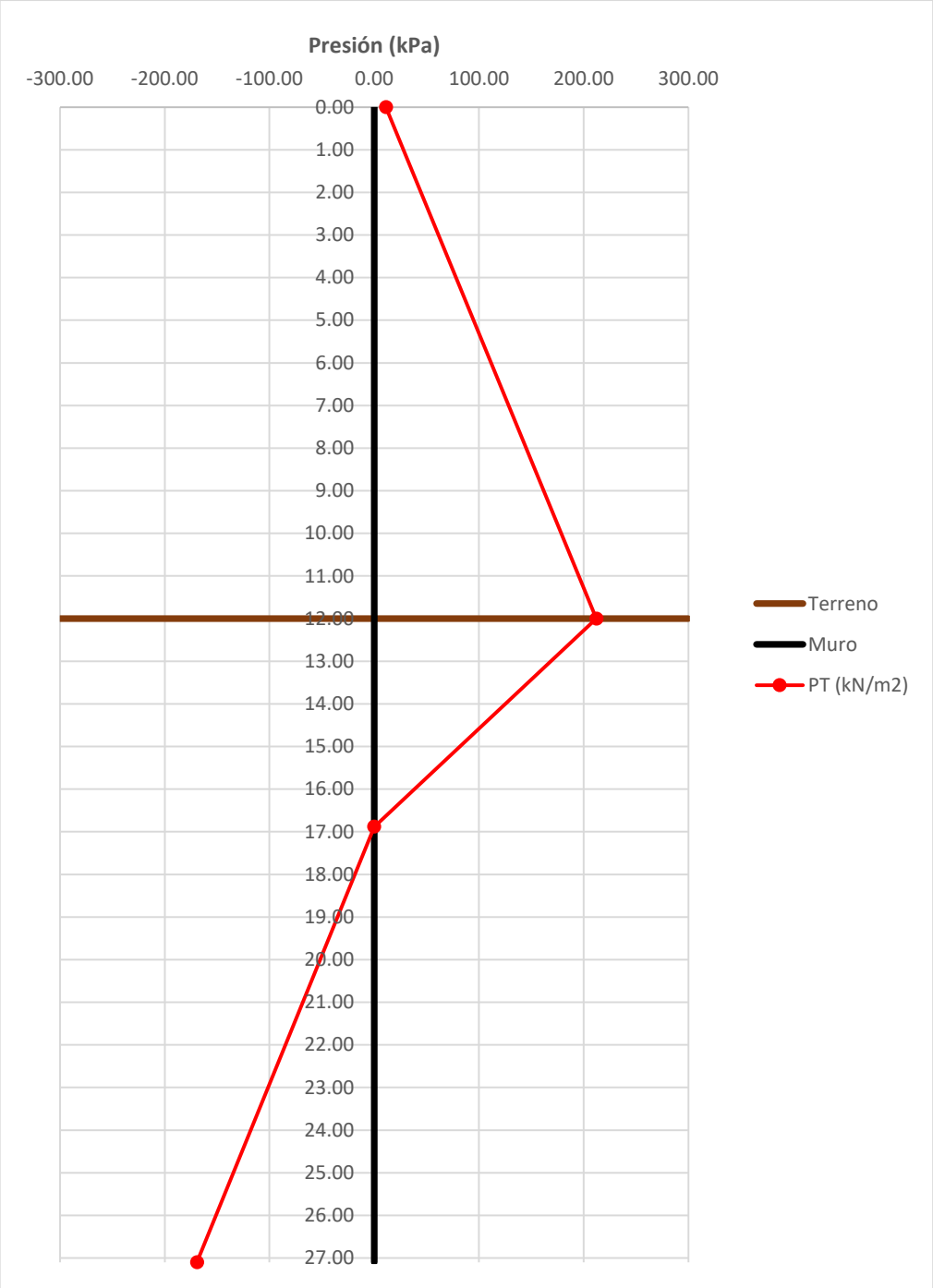


Figura 56. Diagrama de presiones totales – Pantalla de pilotes (Espesor de suelo deslizado de 12.0 metros).
Fuente: Elaboración propia.

Con base en el anterior diagrama se determinó que para un factor de seguridad de mínimo 1.50, el empotramiento mínimo que deben tener los pilotes por debajo de la posible cuña de falla es de 15.0 metros, razón por la cual el sistema de pantalla de pilotes se recomienda proyectar a una profundidad de 27.0 metros desde el nivel de terreno actual para la zona con espesor de suelo deslizado de hasta 12.0 metros.

7.10.2.2 ESTIMACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE FALLA DE LOS PILOTES ANTE CARGAS LATERALES

El diseño de micropilotes sometidos a cargas laterales dependerá de la satisfacción de un requerimiento de deformación lateral o deflexión máxima, que puede resultar en cargas laterales admisibles mucho menor que la resistencia lateral ultima.
Se empleará un método de análisis a partir de un módulo de reacción lateral, propuesto originalmente por Winkler (1867) y consiste en caracterizar al suelo mediante una serie de resortes linealmente elásticos e independientes, cuya constante de deformación es el módulo de reacción lateral (Kh).

Tabla 47. Módulo de reacción horizontal para pilotes D=2.0m

				DIAMETRO
				2.0
PROF	ϕ	Densidad Relativa	nh (Terzaghui)	Kh
(m)	º	(%)	MN/m3	(KN/m3)
0.00	27	10	0.5	0
1.00	27	10	0.5	250
2.00	27	10	0.5	500
3.00	27	10	0.5	750
4.00	27	10	0.5	1000
5.00	27	10	0.5	1250
6.00	27	10	0.5	1500
7.00	27	10	0.5	1750
8.00	27	10	0.5	2000
9.00	27	10	0.5	2250
10.00	27	10	0.5	2500
11.00	27	10	0.5	2750
12.00	36	10	0.5	3000
13.00	36	40	3	19500
14.00	36	40	3	21000
15.00	36	40	3	22500
16.00	36	40	3	24000
17.00	36	50	5	42500
18.00	36	50	5	45000
19.00	36	50	5	47500
20.00	36	50	5	50000
21.00	40	70	8	84000
22.00	40	70	8	88000
23.00	40	70	8	92000
24.00	40	70	8	96000
25.00	40	70	10	125000
26.00	40	70	10	130000
27.00	40	70	10	135000

7.11 RESISTENCIA NOMINAL HORIZONTAL DE PILOTES Y GRUPOS DE PILOTES

Este capítulo contiene los resultados de la evaluación del estado límite de resistencia nominal horizontal de grupos de pilotes, de acuerdo a lo establecido en el capítulo *10.9.3.9 — Resistencia Nominal horizontal de pilotes y grupos de pilotes de la NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO DE PUENTES – LRFD – CCP 14*. Para análisis de resistencia nominal horizontal se aplican las disposiciones del artículo 10.7.3.12.

> **10.7.3.12 — *Resistencia nominal lateral de cimentaciones pilotadas*** — La resistencia nominal de cimentaciones pilotadas a cargas laterales se debe evaluar sobre la base de propiedades de geomateriales y propiedades estructurales. La resistencia de suelos lateral a lo largo de los pilotes debe ser modelada utilizando curvas $P-y$ desarrolladas para los suelos en el sitio.
>
> Las cargas aplicadas deben ser cargas de elevación mayoradas y deben incluir tanto las cargas laterales y como las axiales. El análisis se puede realizar en un solo pilote representativo con la condición de límite superior del pilote apropiada o en el grupo de pilotes completo. Las curvas $P-y$ se deben modificar para los efectos de grupo. Los multiplicadores P en la Tabla 10.7.2.4-1 deben utilizarse para modificar las curvas. Si la tapa del pilote siempre se incorpora, la resistencia lateral $P-y$ de la tierra en la cara de la tapa puede estar incluida en la resistencia lateral nominal.

La relación entre la presión y la deflexión en cualquier punto a lo largo de un pilote no es lineal. Para tener en cuenta esta condición existen varios procedimientos, sin embargo, el enfoque más usado es el de las curvas p-y (p=presión, y=deflexión) desarrollado por Reese en la actualidad. La ecuación diferencial que se plantea para el desarrollo de esta metodología es la siguiente.

$$\frac{d^2M}{dz} + (P_z)\frac{d^2\rho}{dz^2} - \rho = 0$$

Donde,

- ρ= deflexión
- M= momento a la profundidad z en el pilote

- z= profundidad
- Pz= carga axial en el pilote a la profundidad z
- p=reacción en el suelo por unidad de longitud (en este caso, p actúa como una carga lineal equivalente)

Esta ecuación incorpora los efectos de la carga axial y de la variación de la rigidez del pilote con la profundidad. La solución se obtiene aplicando diferencias finitas.

El objeto de la metodología es definir una serie de curvas p-y, en diferentes puntos a lo largo del pilote, tales que cumplan la compatibilidad entre la carga y la deflexión correspondiente a cada punto. Para definir estas curvas se tiene como premisa que el comportamiento del suelo a una profundidad determinada es independiente de los puntos vecinos. Si bien es cierto esto no es estrictamente seguro, Reese comprobó a través de pruebas de carga que los resultados obtenidos son bastante cercanos a los reales.

Se aplica en el presente trabajo esta metodología de análisis utilizando el programa GROUP V.8.014 desarrollado por Ensoft, Inc. con las condiciones iniciales que se describen a continuación.

7.11.1 Descripción General del Método de Análisis

Se ha utilizado el algoritmo GROUP V 8.014, el cual considera el modelo matemático propuesto por Reese y Van Impe (2001) para la estimación las presiones relativas por el desplazamiento del subsuelo. Se considera en este capítulo el análisis del grupo de pilotes, considerando lo expresando en este estudio y los factores de grupo o efectos “sombra”.

El programa GROUP es una herramienta de diseño para analizar el comportamiento de pilotes sujetos a grupos de cargas axiales y laterales, en 2 y 3 dimensiones. El programa transforma una distribución de cargas (vertical, lateral y momentos) en el cabezal de los pilotes, a cargas individuales para cada pilote del grupo.

El programa genera internamente la respuesta no lineal del suelo, en forma de curvas t-z y q-w para cargas axiales, curvas t-r para cargas torsionales y curvas p-y para cargas laterales.

El modelo del subsuelo se caracterizó mediante la información de los perfiles geotécnicos y los valores de modulo K con los cuales se construye la curva P-Y se tomaron con base a recomendaciones de Evans and Duncan (1982).

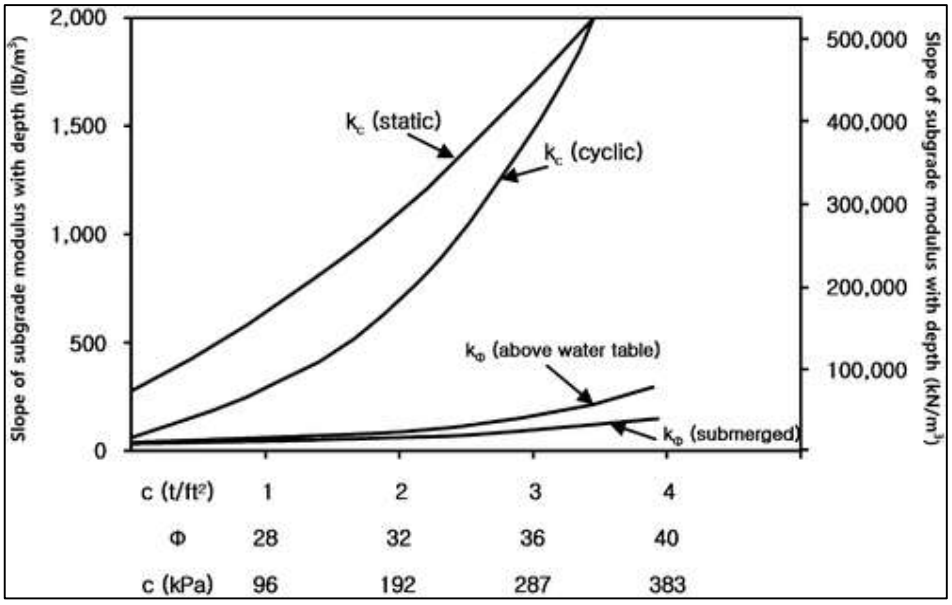


Figura 57. Valores recomendados del módulo K (rigidez) utilizados para la construcción de las curvas P-Y.

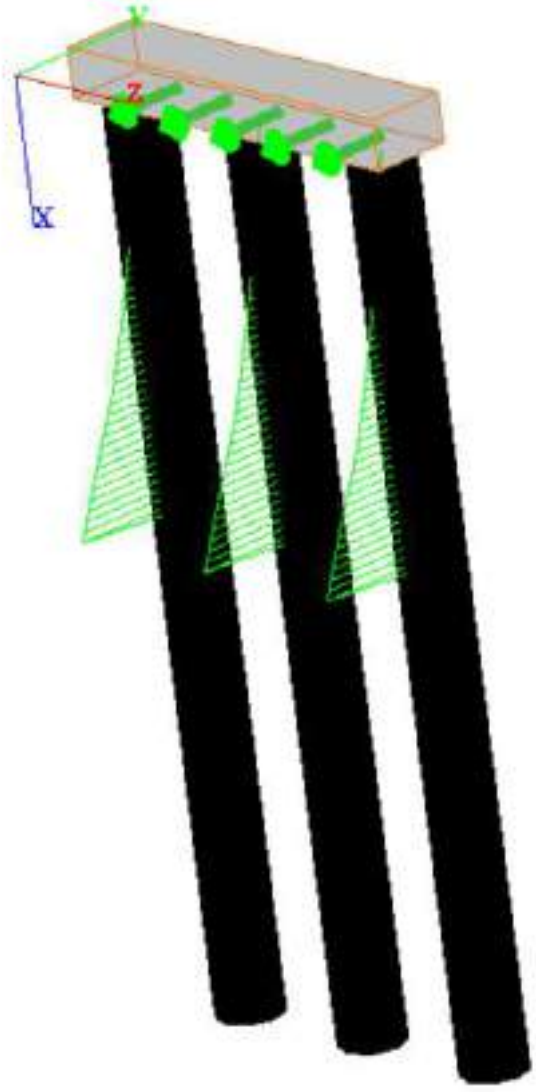


Figura 58. Geometría utilizada en el modelo numérico

```
LAYER  1
THE SOIL IS A SILT

                                          TOP OF LAYER    BOTTOM OF LAYER
X COORDINATE                    ( M)        0.00000          12.0000
EFFECTIVE UNIT WEIGHT           ( KN/ M**3)    17.0000          17.0000
UNDRAINED COHESION, C           ( KN/ M**2)    4.00000          4.00000
FRICTION ANGLE                  (DEGREES)      27.0000          27.0000
P-Y SUBGRADE MODULUS            ( KN/ M**3)    6000.00          6000.00
STRAIN AT 50% STRESS                        0.0200000        0.0200000
ULTIMATE UNIT SIDE FRICTION     ( KN/ M**2)    22.6000 (S)      137.599 (S)
ULTIMATE UNIT TIP RESISTANCE    ( KN/ M**2)    0.00000          0.00000

LAYER  2
THE SOIL IS A SILT

                                          TOP OF LAYER    BOTTOM OF LAYER
X COORDINATE                    ( M)        12.0000          20.0000
EFFECTIVE UNIT WEIGHT           ( KN/ M**3)    8.00000          8.00000
UNDRAINED COHESION, C           ( KN/ M**2)    8.00000          8.00000
FRICTION ANGLE                  (DEGREES)      36.0000          36.0000
P-Y SUBGRADE MODULUS            ( KN/ M**3)    60000.0          60000.0
STRAIN AT 50% STRESS                        5.00000E-03      5.00000E-03
ULTIMATE UNIT SIDE FRICTION     ( KN/ M**2)    137.599 (S)      119.927 (S)
ULTIMATE UNIT TIP RESISTANCE    ( KN/ M**2)    0.00000          0.00000

LAYER  3
THE SOIL IS A SILT

                                          TOP OF LAYER    BOTTOM OF LAYER
X COORDINATE                    ( M)        20.0000          50.0000
EFFECTIVE UNIT WEIGHT           ( KN/ M**3)    10.0000          10.0000
UNDRAINED COHESION, C           ( KN/ M**2)    20.0000          20.0000
FRICTION ANGLE                  (DEGREES)      40.0000          40.0000
P-Y SUBGRADE MODULUS            ( KN/ M**3)  1.00000E+05      1.00000E+05
STRAIN AT 50% STRESS                        4.00000E-03      4.00000E-03
ULTIMATE UNIT SIDE FRICTION     ( KN/ M**2)    119.927 (S)      153.000 (S)
ULTIMATE UNIT TIP RESISTANCE    ( KN/ M**2)    4010.00 (T)      4010.00 (T)
```

Figura 59. . Parámetros geotécnicos utilizados en el modelo numérico

7.11.2 Solicitaciones sobre los pilotes

7.11.2.1 Distribución de empujes sobre los pilotes

Para el diseño estructural de los pilotes se hace necesario determinar una distribución de empujes para establecer el comportamiento ante cargas laterales de estos elementos. Para esto se utilizó el método incluido en el manual NAVFAC, según el cual la distribución de empuje máximo sobre los pilotes es función exclusiva del terreno en que se insertan y se define por la siguiente expresión:

$\sigma L = \sigma' v \cdot Kq + c' \cdot Kc$

Dónde:

σL: Esfuerzo horizontal sobre el pilote a la profundidad L;
σ´v: esfuerzo vertical efectivo a la profundidad L;

c´: cohesión efectiva del terreno.
Kq y Kc: coeficientes de empuje, dependientes de la profundidad, del ancho del pilote y del ángulo de rozamiento interno del terreno.

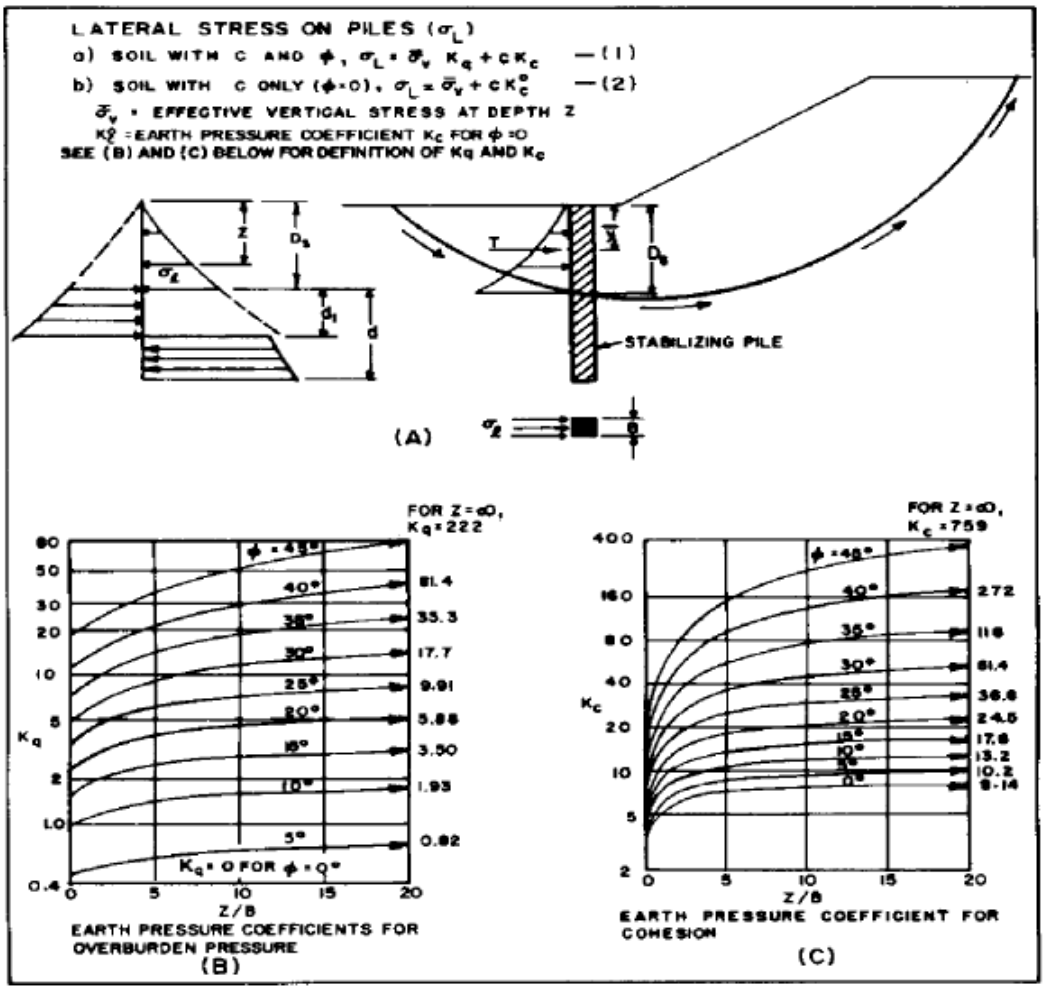


Figura 60. Empujes laterales sobre pilotes según NAVFAC

D	2	m	NF	0		
Angulo Friccion	27	grados				
C	0	*Kpa*				
Z (m)	Z/B	Kq	Kc	G`(Kpa)	Gl (Kpa)	P (kN/m)
0	0.0	2	6	0	0	0
2	1.0	4	15	36	144	288
4	2.0	4.5	24	72	324	648
6	3.0	5	28	108	540	1080
8	4.0	5.5	30	144	792	1584
10	5.0	6.5	32	180	1170	2340
12	6.0	7	35	216	1512	3024

Figura 61. Empujes laterales sobre pilotes según NAVFAC

7.11.3 Resultados de Análisis de Interacción Inercial Suelo-Pilote Ante Cargas Laterales - Resistencia nominal horizontal de grupos de pilotes

Como se muestra en las anteriores figuras se eligió un tramo de viga cabezal con pilotes verticales, por tanto, se espera que refleje muy claramente el comportamiento de los diferentes grupos de pilotes de una manera muy acertada.

Respecto de los desplazamientos inducidos por las solicitaciones laterales (cortante y momento), se aprecia que estas presentan valores de hasta 18cm en el sentido de menor rigideze, en el caso que se presente un deslizamiento cuando los pilotes esten construidos sin la pantalla anclada (escensario de diseño)

Los momentos en el sentido de menor rigidez, presentan valores de 5000 a 8000 Kn-m, los cuales se presentan en los primeros 16.0 metros del pilote.

Los resultados de los análisis, muestran que el pilote presenta un empotramiento adecuado por debajo de los 12.0m.

Los cortantes presentan valores de 1500 a 3000 kN, los cuales se presentan en los primeros 16.0m del pilote.

Los valores de cortante y momento flector, obtenidos del análisis no lineal ante carga lateral, deber ser tomados en cuenta por el diseñador estructural para establecer el tipo de refuerzo de los micropilotes.

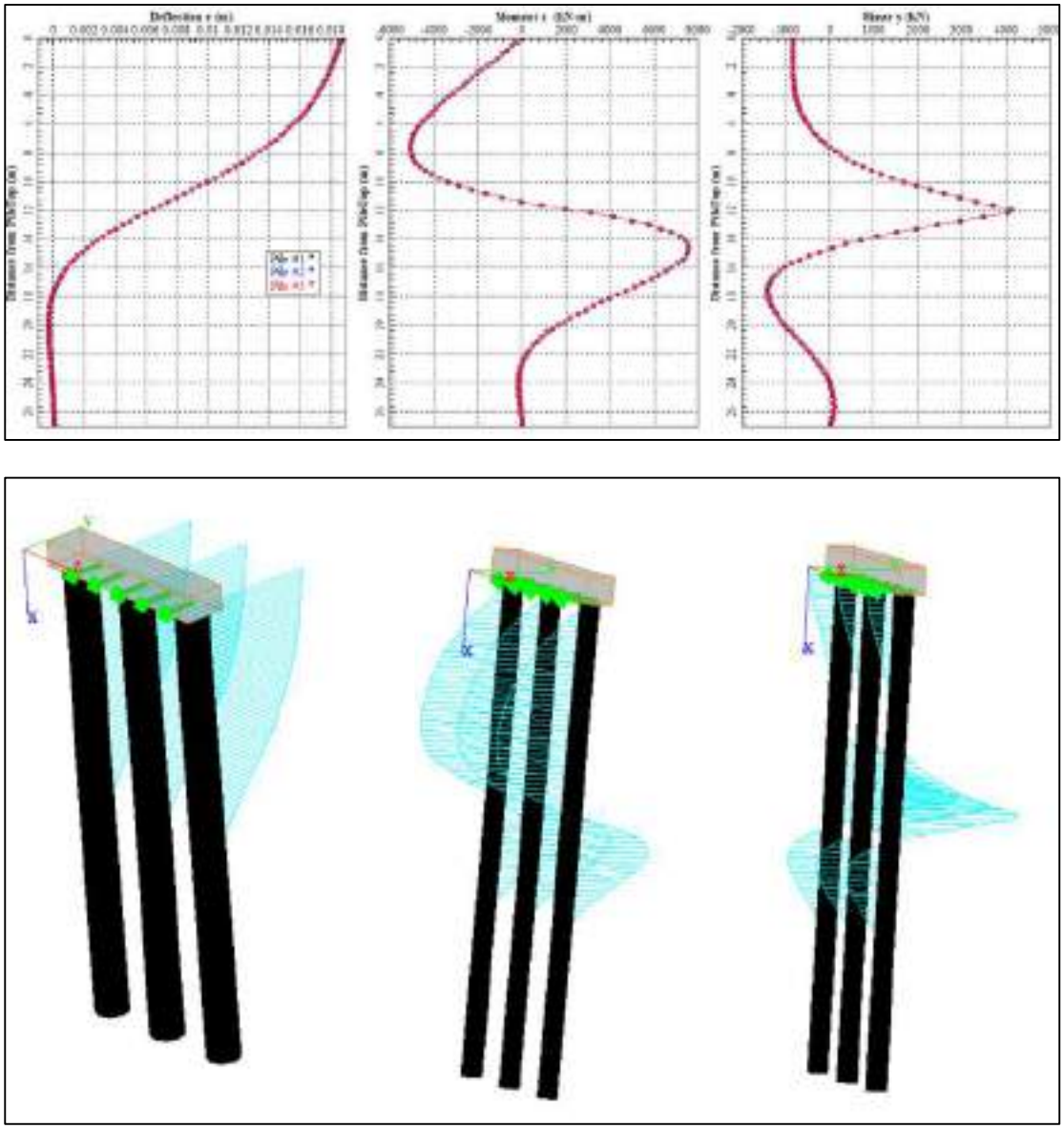


Figura 62. Diagramas de desplazamiento, cortante y momento, sentido Y – envolvente máxima

7.11.4 Diseño de los anclajes pretensionados

Para el diseño de los anclajes pretensionados se tendrán en cuenta la Norma Colombiana de Diseño de Puentes –LRFD-CCP14 y a la Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera de España.

7.11.4.1 Longitud libre

La longitud libre mínima requerida entre la zona de adherencia y la zona activa detrás del muro se determina a partir de la siguiente figura en donde se muestra que la distancia entre la línea de falla y el bulbo debe ser la mayor o igual 1500mm o H/5, la cual asegura que ninguna carga de la zona adherente se transfiera hacia la zona libre de carga por trasferencia a través de la columna de mortero en la zona libre de carga.

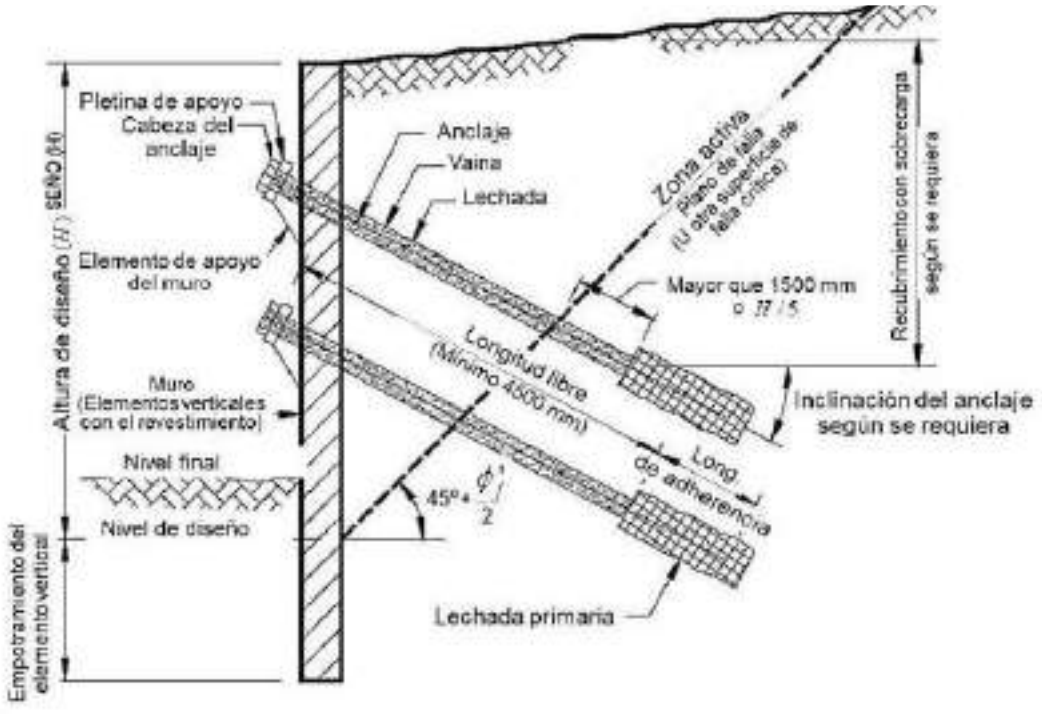


Figura 63. Nomenclatura de los muros anclados y lineamientos para longitud empotrada de los anclajes. CCP14.

A partir de lo anterior y teniendo en cuenta las cuñas de falla y la altura del talud, la longitud libre no debe ser menor a 12.0 metros de longitud.

7.11.4.2 Mayoración de cargas

De acuerdo a la Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera de España, las fuerzas por anclajes necesarias para estabilizar se deben mayorar para el dimensionamiento de los elementos teniendo en cuenta si son de tipo permanente o provisional.

Tabla 48. Mayoración de las cargas.

TIPO DE ANCLAJE	F_1
Permanente	1,50
Provisional	1,20

A partir de lo anterior y teniendo en cuenta que son permanentes se tiene un factor de mayoración igual a 1.50, por lo cual la carga mayorada es de 75 Toneladas, para ambas pantallas.

7.11.4.3 Comprobación de la tensión admisible del acero del tirante

Para la comprobación de la tensión admisible del acero del torón se minorará la tensión admisible en el torón de forma que se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

$$P_{Nd} / A_T \leq f_{pk} / 1{,}30$$
$$P_{Nd} / A_T \leq f_{yk} / 1{,}15$$

Siendo:
PNd = carga nominal mayorada de cada anclaje.
AT = sección del tirante.
fpk = límite de rotura del acero del torón.
fyk = límite elástico del acero del torón.
Normalmente las tensiones de trabajo de estos aceros son del 60 % de su límite elástico en los anclajes permanentes y del 75 % en los anclajes provisionales.

Tabla 49. Comprobación de la tensión admisible del acero para anclajes de 50 Ton.
Fuente: Elaboración propia.

Comprobación de la tensión admisible del acero		
Carga Mayorada PND	750	KN
Diametro de Toron	0.6	Pulgadas
Diametro de Toron	15.24	mm
Area del toron (AT)	140.0	mm2
Resistencia minima a la Rotura (Grado 270)	260.7	KN
Resistencia ultima a la traccion	1660.0	Mpa
Factor de reduccion	0.75	
Limite de Rotura del Toron (fpk)	1397	Mpa
Limite elastico del Toron (fyk)	1245	MPa
Numero de Torones	5	
Carga por Toron PND1	150	KN
PND1/AT	1071.4	Mpa
fpk/1,30	1074.3	Mpa
fyk/1,15	1082.6	Mpa
Comprobación 1	**OK**	
Comprobación 2	**OK**	

A partir de lo anterior se recomienda anclajes compuestos por cinco (5) torones de 0,6 Pulgadas de diámetro TORÓN NORMA ASTM A416, Grado 270 (1860) Resistencia a la Rotura Mínima del Torón=260.7 kN.

7.11.4.4 Comprobación del deslizamiento del tirante dentro del bulbo

Para la comprobación de la seguridad frente al deslizamiento del tirante en la lechada, dentro del bulbo se minorará la adherencia límite entre el tirante y la lechada que lo rodea en el bulbo, por el coeficiente 1,2.
Se deberá verificar:

$$P_{Nd} / (L_b \cdot p_T) \leq \tau_{lim} / 1{,}2$$

Con:
τlim = 6,9 (fck/22,5)2/3
Siendo:

PNd = carga nominal mayorada de cada anclaje.
pT = perímetro nominal del tirante = $2\sqrt{\pi \cdot AT}$
AT = sección del tirante. Lb = longitud de cálculo del bulbo.
τlim = adherencia límite entre el tirante y la lechada expresada en MPa.
fck = resistencia característica (rotura a compresión a 28 días) de la lechada expresada en MPa.

De acuerdo a la especificación INVIAS 631-13 LECHADA PARA DUCTOS DE CONCRETO PREESFORZADO La resistencia a compresión de la pasta no será inferior a treinta megapascales (30 MPa) o trescientos kilogramos por centímetro cuadrado (300 kg/cm2), a los veintiocho (28) días.

Tabla 50. Comprobación del deslizamiento del tirante en la lechada, dentro del bulbo para anclajes de 50 Ton.
Fuente: Elaboración propia.

Comprobación del deslizamiento del tirante en la lechada, dentro del bulbo		
Carga Mayorada PND	750	KN
Area del toron (AT)	140.0	mm2
Permietro nominal del Toron PT	41.944	mm
Resistencia a la Compresión Lechada (fck)	30.0	Mpa
Adherencia límite Toron y Lechada (Tlim)	8.36	Mpa
Tlim/2	4.179377364	Mpa
Longitud de Bulbo (Lb)	4278.393516	mm
Longitud de Bulbo (Lb)	**4.3**	**Metros**

7.11.4.5 Comprobación de la seguridad frente al arrancamiento del bulbo

Para la comprobación de la seguridad frente al arrancamiento del bulbo se minorará la adherencia límite del terreno que rodea al bulbo del anclaje para obtener la adherencia admisible aadm. Se comprobará:

$$Q_R = \phi Q_n = \phi \pi d \tau_a L_b \qquad (11.9.4.2\text{-}1)$$

donde:

ϕ = factor de resistencia para el arrancamiento de los anclajes (adim)
Q_n = resistencia nominal de los anclajes al arrancamiento (N)
d = diámetro del orificio para el anclaje (mm)
τ_n = esfuerzo nominal de adherencia del anclaje (MPa)
L_b = longitud de adherencia del anclaje (mm)

Los valores de la adherencia admisible aadm del bulbo se pueden deducir tanto de los ensayos de investigación como fundamentalmente de los ensayos de adecuación.

Tabla 51. Esfuerzos de adherencia unitario ultimo asumido para anclajes en rocas. Tabla 11.9.4.2-3 del CCP14.

Tipo de roca	τ_n (MPa)
Granito o basalto	1,7 a 3,1
Caliza dolomítica	1,4 a 2,1
Caliza blanda	1,0 a 1,4
Pizarras y lutitas duras	0,80 a 1,4
Areniscas	0,80 a 1,7
Areniscas meteorizadas	0,70 a 0,80
Lutitas blandas	0,20 a 0,80

Tabla 52. Esfuerzos de adherencia unitario ultimo asumido para anclajes en suelos cohesivos. Tabla 11.9.4.2-1 del CCP14.

Tipo de anclaje/suelo (presión de inyección de mortero)	Rigidez del suelo o resistencia a la compresión no confinada (MPa)	τ_u (MPa)
Anclajes inyectados a gravedad (< 0,35 MPa)		
Mezclas de limo y arcilla	Rígidas a muy rígidas: 0,096-0,383	0,03 a 0,07
Anclajes inyectados a presión (0,35 MPa-2,8 MPa)		
Arcilla altamente plástica	Rígida: 0,096-0,239	0,03 a 0,10
	Muy rígida: 0,239-0,383	0,07 a 0,17
Arcilla medianamente plástica	Rígida: 0,096-0,239	0,10 a 0,25
	Muy rígida: 0,239-0,383	0,14 a 0,35
Limo arenoso medianamente plástico	Muy rígido: 0,239-0,383	0,28 a 0,38

Tabla 53. Esfuerzos de adherencia unitario ultimo asumido para anclajes en suelos no cohesivos. Tabla 11.9.4.2-2 del CCP14.

Tipo de anclaje/suelo (presión de inyección de mortero)	Compacidad del suelo o resistencia ensayo SPT[1]	τ_u (MPa)
Anclajes inyectados a gravedad (< 0,35 MPa)		
Arena o mezclas de arena y grava	Medianamente densas a densas: 11-50	0,07 a 0,14
Anclajes inyectados a presión (0,35 MPa-2,8 MPa)		
Arena fina a media	Medianamente densa a densa: 11-50	0,08 a 0,38
Arena media a gruesa con grava	Medianamente densa: 11-30	0,11 a 0,67
	Densa a muy densa: 30-50+	0,25 a 0,95
Arenas limosas	-	0,17 a 0,40
Grava arenosa	Medianamente densa a densa: 11-40	0,21 a 1,4
	Densa a muy densa: 40-50+	0,28 a 1,4
Till glacial	Denso: 31-50	0,30 a 0,52

Tabla 54. Factores de resistencia para muros de contención permanentes. Tabla 11.5.7-1 del CCP14.

TIPO DE MURO Y CONDICIÓN		FACTOR DE RESISTENCIA
Muros en voladizo y muros anclados		
Resistencia axial a compresión de los elementos verticales		Aplica el Artículo 10.5
Resistencia de los elementos verticales a la compresión axial		0.75
Resistencia al arrancamiento de los anclajes (1)	• Suelos no cohesivos (granulares) • Suelos cohesivos • Roca	0.65 (1) 0.70 (1) 0.50 (1)
Resistencia al arrancamiento de los anclajes (2)	• Cuando se realizan pruebas de verificación	1.0 (2)
Resistencia a la tensión de los tendones de anclaje	• Acero dulce (por ejemplo barras ASTM A615)	0.90 (3)
	• Acero de alta resistencia (por ejemplo barras ASTM A722)	0.80 (3)
Capacidad a flexión de los elementos verticales		0.90

Tabla 55. Comprobación de la seguridad frente al arrancamiento del para anclajes de 50 Ton.
Fuente: Elaboración propia.

Comprobación de la seguridad frente al arrancamiento del bulbo		
Carga Mayorada PND	750	KN
Diametro Nominal del Bulbo DN	4.0	pulgadas
Diametro Nominal del Bulbo DN	101.6	mm
Adherencia admisible Ault Tabla	200	KN/m2
Factor de resistencia Tabla	0.65	
Adherencia admisible Aadm Tabla	130	KN/m2
Longitud de Bulbo (Lb)	**18.0**	**Metros**
Longitud Libre (Ll)	**12.0**	**Metros**
Longitud Total (Lt)	**30.0**	**Metros**

A partir de lo anterior se recomienda anclajes compuestos por cinco (5) torones de 0,6 Pulgadas de diámetro tensados a una carga de 50 toneladas/anclaje, ángulo de inclinación de 15º, longitud de bulbo de 18.0 metros y longitud total de 30.0 metros.

7.11.5 Cálculo de la capacidad de soporte del dado de tensionamiento

En el diseño la cimentación se consideran los estados límite de falla del suelo de soporte y de los elementos estructurales de la cimentación y los estados límites de servicio. De acuerdo al numeral H.4.2.3 de la NSR-10, la capacidad admisible de diseño para la cimentación deberá ser el menor valor entre el esfuerzo límite de falla (Véase H.4.2.1, NSR-10), reducido por el factor de seguridad, y el que produzca asentamientos iguales a los máximos permitidos (Véase H.4.8, NSR-10).
El cálculo de la capacidad portante para condición de rotura, se realizó considerando la resistencia del suelo y las recomendaciones de la Norma NSR-10.
Las ecuaciones utilizadas corresponden al principio general de la capacidad de carga expuesta por Meyerhof.

A continuación, se presentan la ecuación que se tuvo en cuenta en el cálculo de la capacidad de soporte:

Método de Meyerhof (1963)

Meyerhof utiliza la siguiente ecuación para el cálculo de la capacidad de soporte.

$$q_u = cN_c f_c d_c i_c + qN_q f_q d_q i_q + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma f_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Factor de carga:

$$N_c = (N_q - 1)\cot\phi$$

$$N_q = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)e^{\pi\tan\phi}$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1)\tan\phi$$

Factor de forma:

$$f_c = 1 + \frac{B}{L}\frac{N_q}{N_c}$$

$$f_q = 1 + \frac{B}{L}\tan\phi$$

$$f_\gamma = 1 - 0.4\frac{B}{L}$$

Factor de profundidad:

$$si\ \frac{Df}{B} \leq 1$$

$$d_c = 1 + 0.4\frac{D_f}{B}$$

$$d_q = 1 + 2\tan\phi(1 - sen\,\phi)^2\frac{D_f}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

$$si\ \frac{Df}{B} > 1$$

$$d_c = 1 + 0.4\tan^{-1}\left(\frac{D_f}{B}\right)$$

$$d_q = 1 + 2\tan\phi(1 - sen\,\phi)^2\tan^{-1}\left(\frac{D_f}{B}\right)$$

$$d_\gamma = 1$$

Teniendo en cuenta la carga de tensionamiento, se propone un dado en concreto reforzado de mínimo 1.0 metro de ancho.

Para los parámetros de diseño se tomaron como el promedio de 5.0 veces el ancho por debajo del nivel de cimentación teniendo en cuenta lo establecido por el libro Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones, Braja M. Das, séptima edición.

Los dados en concreto se proponen en los taludes superiores del perfil 4 en donde se apoyan directamente sobre suelos residuales, en la zona del perfil 1 donde actualmente se encuentra el deslizamiento se recomienda la construcción de un muro anclado en concreto reforzado.

Tabla 56. Cálculo de la capacidad de soporte de acuerdo a estados límite de falla.
Fuente: Elaboración propia.

DATOS DE ENTRADA

Tipo de Suelo	Arena		μ=	0.35		Kp=	3.88	
γ1=	19.0	KN/m3	Nivel Freatico	-	m	γ=	19	KN/m2
Φ=	36.2	°	D.F.	0.25	m	q=	4.75	KN/m2
C=	8.3	KN/m2	F.S.	3		B/L	1.0	
N60=	50		L/B	1		Es=	35000	KN/m2

ANALISIS DE RESISTENCIA AL CORTE

$$q_u = cN_c f_c d_c i_c + qN_q f_q d_q i_q + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma f_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

$N_c = (N_q - 1)\cot\phi$

$N_q = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)e^{\pi\tan\phi}$

$N_\gamma = 2(N_q + 1)\tan\phi$

$f_c = 1 + \frac{B}{L}\frac{N_q}{N_c}$

$f_q = 1 + \frac{B}{L}\tan\phi$

$f_\gamma = 1 - 0.4\frac{B}{L}$

$si\ \frac{Df}{B} \le 1$

$d_c = 1 + 0.4\frac{D_f}{B}$

$d_q = 1 + 2\tan\phi(1 - sen\phi)^2\frac{D_f}{B}$

$d_\gamma = 1$

$si\ \frac{Df}{B} > 1$

$d_c = 1 + 0.4\tan^{-1}\left(\frac{D_f}{B}\right)$

$d_q = 1 + 2\tan\phi(1 - sen\phi)^2\tan^{-1}\left(\frac{D_f}{B}\right)$

$d_\gamma = 1$

Ancho B (m)	Factores de Carga		Factores de Forma		Factores de Profundidad		qult (KN/m2)	qadm (KN/m2)	qadm (Ton/m2)
1.10	Nc=	51.50	Fcs=	1.75	Fcd=	1.09	1519	506	51
	Nq=	38.68	Fqs=	1.73	Fqd=	1.06			
	Nγ=	58.06	Fsγ=	0.60	Fγd=	1.0			

Análisis de asentamientos inmediatos

Para una cimentación superficial sometida a una fuerza neta por área unitaria igual qo, los asentamientos inmediatos se determinan por la relación de poisson y el módulo de elasticidad del suelo portante, μs y Es, respectivamente.
De acuerdo a Harr (1966) el asentamiento se expresa como:

$$Se = \frac{Bq_o}{E_s}(1 - \mu^2)\alpha_r$$

Dónde:
q0 = Intensidad de la presión de contacto
B= Mínima dimensión del área reactiva,

E y μ= Parámetros elásticos del terreno.

Los valores de α para varias relaciones de longitud y ancho de cimentación (L/B), se muestra a continuación:

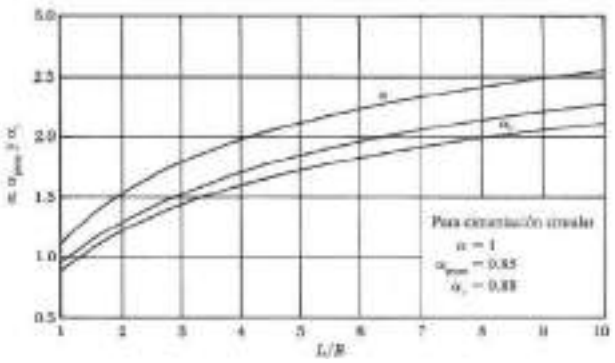


Figura 64. Valores de α para relación (L/B).

Para la carga de tensionamiento de 50 Toneladas y un dado de concreto de 1.10 metro de ancho se calculan los asentamientos inmediatos.

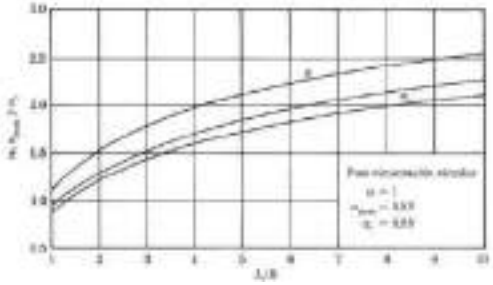
Tabla 57. Asentamientos inmediatos para la carga de tensionamiento de 50 toneladas.
Fuente: Elaboración propia.

DATOS DE ENTRADA

Tipo de Suelo	Arena		μ=	0.35		Kp=	3.88	
γ1=	19	KN/m3	Nivel Freatico	-	m	γ=	19	KN/m2
Φ=	36.19	°	D.F.	0.25	m	q=	4.75	KN/m2
C=	8.33	KN/m2	F.S.	3		B/L	1.0	
N60=	50		L/B	1		Es=	35000	KN/m2

ANALISIS DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

$$Se = \frac{B q_o}{E_s}(1-\mu^2)\alpha_r$$



Calculo de Asentamientos Inmediatos							
Ancho B (m)	L/B	αr	(1-μ2)	q (KN/m2)	Se (m)	Se (cm)	Carga Max (Ton)
1.10	1	0.9	0.9	500	0.012	1.24	60.5

7.11.6 Análisis de deformaciones muro anclado sector perfil 1

Con el fin de verificar los asentamientos y deformaciones implementando las obras de contención, se presenta a continuación un modelo mediante elementos finitos en el Software GeoStructural Finite Element Analysis – FEM de Bentley.

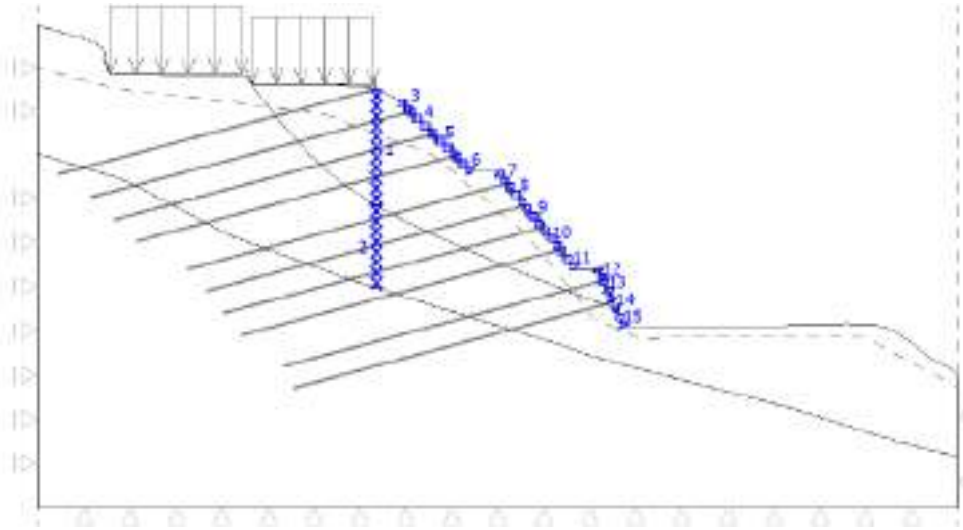


Figura 65. Modelo típico para el análisis de deformaciones con las obras proyectadas (sector perfil 1).
Fuente: Elaboración propia.

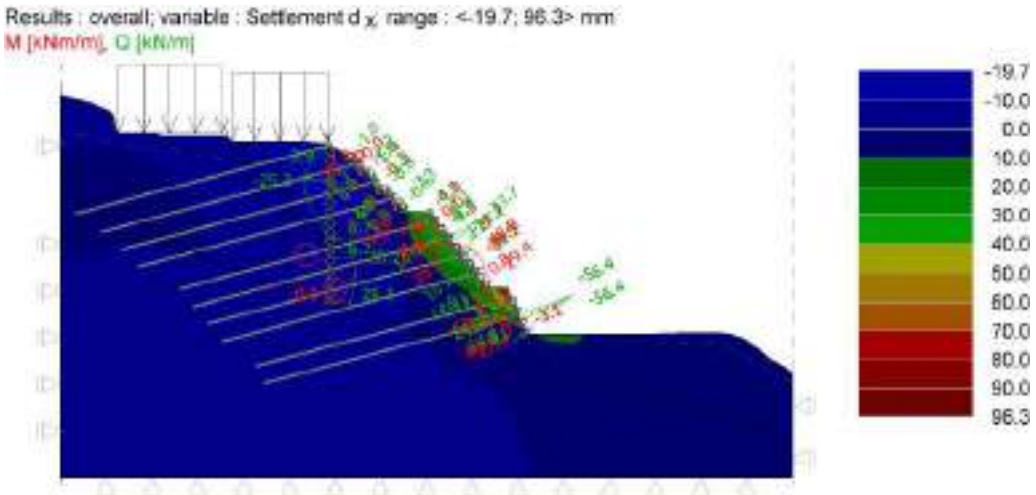


Figura 66. Modelo de deformaciones con las obras proyectadas (sector perfil 1).
Fuente: Elaboración propia.

Se recomienda contemplar para el diseño estructural de la pantalla rígida las siguientes fuerzas internas en la pantalla:

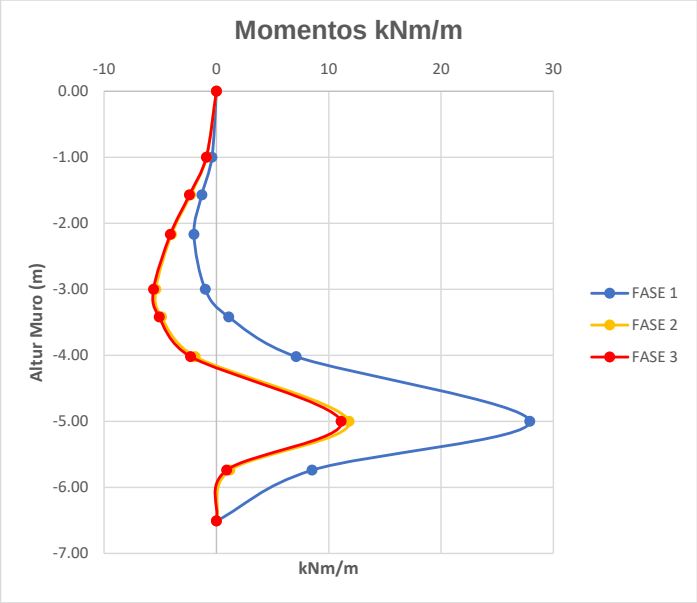


Figura 67. Diagrama de momentos muro anclado superior (sector perfil 1). Fuente: Elaboración propia.

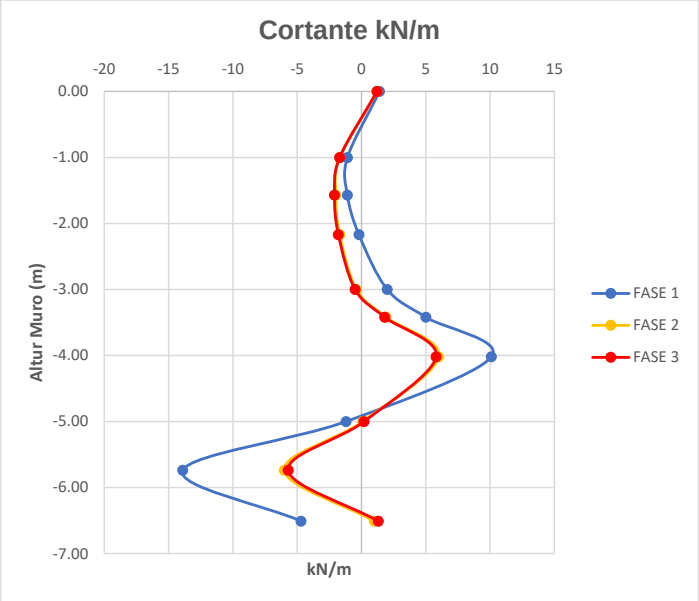


Figura 68. Diagrama de momentos muro anclado superior (sector perfil 1). Fuente: Elaboración propia.

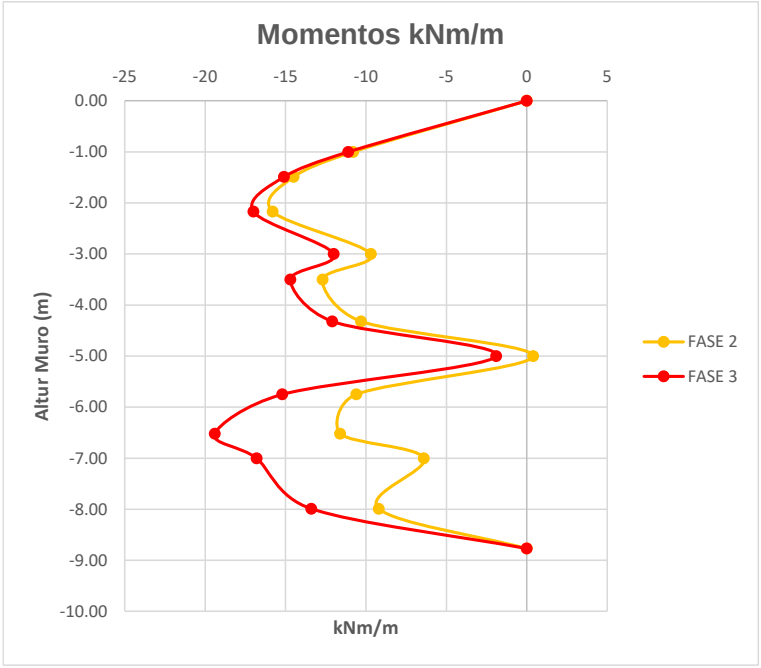


Figura 69. Diagrama de momentos muro anclado intermedio (sector perfil 1). Fuente: Elaboración propia.

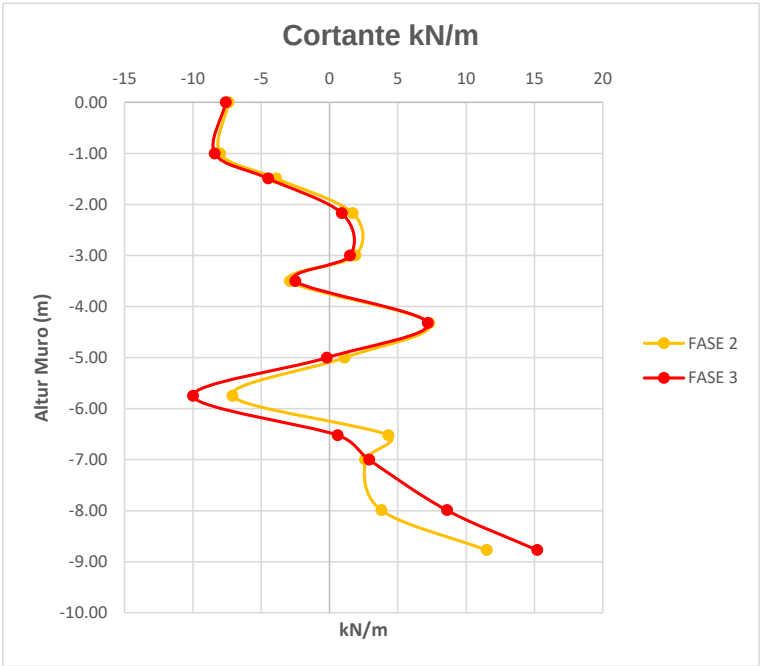


Figura 70. Diagrama de momentos muro anclado intermedio (sector perfil 1). Fuente: Elaboración propia.

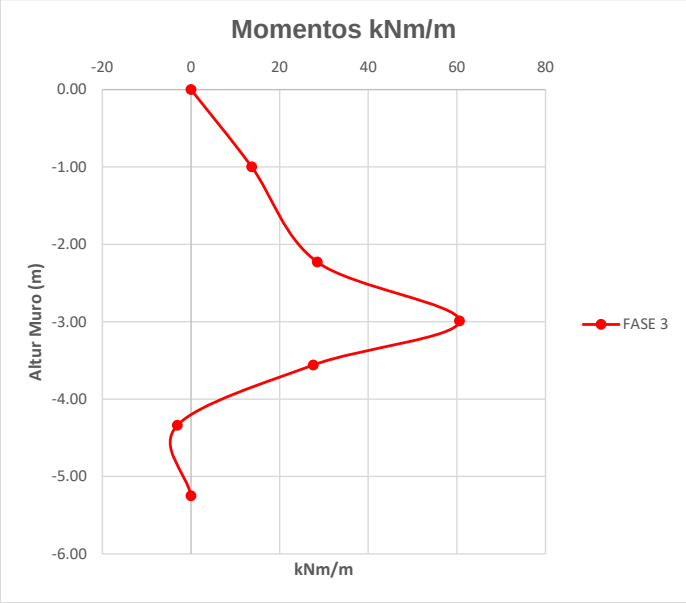


Figura 71. Diagrama de momentos muro anclado intermedio (sector perfil 1). Fuente: Elaboración propia.

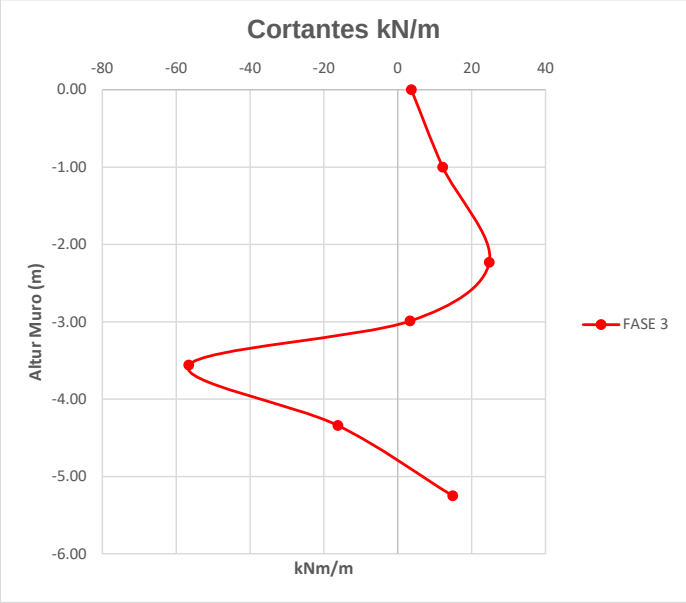


Figura 72. Diagrama de momentos muro anclado intermedio (sector perfil 1). Fuente: Elaboración propia.

Se recomienda diseñar el muro anclado de concreto reforzado capaz de soportar un momento máximo de 60.6 KN-m/m y un cortante máximo de 56.6 KN/m.

7.11.7 Diseño de protección contra la erosión taludes superiores del perfil 4

Para determinar las presiones ejercidas sobre el talud se proponen dos metodologías con el fin de utilizar la mayor en el diseño del sistema de protección. La primera metodología consiste en el cálculo de la fuerza que se genera por la inestabilidad de una cuña de suelo deslizado entre dos anclajes y la segunda está basada en la consideración del talud infinito.

Para la contención de movimientos superficiales cercanos a la cara del desmonte o talud natural se considerará que las membranas, como elemento de contención, soportan los empujes de una zona del terreno alterado de espesor “h”.

Este espesor “h” depende de la inclinación del talud y de la superficie potencial de deslizamiento. La zona más interior del cuerpo del talud, por detrás de la capa de espesor “h”, se considera estable.

Teniendo en cuenta que proyecta la obra como alternativa para el control de la erosión, en el diseño se contempla que el suelo superficial tiene potencial a deslizarse por lo cual se asume un espesor h de 0.30 metros.

Como datos de entrada para los análisis se debe contemplar la inclinación de talud, y la separación en sentido horizontal y vertical de los anclajes.

7.11.7.1 Determinación del empuje y fuerzas del terreno

Para determinar las fuerzas y presiones que va a soportar el sistema compuesto por mallas y manto, se requiere establecer el peso de la cuña de falla para la cual es necesario establecer el volumen de material que probablemente se movilice.

Después de calcular el volumen y el peso de la cuña, se descompone la dirección paralela al plano crítico de la superficie de falla teórica del suelo superficial, para este caso se estableció como el ángulo de reposo (ángulo de fricción) del suelo.

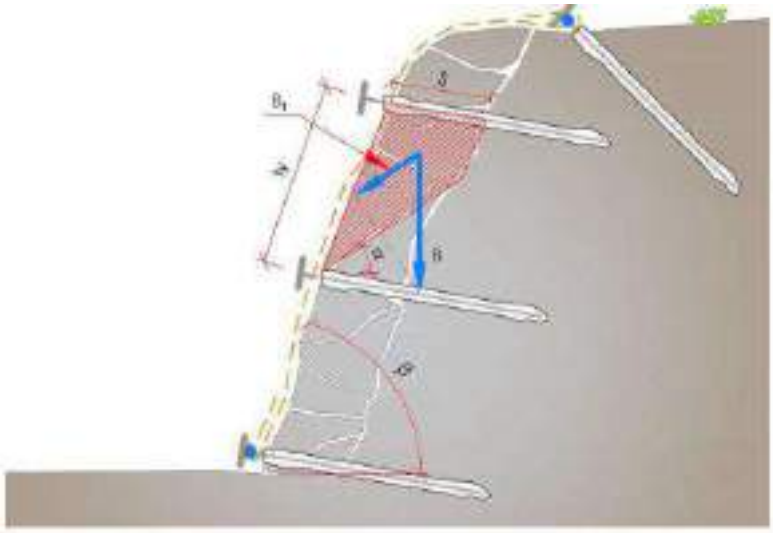


Figura 73. Bloque de suelo determinado por la superficie inestable y la localización de los anclajes. Fuente: MacRO 1 Design approach- Hand calculation EN -R2.

A partir de la masa del suelo calculada, se asume que este peso se encuentra en equilibrio (F.S.=1.0), esto con el fin de establecer que fuerza necesaria se requiere para obtener un factor de seguridad igual a 1.50.

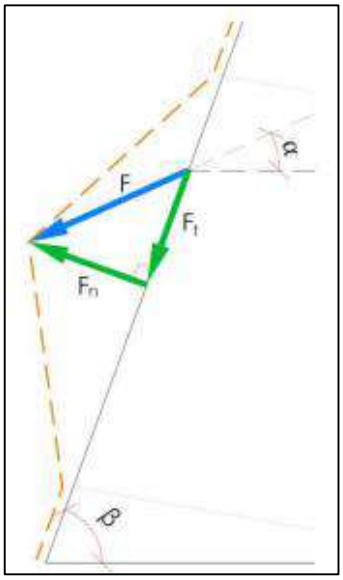


Figura 74. Descomposición de la fuerza resultante en dirección de la fuerza por punzonamiento. Fuente: MacRO 1 Design approach- Hand calculation EN -R2.

A partir del cálculo de la fuerza por punzonamiento y basados en el modelo puntual se determina la presión de diseño sobre la malla la cual depende de la separación horizontal y vertical en superficie.

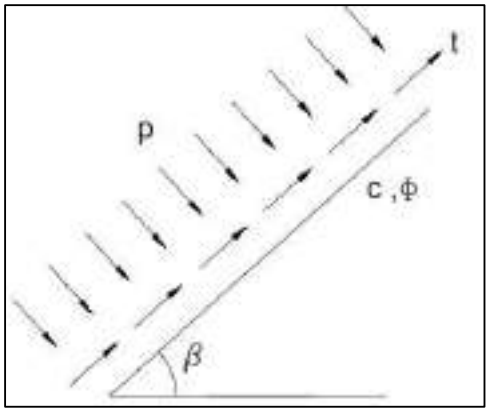
Tabla 58. Cálculo de presión y fuerza por falla de cuña.
Fuente: Elaboración propia.

Sy	2.0	m
Sx	2.5	m
ly	2.1	m
Cuña	0.3	m
Area Cuña	0.6	m2
Volumen	1.6	m3
Y	19.0	KN/m3
B	30.3	KN
β	70	°
Inclinacion Anclajes	15	°
Θ	95	°
L Cuña	2.2	m
α	62	°
Bt	**26.8**	**KN**
F.S.	1.5	
F	13.4	KN
FN	**2.0**	**KN**
P	**1.0**	**KN/m2**

7.11.7.2 Cálculo de fuerza y presión por el método del talud infinito

El modelo que se propone emplear, para calcular la presión necesaria a aplicar sobre la ladera, es el de talud indefinido con ciertas correcciones. Este modelo está basado en una metodología de cálculo desarrollada por el Departamento de Ciencias e Ingeniería del Terreno y los materiales, División de Ingeniería del Terreno de la Universidad de Cantabria.

La presión necesaria a aplicar sobre un talud indefinido será función de los siguientes parámetros



$$p = \frac{\gamma h\left(\operatorname{sen}\beta - \cos\beta\frac{\operatorname{tg}\phi}{F_0} - \frac{\frac{c}{F_0}}{\gamma h}\right)}{\frac{\operatorname{tg}\phi}{F_0} + \operatorname{tg}\delta}$$

Donde:

- β: Inclinación del talud
- ϕ: Angulo de rozamiento interno
- c: Cohesión del terreno
- F_0: Coeficiente de seguridad
- h: Espesor de la posible capa a deslizar
- γ: Densidad del terreno
- δ: Angulo tal que $t = p * \operatorname{tg}\delta$
- λ: Angulo de la filtración de agua con la horizontal
- p: Presión necesaria para el coeficiente de seguridad F_0

Figura 75. Parámetros a considerar. Fuente: Estudio y análisis de las membranas flexibles como elemento de soporte para la estabilización de taludes y laderas de suelos y/o materiales sueltos, Daniel Casto 2000.

Tabla 59. Cálculo de presión y fuerza por talud infinito. Fuente: Elaboración propia.

Y	19.0	KN/m3
h	0.3	m
β	70.0	°
Ø	23.1	°
Fo	1.5	
C	0.0	KN/m2
δ	15.4	°
P	**9.0**	**KN/m2**
FN	**48.0**	**KN**

7.11.7.3 Cálculo de fuerza y presión por el método del talud infinito

Para determinar la fuerza de tensión que requiere el cable de la malla de protección se utilizó la relación entre la fuerza que se ejerce, la longitud del cable y la flecha o desplazamiento en el centro entre dos anclajes. Blanco-Fernández et al. (2011).

La membrana es activa con la apropiada fuerza de pretensión del sistema. Si la membrana se instala con una fuerza T de pretensión conocida y controlada y la superficie del talud presenta una forma convexa parabólica con una flecha en el centro luz de cada paño f, entonces es posible admitir que la membrana esté ejerciendo una fuerza inicial p sobre la superficie del talud. Igualmente, Blanco-Fernández et al. (2011).

$$T = \frac{pL\sqrt{\frac{L^2}{f^2}+16}}{8} \quad \Delta Z = f = \left(\frac{S^2\left(\frac{24pS}{E_{yc}}\right)^{\frac{2}{3}}}{64-\left(\frac{96pS}{E_{yc}}\right)^{\frac{2}{3}}} \right)^{0.5}$$

Tabla 60 Calculo de fuerza a tracción de la malla.
Fuente: Elaboración propia.

Eyc	2500	KN/m
L	2.5	m
p	9.0	KN/m2
f	0.19	m
Resistencia Longitudinal	**39.0**	**KN/m**
T	**48.0**	**KN**

A partir de lo anterior se recomienda una malla metálica con resistencia a la tracción mayor a 48.0 kN/m.

7.11.7.4 Verificación a tracción y cortante por tensionamiento de los anclajes

Adicionalmente se verifica que la carga que trasmite el dado de soporte de los anclajes a la malla no genere una falla por cortante ni por tensión, para lo cual se debe tener en cuenta la separación de los alambres, el diámetro del alambre y la resistencia del acero del alambre.

Para realizar la verificación se tienen dos tipos de malla con el fin de escoger la que cumpla las solicitudes a tracción y cortante.

- Malla de alambre de acero de 2.70 mm de diámetro, resistencia longitudinal a la tracción de 55.0 kN/m, resistencia a la tracción de 500 MPa y de dimensiones de 8.0 x 10 centímetros.

- Malla de acero de alta resistencia de 3.0 mm de diámetro, resistencia longitudinal a la tracción de 150 kN/m, resistencia a la tracción de 1770 MPa y de dimensiones de 8.3 x 14.3 centímetros.

Tabla 61 Verificación a cortante y tracción de la malla por carga de tensionamiento de anclajes para malla de 8.0 x 10.0 cm, de 2.7 mm de diámetro y resistencia de 500 MPa
Fuente: Elaboración propia.

Fuerza Anclaje	500	kN
Ancho	1.1	m
Largo	1.1	m
Area	1.2	m2
Presion	414	kN/m2
Ancho	8	cm
Largo	10	cm
Cortante por Alambre	4.0	kN

Diametro	2.7	mm
Area	5.7	mm2
Resistencia a la Tracción	550.0	Mpa
fy	318.0	Mpa
Cortante Resistente	1.4	kN
Verificación Cortante	No Cumple	
Resistencia a la Tracción	2.5	kN
Verificación Tracción	No Cumple	

Tabla 62 Verificación a cortante y tracción de la malla por carga de tensionamiento de anclajes para malla de 8.3 x 14.3 cm, de 3.0 mm de diámetro y resistencia de 1770 MPa.
Fuente: Elaboración propia.

Fuerza Anclaje	500	kN
Ancho	1.1	m
Largo	1.1	m
Area	1.2	m2
Presion	414	kN/m2
Ancho	8.3	cm
Largo	14.3	cm
Cortante por Alambre	5.0	kN

Diametro	3.0	mm
Area	7.1	mm2
Resistencia a la Tracción	1770.0	Mpa
fy	1022.0	Mpa
Cortante Resistente	5.4	kN
Verificación	Cumple	
Resistencia a la Tracción	10.0	kN
Verificación Tracción	Cumple	

Con base en los anteriores resultados se recomienda la malla de alta resistencia de 3.00 mm de diámetro y resistencia a la tracción de 1770 MPa, con dimensiones de máximo 8.3 x 14.3 centímetros. Se recomienda la malla TECCO G65/3 o similar.

7.11.7.5 Manto para el control de la erosión.

Para proteger el talud contra la erosión, se recomienda en el talud la instalación de un manto permanente tipo 5D INVIAS 811-22.

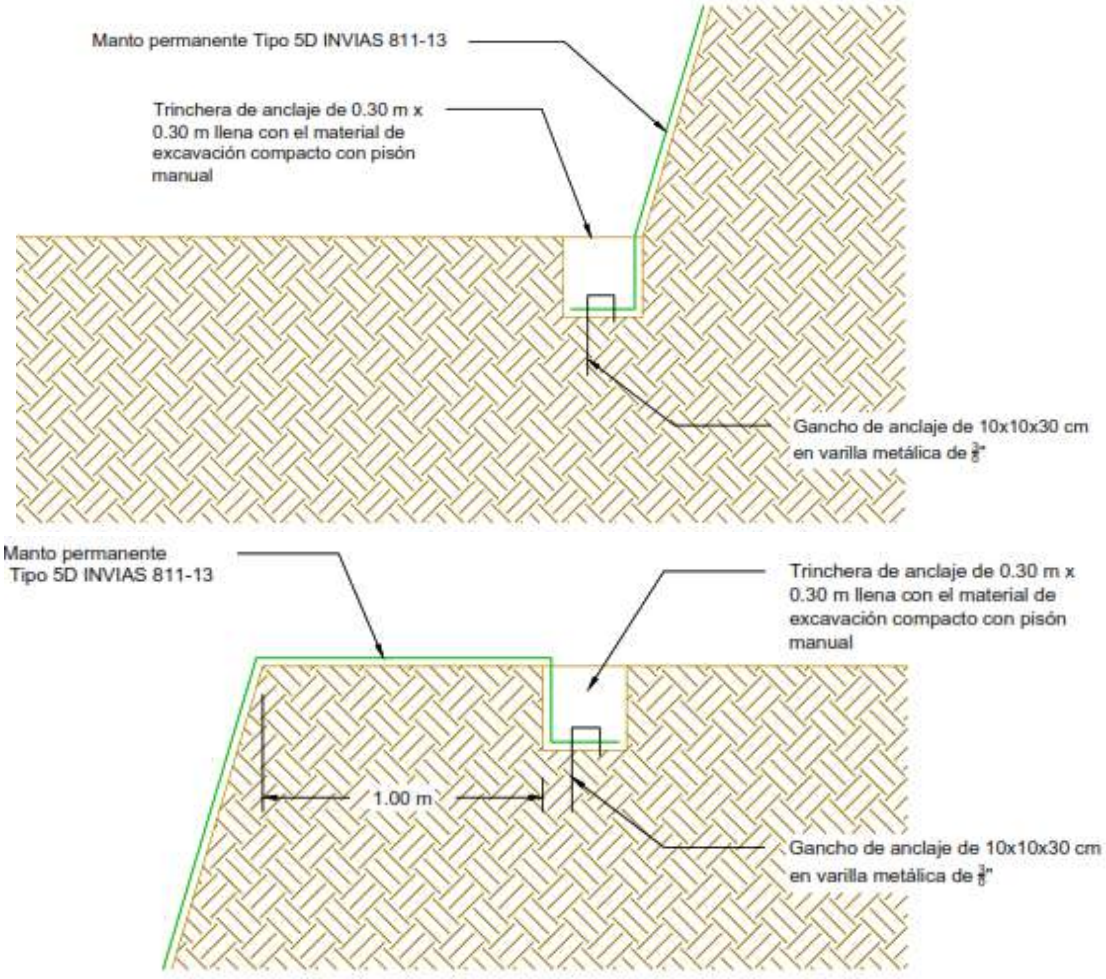


Figura 76. Detalle anclaje del revestimiento contra la erosión.

7.11.8 Diseño de obras de subdrenaje

Para analizar el comportamiento del área en estudio frente a diferentes tipos de lluvia, la influencia de las lluvias sobre el nivel freático y la capacidad de infiltración de los materiales presentes en la zona, se realizó un modelo de infiltraciones y régimen de flujo con el software SLIDE.

Este análisis tiene como objetivo identificar la afectación que presenta la ladera ante una precipitación, confirmar que las lluvias son un factor detonante a los

deslizamientos presentados en la zona y determinar las obras de subdrenaje mínimas requeridas para mitigar las amenazas.

7.11.8.1 Coeficientes de permeabilidad

La permeabilidad es la capacidad que tiene un material de permitirle a un flujo que lo atraviese sin alterar su estructura interna. Se afirma que un material es permeable si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado, e impermeable si la cantidad de fluido es despreciable. Esta propiedad varía dependiendo del tipo de material.

Para definir esta propiedad en nuestro modelo se tomaron los valores planteados en la literatura donde basados en diferentes practicas definieron unos valores tipos de acuerdo a la clasificación SUCS y a los ensayos de permeabilidad de campo realizados en el área de estudio.

Tabla 63. Rango de valores del coeficiente de permeabilidad en suelos. Fuente: Ingeniería Geológica - Luis I. González de Vallejo.

TIPO DE SUELO	k (cm/s)
Grava mal graduada (GP)	≥1
Grava uniforme (GP)	0.2 - 1
Grava bien graduada (GW)	0.05 - 0.3
Arena uniforme (SP)	$5x10^{-3}$ - 0.2
Arena bien graduada (SW)	10^{-3} - 0.1
Arena limosa (SM)	10^{-3} - $5x10^{-3}$
Arena arcillosa (SC)	10^{-4} - 10^{-3}
Limo de baja plasticidad (ML)	$5x10^{-5}$ - 10^{-4}
Arcillas de baja plasticidad (CL)	10^{-5} - 10^{-8}

Tabla 64. Valores típicos de permeabilidad de la matriz rocosa. Fuente: Ingeniería Geológica - Luis I. González de Vallejo.

TIPO DE SUELO	k (m/s)
Arenisca	10^{-5} - 10^{-10}
Caliza y dolomía	10^{-6} - 10^{-12}
Esquisto	10^{-7} - 10^{-8}
Pizarra	10^{-11} - 10^{-13}
Granito	10^{-9} - 10^{-12}
Lutita	10^{-9} - 10^{-13}
Rocas metamórficas	10^{-9} - 10^{-12}
Rocas volcánicas	10^{-7} - 10^{-12}

Sal	$<10^{-11}$ - 10^{-13}

7.11.8.2 Intensidad de lluvia

Para determinar la capacidad de infiltración de los materiales encontrados en la zona, al modelo se le aplicaron diferentes intensidades de lluvia (cantidad de precipitación por hora) para determinar cuál es el tiempo necesario dependiendo de cada intensidad para que los suelos se saturen e influyan considerablemente sobre el nivel freático.

Tabla 65. Clasificación de la precipitación según la intensidad. Fuente: AEMET.

CLASE	INTENSIDAD MEDIA EN UNA HORA (mm/h)
Débiles	≤ 2
Moderadas	> 2 y ≤ 5
Fuertes	> 15 y ≤ 30
Muy fuertes	> 30 y ≤ 60
Torrenciales	> 60

7.11.8.3 Análisis de las redes de flujo y filtración de la ladera

Para las modelaciones se asumió no se tuvo en cuenta el nivel freático teniendo en cuenta que no se identificó en campo, sin embargo, se va revisar la influencia de una lluvia en el comportamiento hidrogeológico de la zona en estudio.

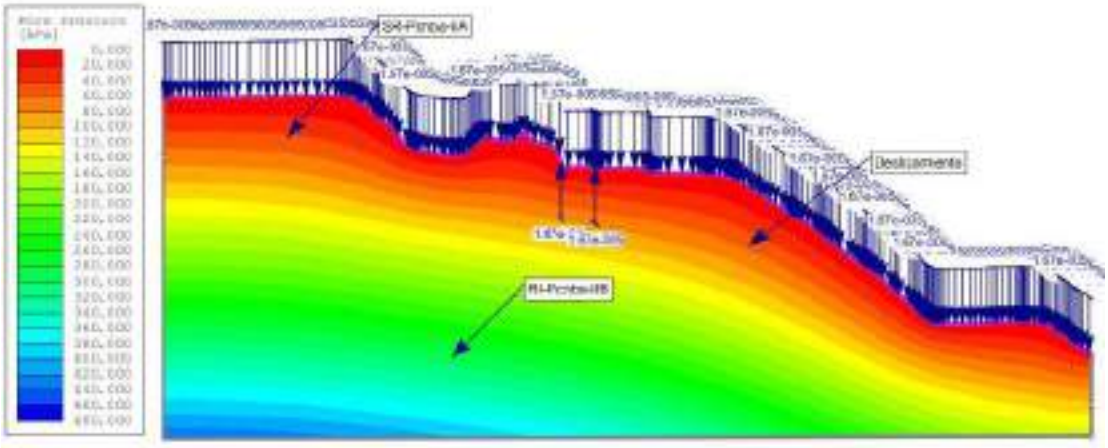


Figura 77. Modelo de infiltración al realizar el corte del terreno y al presentarse una lluvia intensa.
Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la ilustración anterior al presentarse la lluvia, el primer estrato de suelo que corresponde a suelos poco consolidados con permeabilidades altas hace que se genere una línea piezométrica que afecta directamente en la cara del talud. Como consecuencia de esto se generan grandes presiones de poros que hacen que se disminuyan los esfuerzos efectivos y como consecuencia se presenten deslizamientos.

A partir de lo anterior y con el fin de establecer de mitigar la influencia de las presiones de poros en la resistencia de los suelos del talud, se recomienda construir drenes horizontales.

Para determinar el número de filas y la separación de los drenes horizontalmente se muestra a continuación el análisis de infiltración con la implementación de los drenes.

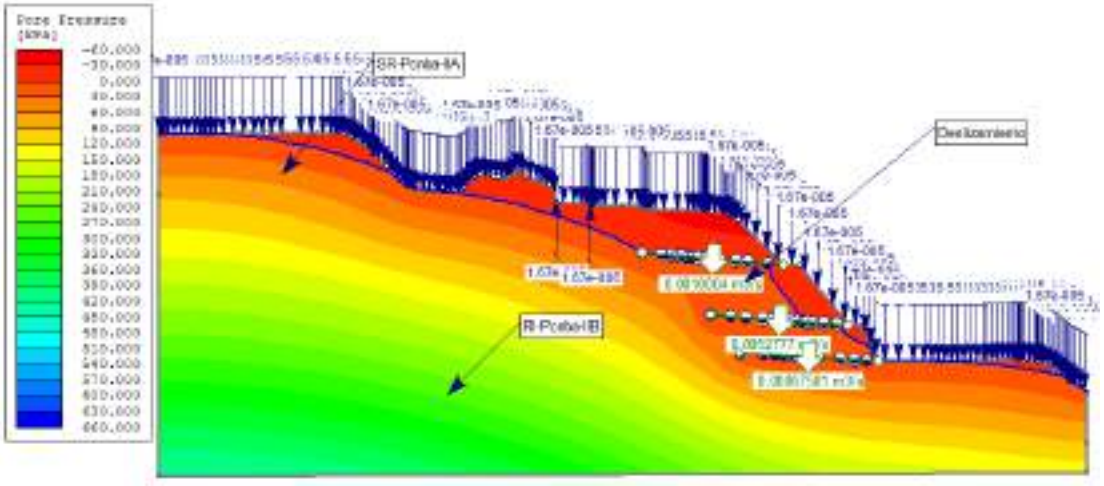


Figura 78. Detalle de los caudales de los drenes proyectados (Perfil 1). Fuente: Elaboración propia.

A partir de la ilustración anterior se observa que, al implementarse tres filas de drenes, la línea piezométrica se capta por la obra y que las presiones de poros se disminuyen considerablemente.

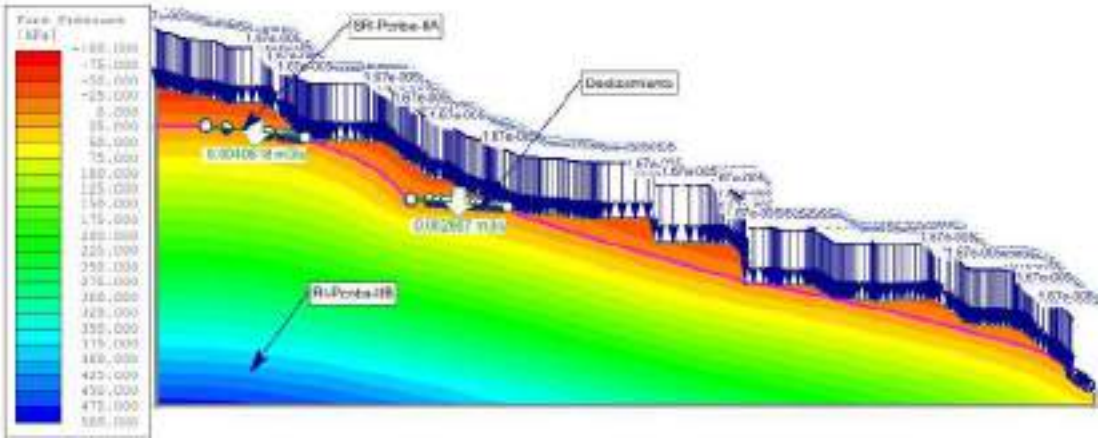


Figura 79. Detalle de los caudales de los drenes proyectados (Perfil 4). Fuente: Elaboración propia.

A partir de la ilustración anterior se observa que, al implementarse dos filas de drenes, la línea piezométrica se capta por la obra y que las presiones de poros se disminuyen considerablemente.

7.11.8.4 Cálculo de la separación horizontal de los drenes

Con el fin de establecer la separación mínima para la construcción de los drenes horizontales, se estima el caudal total captado por los drenes por metro lineal y se compara con la capacidad del dren (2 pulgadas de PVC con pendiente del 5%). Como factor de seguridad para la determinación de la cantidad de drenes se tiene en cuenta un factor de 2.0.

Tabla 66. Calculo separación minina horizontal de los drenes (Perfil 1). Fuente: Elaboración propia.

Qmax DREN	0.036	m3/s
F.S.	2.0	
Qamd DREN	0.018	m3/s
Numero de Filas	3.0	
Q Fila 1	1.00E-03	m3/s
Q Fila 2	5.28E-03	m3/s
Q Fila 3	6.76E-04	m3/s
Qsolicitado Total	6.95E-03	m3/s
Separacion Minima	8.0	m

Como se observa para garantizar el drenaje de los posibles flujos de agua que se puedan presentar se recomiendan tres (3) filas de drenes horizontales con diámetro de tubería mínimo de 2 pulgadas de 20 metros de longitud cada 8.0 metros horizontales.

Tabla 67. Calculo separación minina horizontal de los drenes (Perfil 4). Fuente: Elaboración propia.

Qmax DREN	0.036	m3/s
F.S.	2.0	
Qamd DREN	0.018	m3/s
Numero de Filas	2.0	
Q Fila 1	4.06E-03	m3/s
Q Fila 2	2.61E-03	m3/s
Qsolicitado Total	6.67E-03	m3/s
Separacion Minima	6.0	m

Como se observa para garantizar el drenaje de los posibles flujos de agua que se puedan presentar se recomiendan dos (2) filas de drenes horizontales con diámetro de tubería mínimo de 2 pulgadas de 20 metros de longitud cada 6.0 metros horizontales.

7.11.9 Manejo de la escorrentía

Para el manejo de las aguas de escorrentía se recomienda construir un canal en la base del talud con las siguientes características:

- Canal trapezoidal en concreto reforzado de 0.30m de base menor, 0.80m de base mayor y 0.50m de altura.

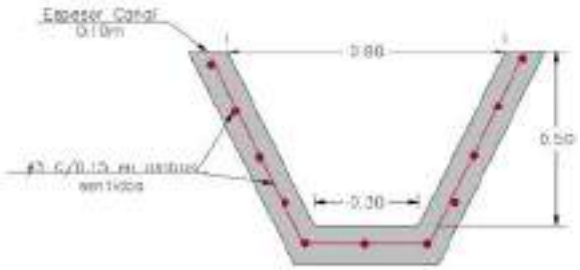
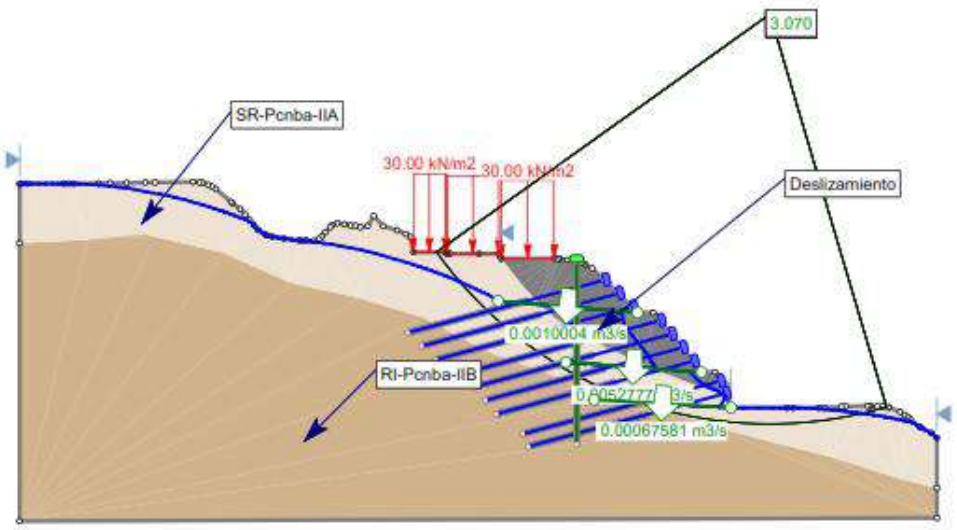


Figura 80. Canal trapezoidal en la base del talud. Fuente: Elaboración propia.

7.11.10 Análisis de estabilidad global con obras

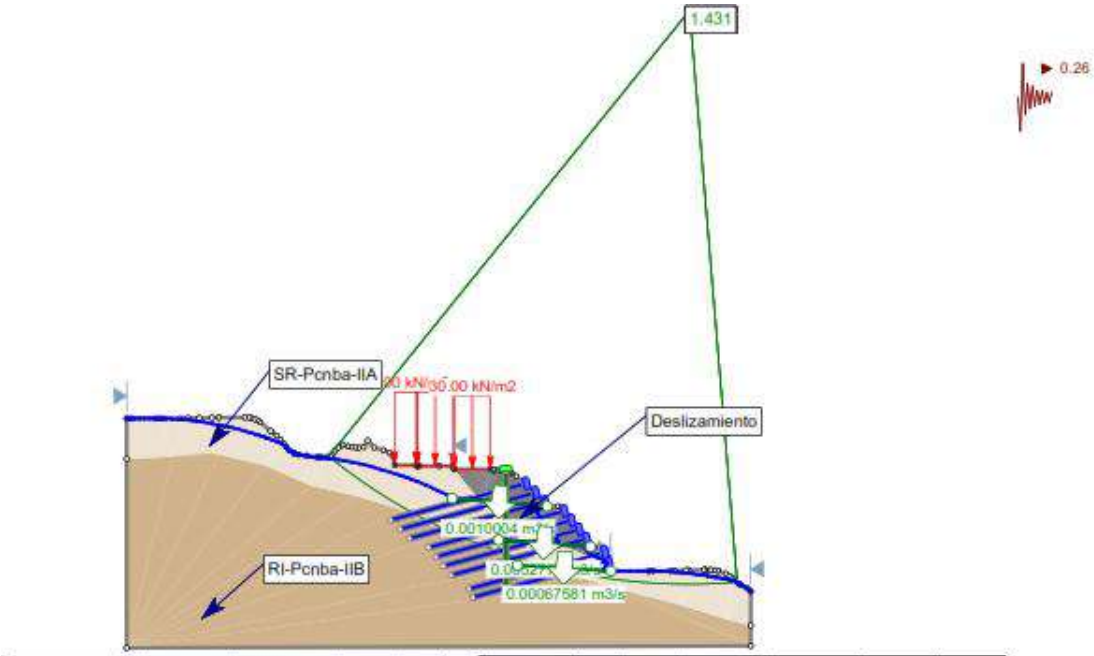
Teniendo en cuenta las obras diseñadas, se presenta a continuación los análisis de estabilidad global.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
Deslizamiento		18	Mohr-Coulomb	4.25	27.07
SR-Pcnba-IIA		19	Mohr-Coulomb	8.33	36.19
RI-Pcnba-IIB		22	Infinite strength		

Support Name	Color	Type	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)	Pile Shear Strength (kN)
Anclaje 50 Ton		Grouted Tieback	2	500	18	
Piloto D=1.2m		Micro Pile	4.8			392

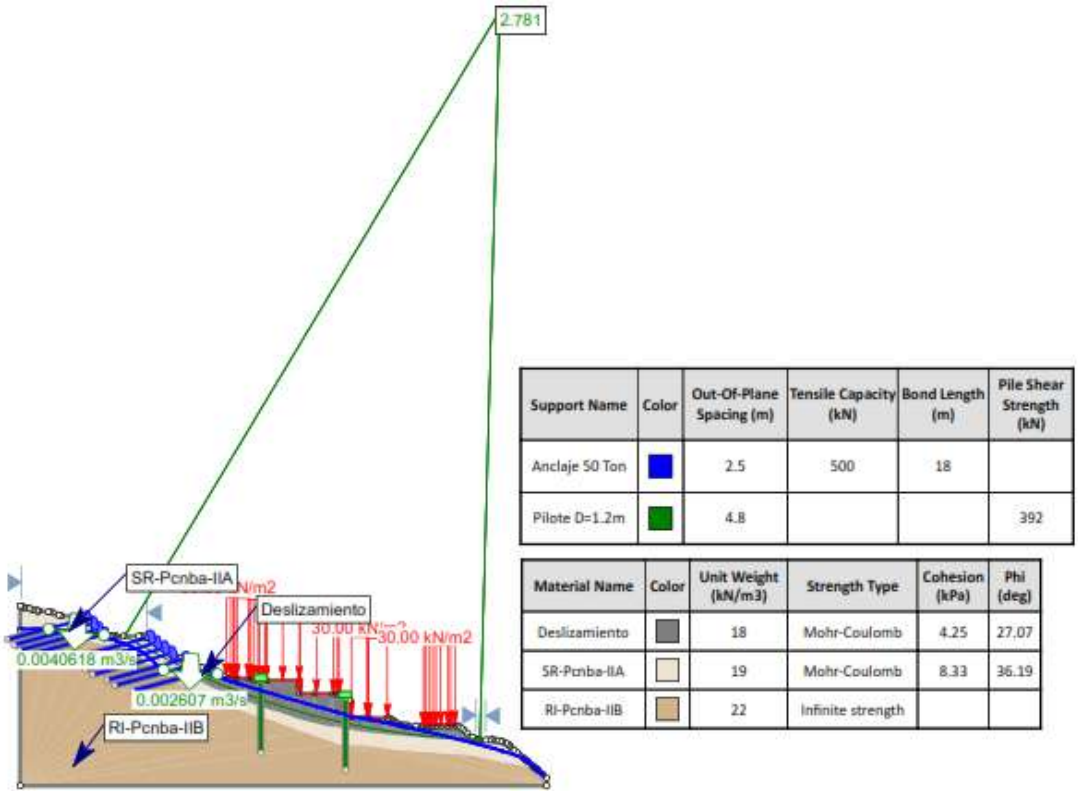
Figura 81. Análisis de estabilidad estático con obras – Perfil 1.
Fuente: Elaboración propia.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
Deslizamiento		18	Mohr-Coulomb	4.25	27.07
SR-Pcnba-IIA		19	Mohr-Coulomb	8.33	36.19
RI-Pcnba-IIB		22	Infinite strength		

Support Name	Color	Type	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)	Pile Shear Strength (kN)
Anclaje 50 Ton		Grouted Tieback	2	500	18	
Pilote D=1.2m		Micro Pile	4.8			392

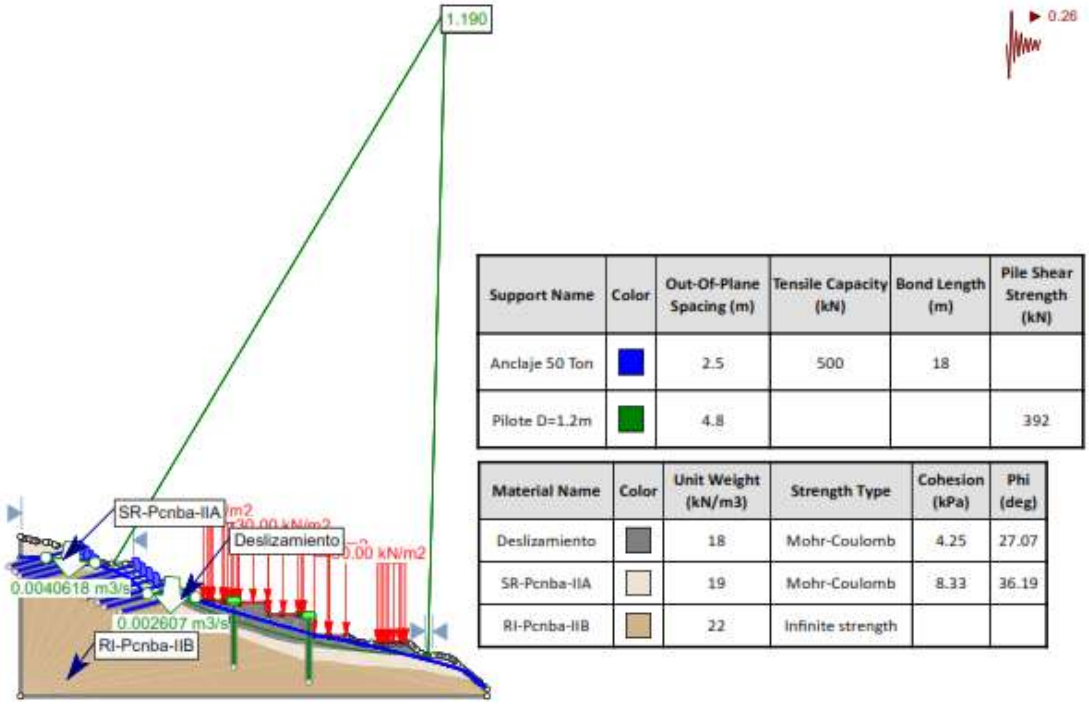
Figura 82. Análisis de estabilidad seudoestático con obras – Perfil 1.
Fuente: Elaboración propia.



Support Name	Color	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)	Pile Shear Strength (kN)
Anclaje 50 Ton		2.5	500	18	
Pilote D=1.2m		4.8			392

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
Deslizamiento		18	Mohr-Coulomb	4.25	27.07
SR-Pcnba-IIA		19	Mohr-Coulomb	8.33	36.19
RI-Pcnba-IIB		22	Infinite strength		

Figura 83. Análisis de estabilidad estático con obras – Perfil 4.
Fuente: Elaboración propia.



Support Name	Color	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)	Pile Shear Strength (kN)
Anclaje 50 Ton		2.5	500	18	
Pilote D=1.2m		4.8			392

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
Deslizamiento		18	Mohr-Coulomb	4.25	27.07
SR-Pcnba-IIA		19	Mohr-Coulomb	8.33	36.19
RI-Pcnba-IIB		22	Infinite strength		

Figura 84. Análisis de estabilidad seudoestático con obras – Perfil 4. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa al implementar los pilotes y anclajes pretensionados se observa que los factores de seguridad son superiores a los mínimos exigidos por la NSR-10 para taludes permanentes.

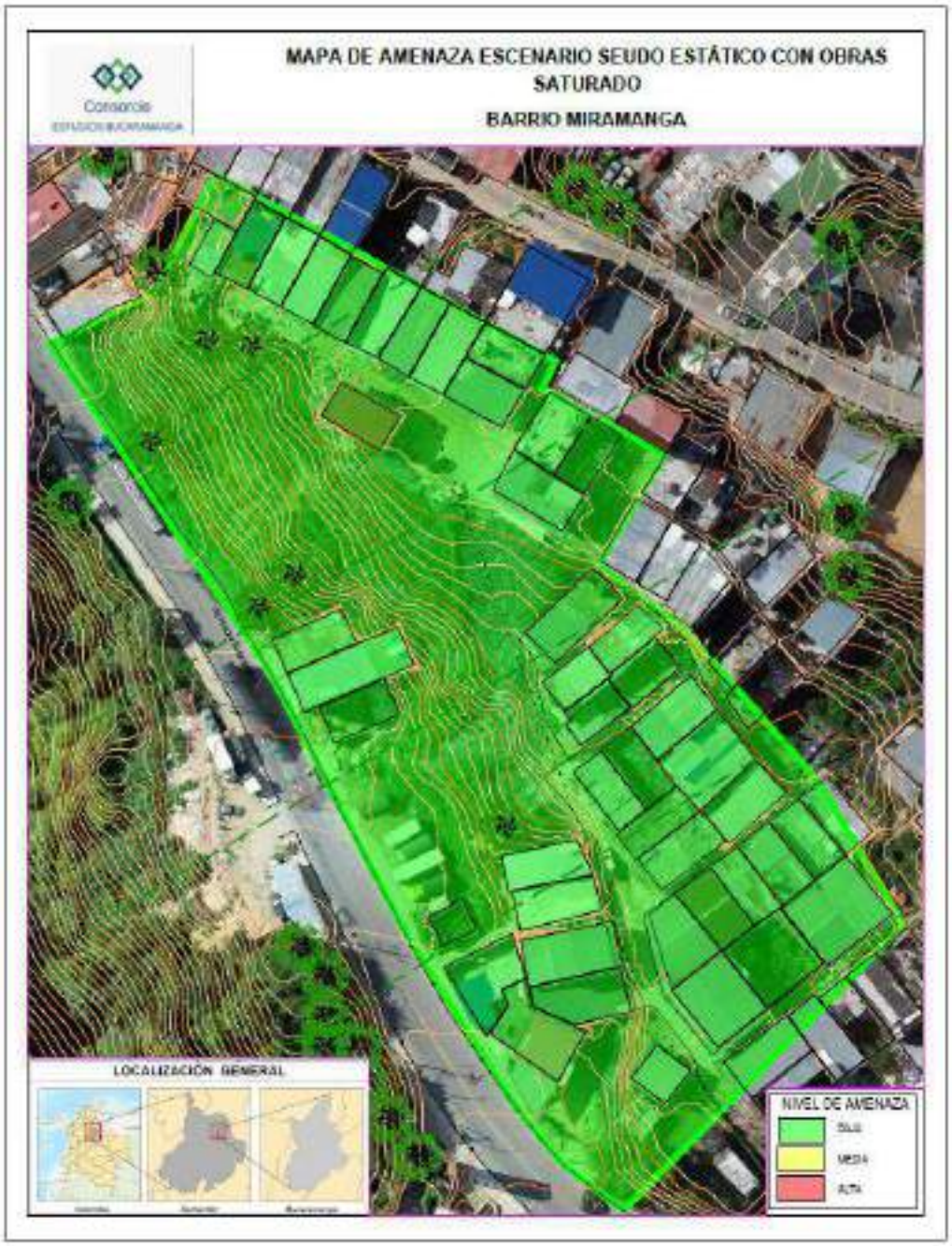


Figura 85. Mapa de amenaza barrio Miramanga condición seudo estática saturada - con obras.

7.12 DISEÑO DE LA ZAPATA

Concreto

- Resistencia a la compresión f´c= 21 MPa
- Peso unitario= 2.4 ton/m³
- Módulo de elasticidad= 21538.108 MPa

Acero de refuerzo

- Barras corrugadas NTC 2289
- Mallas electrosoldadas NTC 5806
- Esfuerzo de fluencia fy= 420 MPa
- Módulo de elasticidad Es= 200000 MPa

Consideraciones para el diseño

La geometría de las zapatas y demás elementos se definieron atendiendo las solicitaciones dadas por los estudios complementarios de ingeniería, revisando siempre que no se excedan las cargas impuestas en el suelo de soporte.

Las estructuras se diseñaron para los estados límites de resistencia y fatiga empleando métodos de factores de carga y resistencias, para los estados límite de servicio y fisuración.

Se realizó el dimensionamiento de la zapata de concreto teniendo en cuenta una capacidad portante del suelo de 42 ton/m2.

La resistencia del concreto será de 3000 psi, se debe verificar que el concreto cumpla con la resistencia de diseño.

Tabla 68. Diseño dado de anclaje pantalla anclada

DISEÑO DE DADO DE ANCLAJE PANTALLA ANCLADA

DISEÑO DE ANCLAJE

f'c	28,0 MPa
fy	420,0 MPa

DIMENSIONES DADO DE ANCLAJE

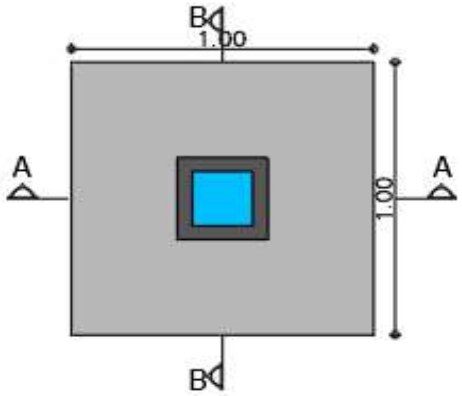
B	1,00 m
H	1,00 m

DIMENSIONES APOYO PLATINA

b	0,20 m
h	0,20 m

PRESION DEL SUELO

CARGA DE ANCLAJE	500,00 KN
AREA DE ANCLAJE	1,000 m²
PRESION DEL SUELO SERVICIO	500,00 KN/m²
PRESION DEL SUELO ULTIMA	700,00 KN/m²



CORTANTE EN UNA DIRECCION

ESPESOR DADO	0,250 m
RECUBRIMIENTO	0,050 m
b_w	1,00 m
d	0,200 m
φV_c	132,29 KN
V_u	140,00 KN
CHEQUEO	ITAR ESPESOR

CORTANTE EN DOS DIRECCIONES

b_0	1,60 m
ß	1,00
α_s	40
v_{c1}	1,75 MPa
v_{c2}	2,70 MPa
v_{c3}	3,07 MPa
φV_c	419,09 KN
V_u	588,00 KN
CHEQUEO	ITAR ESPESOR

DISEÑO A FLEXION

L	0,40 m		
b	1,00 m		
AREA A FLEXION	0,400 m²		
M_u	56,00 KN-m		
a	17,65 As		
A_s	0,0007667	7,667 cm²	10,80
ECUACION	0,00		
$A_{s\ min}$	3,600 cm²	6,04	
	7 varillas de 1/2"		

8. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL VIGA CABEZAL SOBRE PILOTES Y PANTALLA ANCLADA

8.1 DATOS DE DISEÑO

A continuación, se presentan los parámetros y demás generalidades, las cuales fueron empleadas para la realización del diseño de la estructura contemplada en el presente documento.

8.1.1 Documentos de referencia

Normas de diseño:

- Norma Colombiana de Diseño de Puentes LRFD - CCP14.

8.1.2 Parámetros de Diseño

De acuerdo a la ubicación y el tipo de estructura a diseñar, se establecieron los siguientes parámetros de diseño, los cuales están establecidos tanto en la Norma Colombiana de diseño de Puentes LRFD – CCP14, como en el estudio de suelos realizado para dicho proyecto.

- Angulo de fricción del suelo_____ $\phi = 27.07°$
- Peso específico del material_____ $\gamma_S = 18.00\, KN/m^3$
- Perfil de suelo _____ D
- Coeficiente de aceleración pico efectiva _____PGA = 0.20
- Separación horizontal entre anclajes_____2.00m
- Separación vertical entre anclajes_____2.00m
- Tensión de los anclajes_____50 ton (500 kN)
- Separación horizontal entre pilotes_____2.0 (m)
- Diámetro de pilotes_____2.0 (m)
- Longitud de pilotes _____27 (m)

8.1.3 Materiales

Concreto:

- Tamaño máximo del agregado grueso — 19mm
- Número del tamaño del agregado según NTC-174 — 67
- Solados — f'c=14 MPa
- Muro de contención, viga cabezal y pilotes — f'c=28 MPa

Acero de refuerzo:

- Norma de las barras de refuerzo — NTC - 2289
- Barras de refuerzo — fy=420 MPa

8.2 DEFINICIÓN DE CARGAS

8.2.1 Definición de cargas sobre la pantalla anclada

En esta sección se realiza la descripción general de la estructura considerada de la PANTALLA ANCLADA, junto con la definición de cada una de las cargas consideradas para el respectivo análisis y diseño estructural.

8.2.2 Descripción General

La solución planteada según lo establecido en el estudio geotécnico, consiste en una estructura de contención, la cual está compuesta por una pantalla anclada, la cual busca estabilizar una vía.
De acuerdo a la información suministrada se pudo establecer la siguiente geometría para la respectiva estructura:

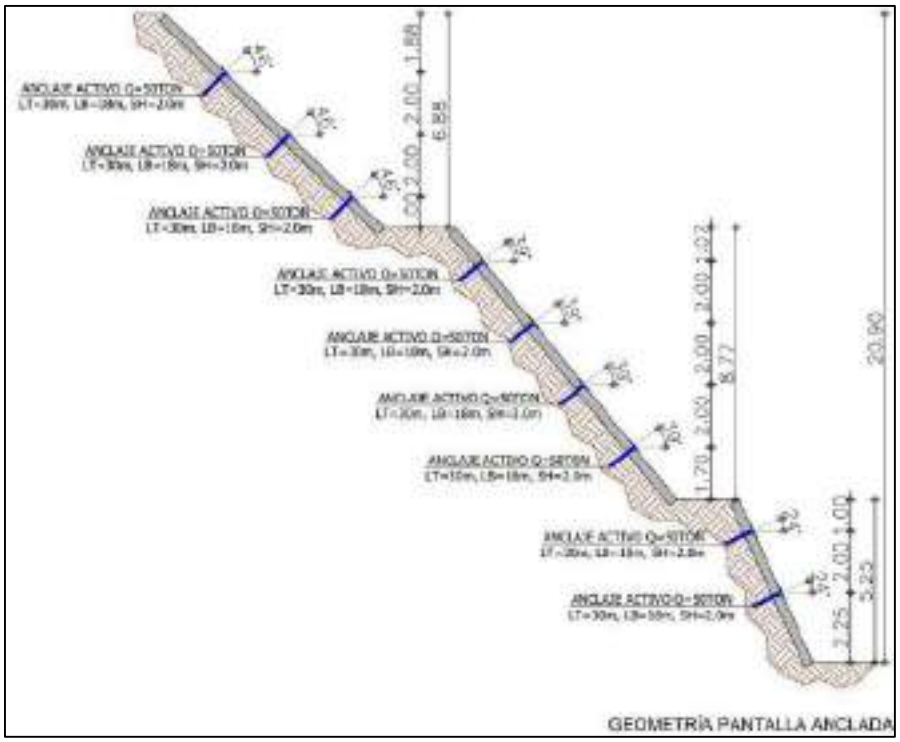


Figura 86.Esquema general de las tipologías de la pantalla anclada.

De acuerdo a la Figura 86 se observa que el esquema general de la pantalla anclada está compuesto por tres niveles de anclaje con diferente altura y diferente pendiente para la estabilización del terreno.

El análisis estructural se llevó a cabo mediante una herramienta de cálculo y diseño, en donde se realizó un análisis estático, y se consideró la carga sísmica causada por la presión del suelo por medio de la metodología de Monobe-Okabe.

El diseño de los elementos estructurales se realizó de acuerdo a los requisitos establecidos en el CCP-14. Los elementos que componen la pantalla anclada se diseñaron para un concreto de 28MPa.

8.2.3 Tipología

La estructura corresponde a una estructura de contención con anclajes, que deriva su estabilidad externa de la capacidad de los respectivos anclajes activos.

8.2.4 Evaluación de cargas

Para el cálculo estructural del proyecto se evaluaron las cargas horizontales y verticales que aplican de acuerdo a lo indicado en la Sección 3 del CCP14.

- **Carga Muerta (D-SD)**

La carga muerta hace referencia a los componentes estructurales y de los accesorios no estructurales que son permanentes en la estructura después de su construcción. Para el caso del presente proyecto, la carga muerta es equivalente al peso propio de la estructura y se determina de acuerdo a las propiedades de los materiales definidos para la misma.

- **Carga debido a la presencia de Suelo (EH)**

Para el cálculo del empuje de tierra, al que se encuentra sometido la estructura de contención, se cuenta con los siguientes parámetros de acuerdo al estudio geotécnico.

$$\phi = 27.07°$$
$$\gamma_S = 18\, kN/m^3$$

Dado que el adecuado diseño de este tipo de estructuras requiere la estimación de la presión lateral de tierra, la cual es una función de varios factores, y considerando la distribución aparente de suelo según lo establecido en la Sección 3.11.5.7.1 de la norma CCP-14, en donde para pantallas ancladas con múltiples niveles de anclajes, se presenta una distribución de presión como se muestra a continuación:

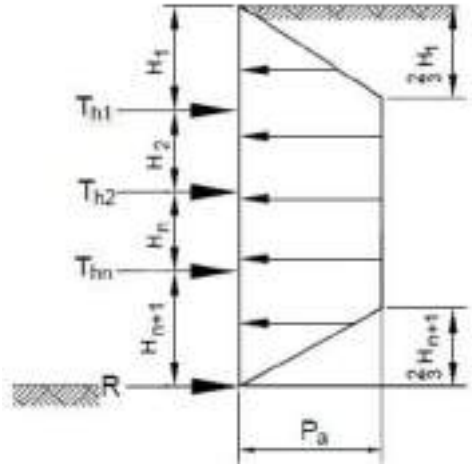


Figura 87.Distribución de presiones del suelo en una pantalla con múltiples anclajes.

De lo anterior, se tiene que la ordenada máxima de diagrama de presiones está dada por:

$$P_a = \frac{K_a \times \gamma_S \times H^2}{1.5 \times H - 0.5 \times H_1 - 0.5 \times H_{n+1}}$$

Donde, K_a es el coeficiente de presión activa, el cual se puede determinar a partir de ángulo de fricción como:

$$K_a = tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) \therefore K_a = 0.375$$

De acuerdo a lo anterior, las cargas aparentes de suelo sobre las pantallas ancladas será el siguiente:

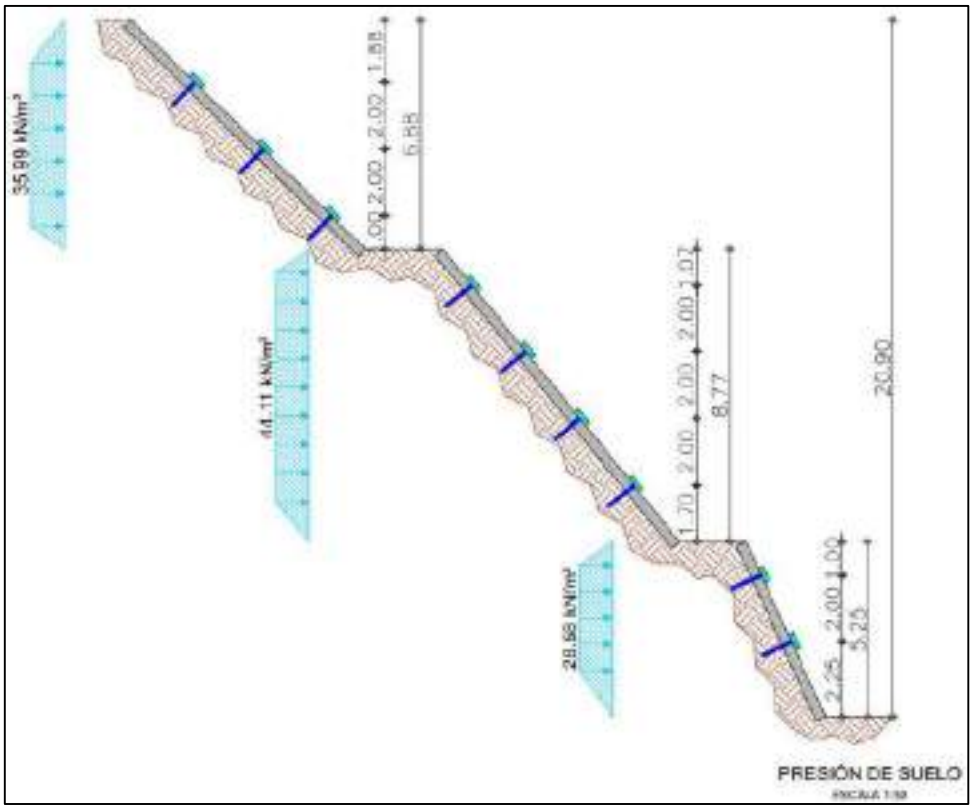


Figura 88. Esquema general de las tipologías de la pantalla anclada.

$$P_a = \frac{0.375 \times 18 \times 6.88^2}{1.5 \times 6.88 - 0.5 \times 1.92 - 0.5 \times 0.965}$$

$$P_a = 35.99\, kN/m^2$$

$$P_a = \frac{0.375 \times 18 \times 8.77^2}{1.5 \times 8.77 - 0.5 \times 1.04 - 0.5 \times 1.73}$$

$$P_a = 44.11\, kN/m^2$$

$$P_a = \frac{0.375 \times 18 \times 5.10^2}{1.5 \times 5.10 - 0.5 \times 1.04 - 0.5 \times 2.03}$$

$$P_a = 28.58\, kN/m^2$$

Adicionalmente, como la pantalla contiene tres segmentos, se consideró en los dos segmentos inferiores de la pantalla la sobrecarga respectiva.
La sobrecarga para las pantallas consideradas, se calculará como:

$$w = K_a \times \gamma_s \times h$$

Donde h, corresponde a la altura de tierra sobre el segmento considerado.
De acuerdo a lo anterior, la carga actuante por sobrepresión, para los tramos considerados es la siguiente:

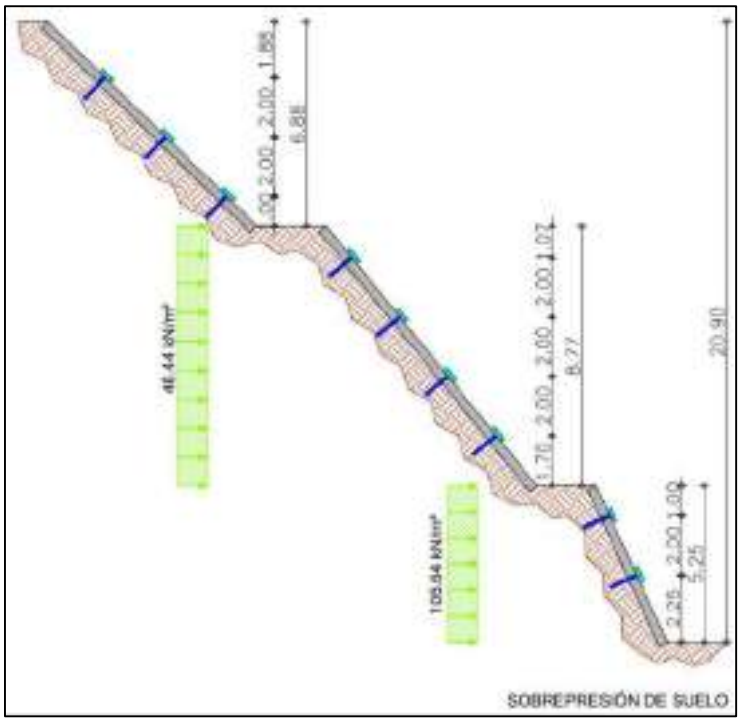


Figura 89.Distribución de presión lateral de suelo por carga viva en el muro.

$$P_{sc} = 0.375 \times 18 \times 6.88$$
$$P_{sc} = 46.44\, kN/m^2$$

$$P_{sc} = 0.375 \times 18 \times 8.77 + 46.44$$
$$P_{sc} = 105.64\, kN/m^2$$

- **Sobrecarga debido a la carga viva (LS)**

En la Sección 3.11.6.4 de la norma CCP-14 se establece que se debe aplicar una sobrecarga a causa de la carga viva en donde se espera carga debido a la vía sobre la superficie del terreno.
De acuerdo a lo anterior, el incremente en la presión horizontal se puede estimar a partir de:

$$P_{SL} = K_a * \gamma_s * h_{eq}$$

Donde:

$$h_{eq} = 0.60$$

Donde la altura equivalente del suelo (heq]) para la carga sobre el muro de contención, se determinó de acuerdo a la tabla 3.11.6.4-2, en donde se establece que la altura equivalente de suelo para el muro de contención debe ser de 0.60, por lo tanto, se obtiene:

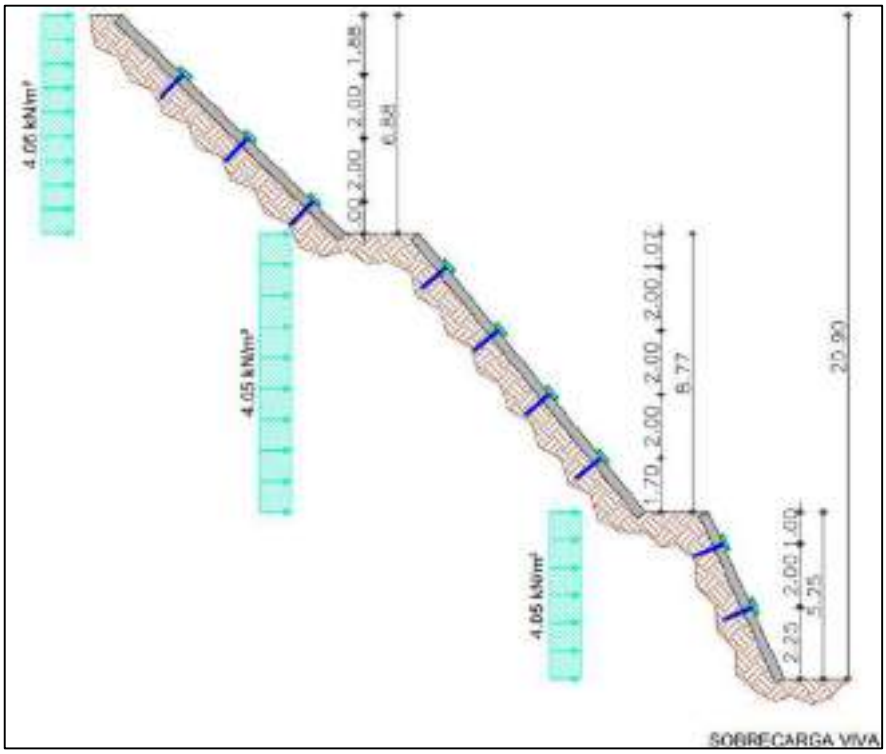


Figura 90.Distribución de presión lateral de suelo, por carga viva en el muro.

$$P_{SLH} = K_a \times \gamma_s \times h_{eq}$$
$$P_{SLH} = 0.375 \times 18.00 \times 0.60$$

$$P_{SLH} = 4.05\, kN/m^2$$

- **Carga sísmica (EQ)**

Para la estimación de la carga sísmica se tuvieron en cuenta las recomendaciones encontradas en la Sección 3.10 de la Norma CCP-14, en donde se consideró un perfil de suelo **tipo D** para el caso de la definición de los coeficientes sísmicos. Teniendo en cuenta lo anterior, y considerando que las estructuras contempladas en este documento son de contención, la determinación de la carga sísmica se realizó por medio de la metodología de Monobe-Okabe, la cual esta descrita en el Apéndice A11 del CCP-14 y que se presenta a continuación:

$$\theta_{MO} = \tan^{-1}\left(\frac{K_h}{1-K_v}\right) \qquad \psi = \left[1+\sqrt{\frac{\sin(\phi+\delta)\cdot\sin(\phi-\theta_{MO}-i)}{\cos(\delta+\beta+\theta_{MO})\cdot\cos(i-\beta)}}\right]^2$$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi-\theta_{MO}-\beta)}{\psi\cdot\cos\theta_{MO}\cdot\cos^2\beta\cdot\cos(\delta+\beta+\theta_{MO})}$$

$$W_{\Delta AE} = \gamma\cdot H\cdot\left[(1-K_v)\cdot K_{AE} - K_A\right]$$

De lo anterior tenemos que:

$K_{AE} =$	Coeficiente de presión sísmica activa del suelo.
$\gamma =$	Peso unitario del suelo.
H=	Altura del muro.
Ø=	Angulo de fricción del suelo.
δ=	Angulo de fricción en la interfase muro-relleno.
$K_h = PGA \times F_{pga}$=	Coeficiente de aceleración sísmica horizontal.
$K_v =$	Coeficiente de aceleración sísmica vertical.
$i =$	Angulo de inclinación de la superficie del relleno.
β =	Inclinación del muro respecto a la vertical.

El factor de sitio F_{pga}, se determinó como **1.40** esto de acuerdo a la tabla 3.10.3.2-1 del CCP-14.

Por otro lado, cabe resaltar que el efecto sísmico se consideró actuando en forma inversa que la presión activa de suelo, en donde la resultante de dicha carga estará ubicada aproximadamente a ⅔ de la altura del muro, lo cual es consistente con lo establecido para dicha metodología. De acuerdo a lo anterior, la carga debido a la acción sísmica en el suelo es la siguiente:

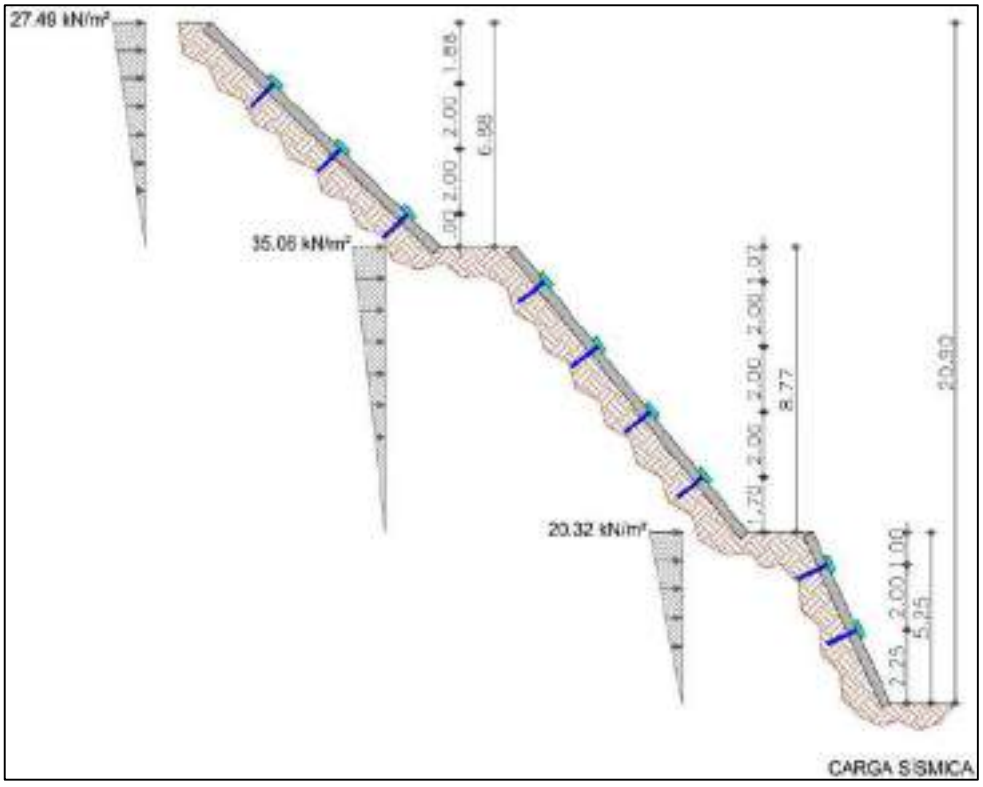


Figura 91.Distribución de la pantalla lateral del suelo por carga vida en el muro

Tabla 69.Distribución de la carga sísmica en la pantalla anclada.

PARAMETROS PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CARGA SÍSMICA	
Kh	0,28
Kv	0,00
Ka	0,38
Angulo de fricción interna del suelo (ϕ°)	27,07
Angulo de fricción Suelo-Muro (δ°)	13,54
Pendiente del muro respecto a la vertical (β°)	0,00
Ángulo de inclinación del suelo (i°)	0,00

DETERMINACIÓN DE LA CARGA SÍSMICA

θ_{MO}	15,64
ψ	1,92
K_{AE}	0,60
W_{AAE} [kN/m²]	20,31480

$$\theta_{MO} = \tan^{-1}\left(\frac{K_h}{1-K_v}\right) \qquad \psi = \left[1+\sqrt{\frac{\sin(\phi+\delta)\cdot\sin(\phi-\theta_{MO}-i)}{\cos(\delta+\beta+\theta_{MO})\cdot\cos(i-\beta)}}\right]^2$$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi-\theta_{MO}-\beta)}{\psi\cdot\cos\theta_{MO}\cdot\cos^2\beta\cdot\cos(\delta+\beta+\theta_{MO})}$$

$$W_{AAE} = \gamma\cdot H\cdot\left[(1-K_v)\cdot K_{AE}-K_A\right]$$

DETERMINACIÓN DE LA CARGA SÍSMICA

θ_{MO}	15,64
ψ	1,92
K_{AE}	0,60
W_{AAE} [kN/m²]	35,05298

$$\theta_{MO} = \tan^{-1}\left(\frac{K_h}{1-K_v}\right) \qquad \psi = \left[1+\sqrt{\frac{\sin(\phi+\delta)\cdot\sin(\phi-\theta_{MO}-i)}{\cos(\delta+\beta+\theta_{MO})\cdot\cos(i-\beta)}}\right]^2$$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi-\theta_{MO}-\beta)}{\psi\cdot\cos\theta_{MO}\cdot\cos^2\beta\cdot\cos(\delta+\beta+\theta_{MO})}$$

$$W_{AAE} = \gamma\cdot H\cdot\left[(1-K_v)\cdot K_{AE}-K_A\right]$$

DETERMINACIÓN DE LA CARGA SÍSMICA

θ_{MO}	15,64
ψ	1,92
K_{AE}	0,60
W_{AAE} [kN/m²]	27,48473

$$\theta_{MO} = \tan^{-1}\left(\frac{K_h}{1-K_v}\right) \qquad \psi = \left[1+\sqrt{\frac{\sin(\phi+\delta)\cdot\sin(\phi-\theta_{MO}-i)}{\cos(\delta+\beta+\theta_{MO})\cdot\cos(i-\beta)}}\right]^2$$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi-\theta_{MO}-\beta)}{\psi\cdot\cos\theta_{MO}\cdot\cos^2\beta\cdot\cos(\delta+\beta+\theta_{MO})}$$

$$W_{AAE} = \gamma\cdot H\cdot\left[(1-K_v)\cdot K_{AE}-K_A\right]$$

8.2.5 Definición de cargas sobre viga cabezal sobre pilotes

En esta sección se realiza la descripción general de la estructura considerada para la VIGA CABEZAL SOBRE PILOTES, junto con la definición de cada una de las cargas consideradas para el respectivo análisis y diseño estructural.

8.2.6 Descripción general

La solución planteada según lo establecido en el estudio geotécnico, consiste en la construcción de una viga cabezal sobre pilotes y con anclajes en la mitad viga, el cual busca estabilizar una vía.
De acuerdo a la información suministrada se pudo establecer la siguiente geometría para la respectiva estructura:



Figura 92.Esquema general de la viga cabezal sobre pilotes.

De acuerdo a la Figura 92 se observa que el esquema general de la viga cabezal con pilotes, está compuesto por una viga cabezal de 1.5x2.0m soportada sobre tres pilotes separados cada 2.0m, con una longitud de 27.0 m.
El análisis estructural se llevó a cabo mediante una herramienta de cálculo y diseño, en donde se realizó un análisis estático, y se consideró la carga sísmica causada por la presión del suelo por medio de la metodología de Monobe-Okabe.
El diseño de los elementos estructurales se realizó de acuerdo a los requisitos establecidos en el CCP-14. Los elementos que componen la viga cabezal y los pilotes se diseñaron para un concreto de 28MPa.

8.2.6.1 Tipología

La estructura corresponde a una viga cabezal sobre una fila de pilotes, que deriva su estabilidad externa de la capacidad ante cargas horizontales de los pilotes en estratos competentes.

8.2.6.2 Evaluación de cargas

Para el cálculo estructural del proyecto se evaluaron las cargas horizontales y verticales que aplican de acuerdo a lo indicado en la Sección 3 del CCP14.

- **Carga muerta (D-SD)**

La carga muerta hace referencia a los componentes estructurales y de los accesorios no estructurales que son permanentes en la estructura después de su construcción. Para el caso del presente proyecto, la carga muerta es equivalente al peso propio de la estructura y se determina de acuerdo a las propiedades de los materiales definidos para la misma.

- **Carga debido a la presencia de suelo (EH-EV)**

Para el cálculo del empuje de tierra, al que se encuentra sometido la estructura de contención, se cuenta con los siguientes parámetros de acuerdo al estudio geotécnico.

$$\phi = 27.07°$$
$$\gamma_S = 18\ \mathrm{kN/m}^3$$

Dado que el adecuado diseño de este tipo de estructuras requiere la estimación de la presión lateral de tierra, la cual es una función de varios factores, y considerando que

la estructura de contención no se va restringir contra el movimiento, la presión lateral a cualquier profundidad se llama presión activa, la cual está definida como:

$$\sigma_h = K_a \gamma_s h$$

Donde, el coeficiente de presión activa (K_a), el cual se puede determinar a partir del ángulo de fricción, como:

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\Phi}{2}\right) \therefore K_a = 0.375$$

De acuerdo a lo anterior, las cargas debidas al empuje de suelo sobre la estructura de contención será la siguiente:

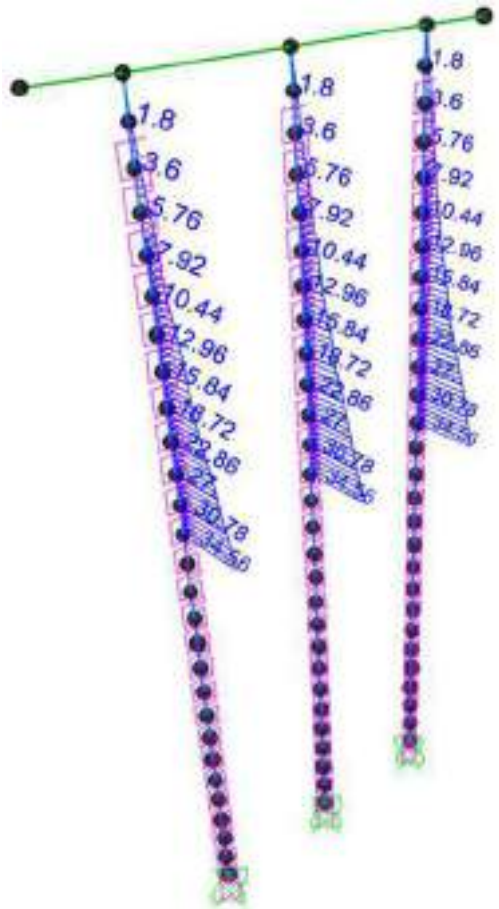


Figura 93.Distribución de presión lateral de suelo sobre la viga vegetal.

- **Carga de anclaje**

A continuación, se presenta la carga de anclaje para las vigas cabezal T1 y T3.



Figura 94.Distribución de carga de anclaje en la viga cabezal.

8.3 ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

8.3.1 Análisis y diseño estructural de pantalla anclada

En esta sección se realiza el respectivo diseño de los elementos que componen la estructura bajo estudio. Cabe resaltar, que antes de realizar el respectivo diseño es necesario determinar algunos coeficientes y las respectivas combinaciones para la determinación de las solicitaciones de diseño para cada uno de los componentes estructurales.

8.3.1.1 Combinaciones de diseño

En esta sección se presentan las diferentes solicitaciones que se consideraron, y las respectivas combinaciones para obtener las fuerzas internas de diseño de los elementos estructurales, de acuerdo con los requisitos de la Sección 3 de la norma CCP-14.
Cabe resaltar, que, en cada una de las combinaciones de carga consideradas, cada una de las solicitaciones se multiplican por el respectivo coeficiente de carga prescrito para dicha combinación.

Tabla 70.Combinaciones de diseño

COMBINACIONES DE CARGA	γ_{DC}	γ_{EH}	*G LS*	γ_{EQ}	***APLICACIÓN***
Resistencia I	*1.25*	*1.50*	*1.75*	*--*	*Diseño*
Evento Extremo I	*1.25*	*1.50*	*0.50*	*1.00*	*Diseño*
Evento Extremo II	*1.25*	*1.50*	*0.50*	*--*	*Diseño*
Servicio I	*1.00*	*1.00*	*1.00*	*--*	*Control de fisuración*

8.3.1.2 Análisis y diseño

En esta sección se presenta el respectivo análisis y diseño estructural realizado para cada una de los niveles de anclaje de la pantalla anclada, según las cargas a las cuales puede encontrarse sometida.

- **Modelo Numérico**

El diseño de los elementos de la pantalla anclada se modeló mediante elementos tipo área, esto con fin de poder evaluar adecuadamente el efecto de las cargas.

A continuación, se presenta la definición de los parámetros requeridos para la realización del modelo numérico del muro de contención.

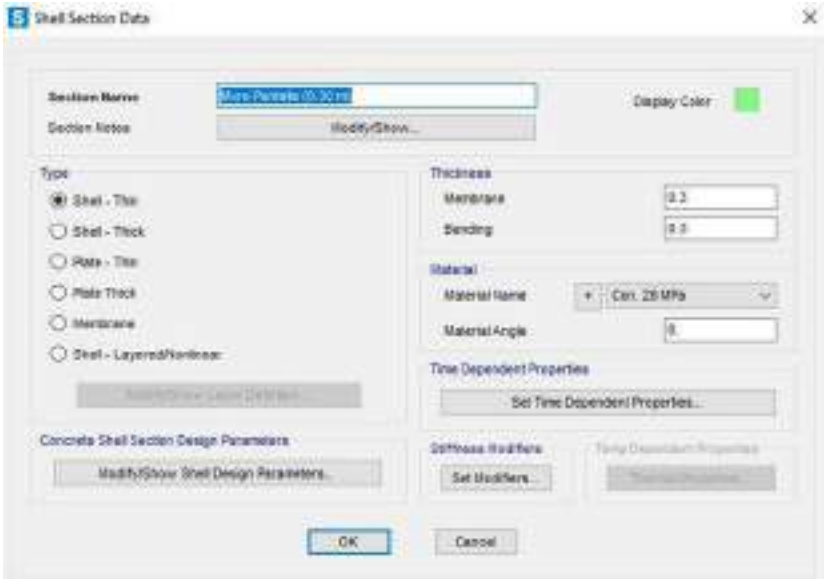


Figura 95.Definición de pantalla anclada de 0.30m tipo Shell para el modelo numérico.

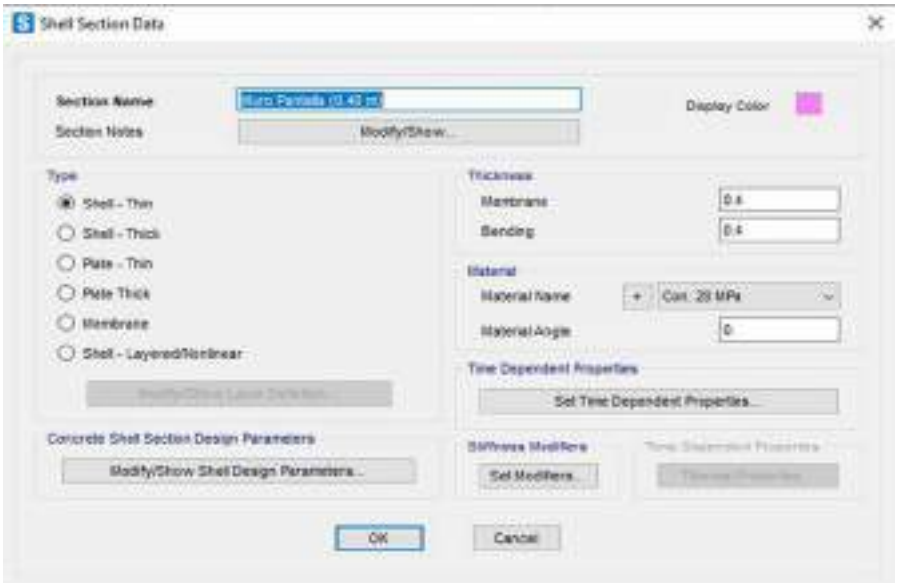


Figura 96.Definición de pantalla anclada de 0.40m tipo Shell para el modelo numérico.

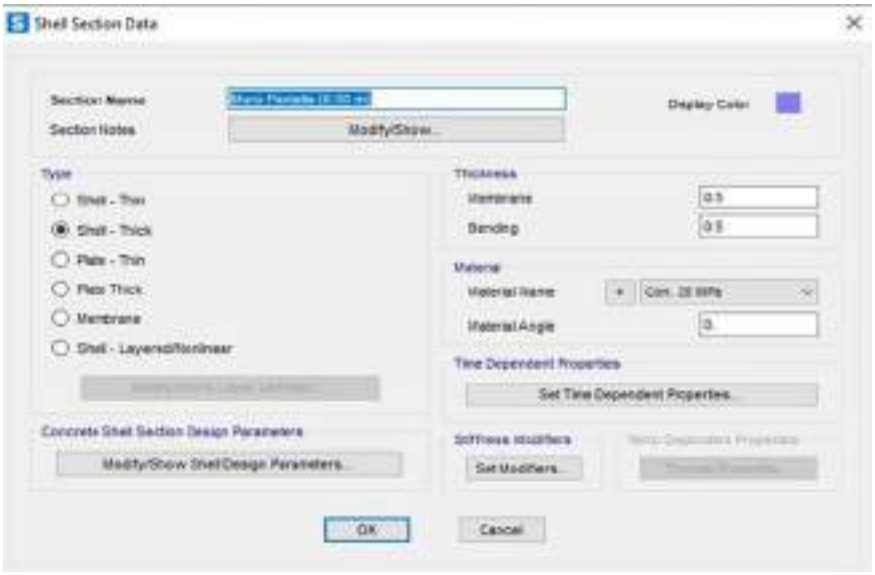


Figura 97. Definición de pantalla anclada de 0.50m tipo Shell para el modelo numérico.



Figura 98.Definición de concreto para el modelo numérico.

Una vez definidos los parámetros, se procede a la realización del modelo numérico, en donde se le asignaron las cargas a las que se encuentra sometido la pantalla anclada, esto según la evaluación de cargas realizada en la respectiva sección.

A continuación, se presenta el modelo numérico realizado para la pantalla anclada.

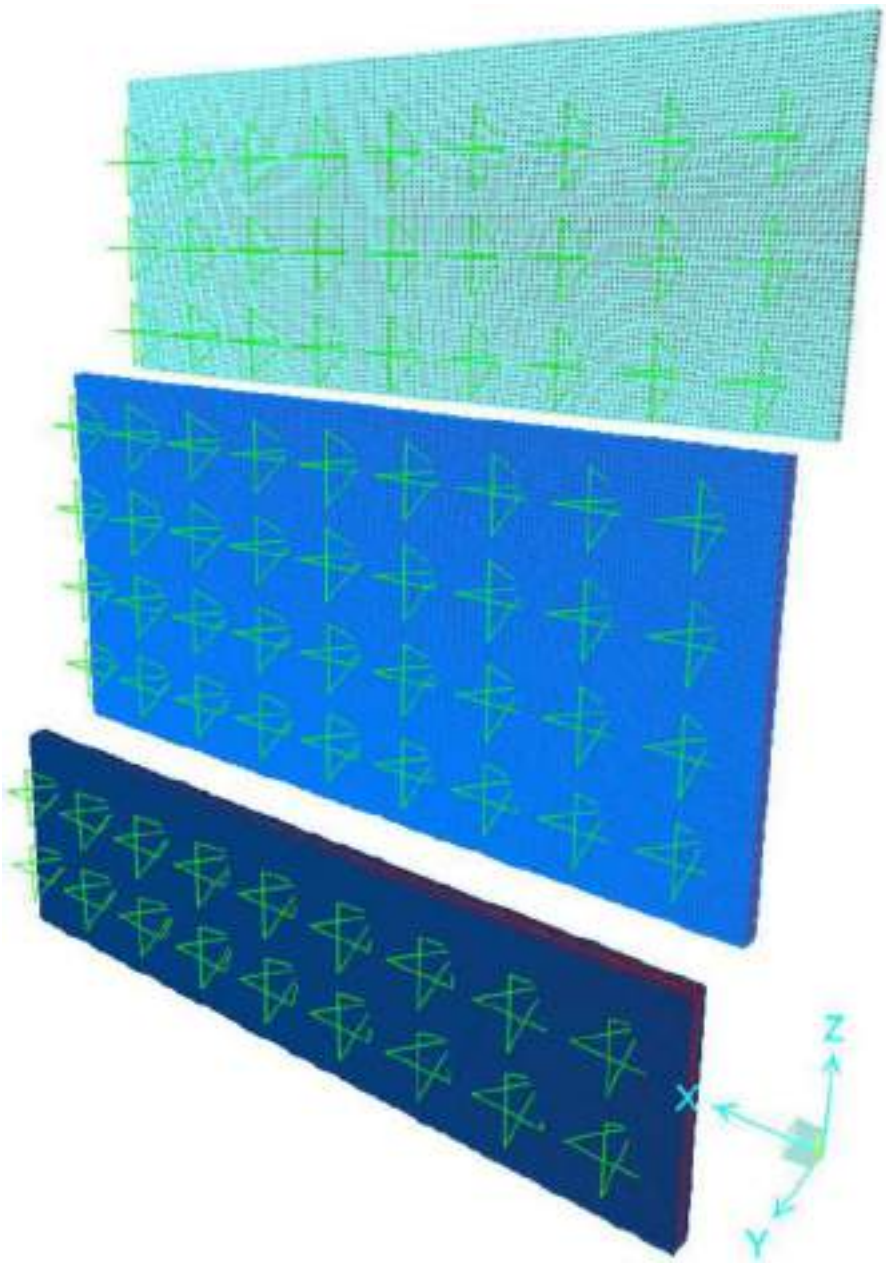


Figura 99.Muro numérico muro de contención.

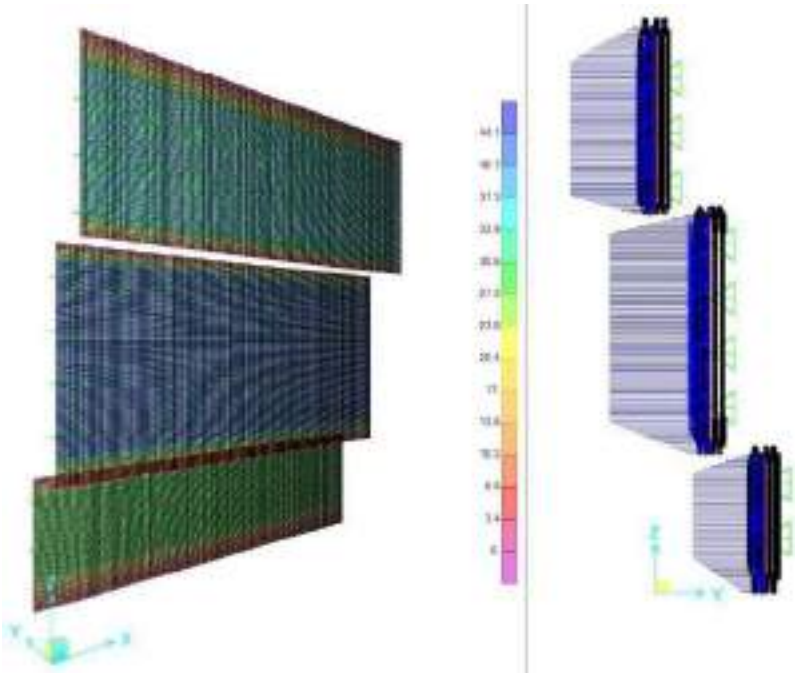


Figura 100.Presión de suelo (EH) (Kn/m2)

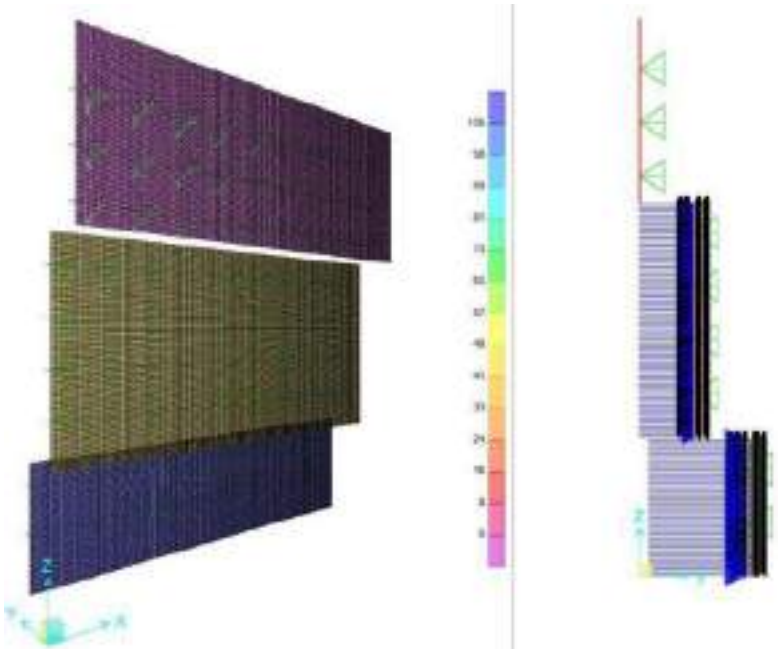


Figura 101.Sobrepresión de suelo (EH) (kn/m2)

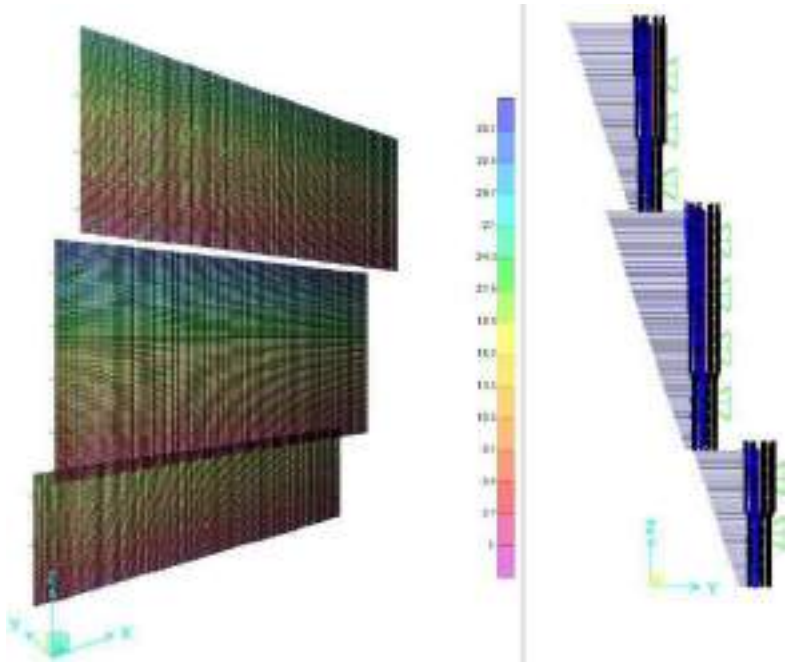


Figura 102.presión debido a la carga sísmica (EQ) (kn/m2)

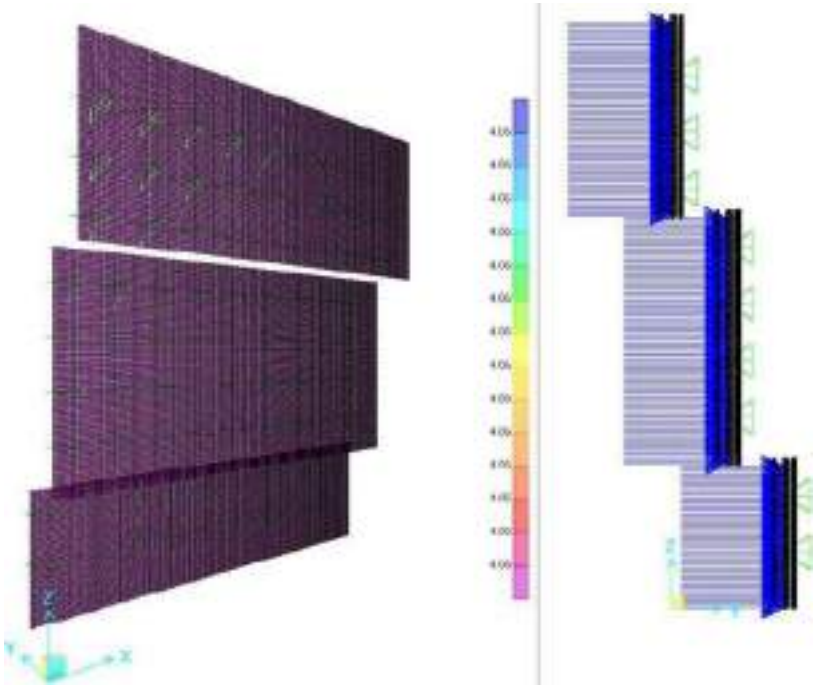


Figura 103.presión debido a la carga viva (Kn/m2)

A continuación, se presenta el respectivo análisis y diseño para cada nivel de anclaje de la pantalla anclada, según los modelos numéricos realizados teniendo en cuenta las cargas actuantes.

8.3.1.3 Análisis y diseño

El análisis se ha realizado mediante un software de análisis y diseño estructural, en donde los cálculos realizados son todos del tipo elástico y lineal, como es habitual en proyectos de estructuras de hormigón.
Las cargas consideradas se describen en el apartado correspondiente de la presente memoria de cálculo y se han introducido como cargas uniformemente repartidas o puntuales sobre los elementos.
A continuación, se presenta el diseño realizado para cada uno de los niveles de anclaje de la pantalla anclada, teniendo en cuenta las combinaciones consideradas, en donde para obtener los efectos más críticos, se realizó una envolvente de las combinaciones de diseño.

- **Diseño a cortante**

Inicialmente se determinó la resistencia del cortante suministrada por el concreto, mediante las siguientes ecuaciones y de lo cual se obtiene:

$$V_{n1} = V_C + V_S + V_P$$
$$V_{n2} = 0.25 x f'_c x b_v x d_v$$
$$V_C = 0.083 x \beta x \sqrt{f'_c} x b_v x d_v$$

$$V_r = \phi V_n$$

$$V_s = \frac{A_v x f_y x d_v x \cot(\theta)}{S}$$

Tabla 71.Cortante soportado por el concreto de la pantalla superior e=30 cm.

CORTANTE T1-E1

GEOMETRÍA	
h	300 mm
Recubrimiento	50 mm
Refuerzo Long.	15,9 mm
As	198,56 mm²
Separación	150 mm
f'c	28 Mpa
fy	420 Mpa
ds	242,05 mm
a	23,36 mm
dv1	230,37 mm
dv2	217,85 mm
dv3	216,00 mm
dv	230,37 mm

CORTANTE RESISTENTE	
Vc1	202,35 kN
Vc2	1.612,59 kN
Vn	202,35 kN
Vr	182,12 kN

CHEQUEO	
Vu	180,00 kN
ok	

Tabla 72.Cortante soportado por el concreto de la pantalla intermedia e=40 cm.

CORTANTE T1-E2

GEOMETRÍA	
h	400 mm
Recubrimiento	50 mm
Refuerzo Long.	19,1 mm
As	286,52 mm²
Separación	150 mm
f'c	28 Mpa
fy	420 Mpa
ds	340,45 mm
a	33,71 mm
dv1	323,60 mm
dv2	306,41 mm
dv3	288,00 mm
dv	323,60 mm

CORTANTE RESISTENTE	
Vc1	284,24 kN
Vc2	2.265,17 kN
Vn	284,24 kN
Vr	255,82 kN

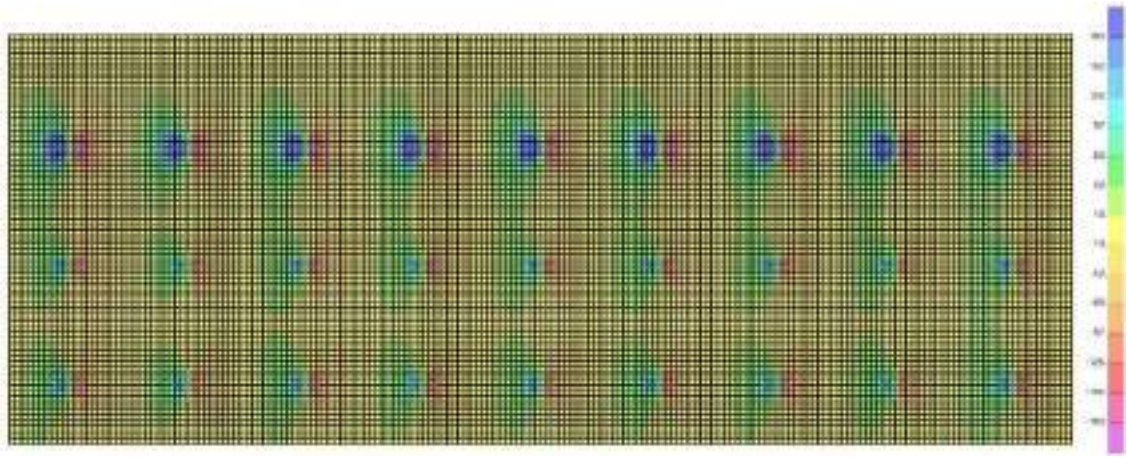
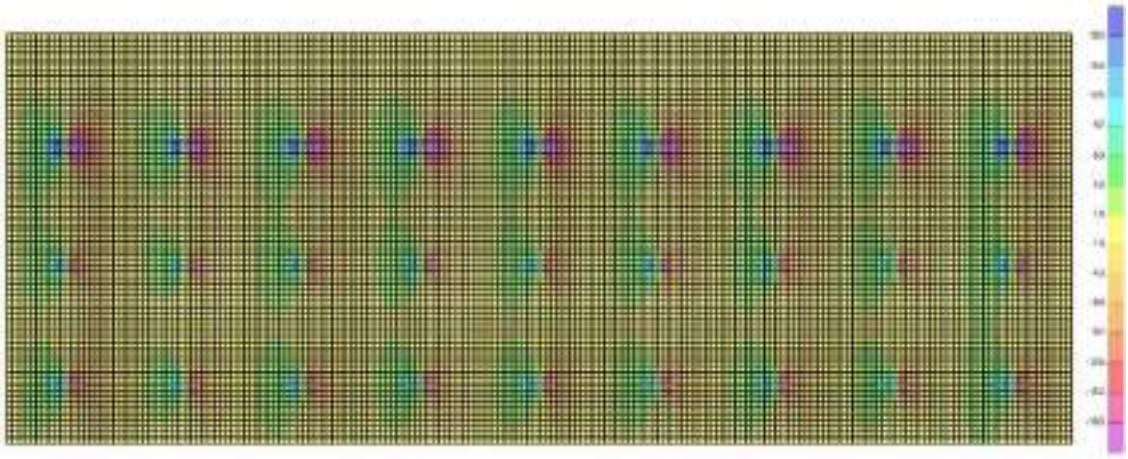
CHEQUEO	
Vu	250,00 kN
ok	

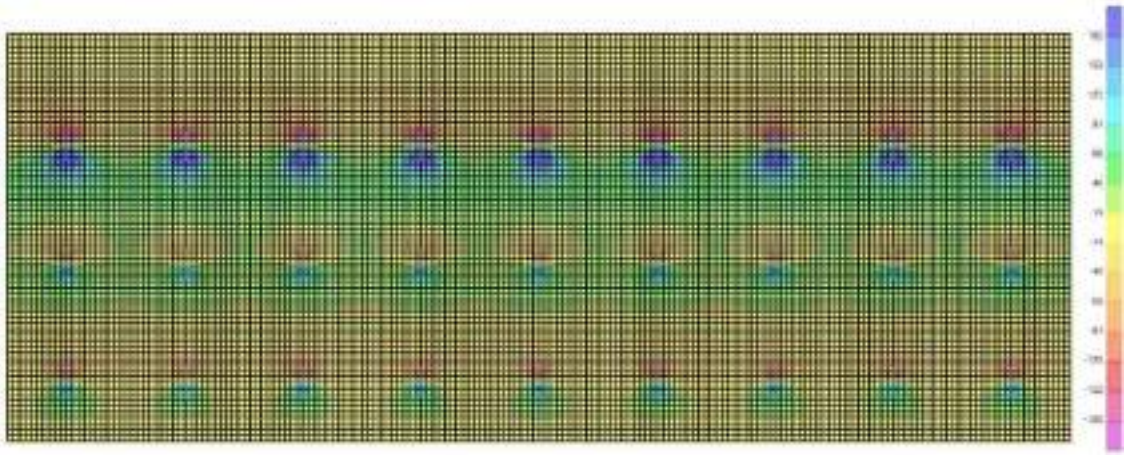
Tabla 73.Cortante soportado por el concreto de la pantalla inferior e=50cm.

CORTANTE T1-E3			
GEOMETRÍA		**CORTANTE RESISTENTE**	
h	500 mm	Vc1	365,52 kN
Recubrimiento	50 mm	Vc2	2.912,92 kN
Refuerzo Long.	22,2 mm		
As	387,08 mm²	Vn	365,52 kN
Separación	150 mm		
		Vr	328,97 kN
f'c	28 Mpa		
fy	420 Mpa	**CHEQUEO**	
		Vu	328,00 kN
ds	438,90 mm	ok	
a	45,54 mm		
dv1	416,13 mm		
dv2	395,01 mm		
dv3	360,00 mm		
dv	416,13 mm		

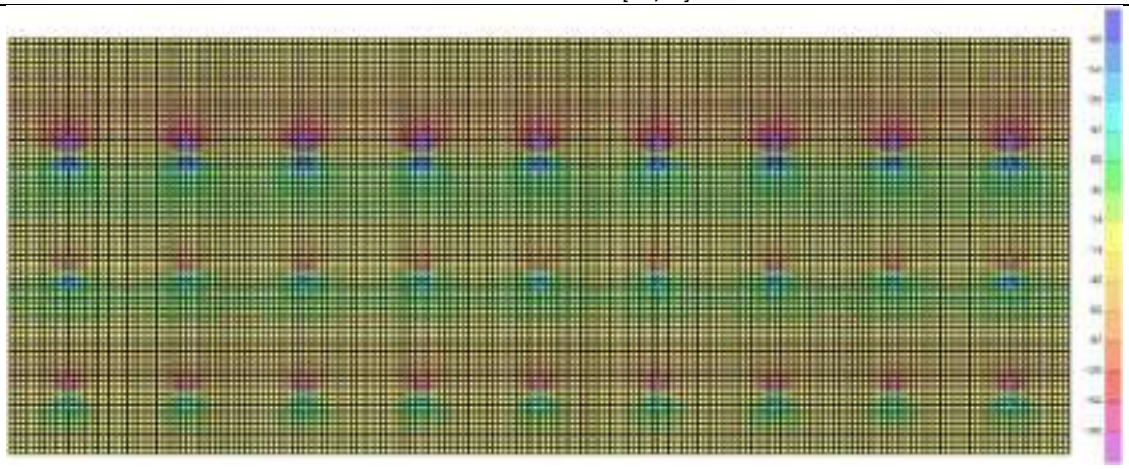
A continuación, se presentan los resultados del cortante del modelo numérico de los diferentes tramos de la pantalla anclada, en donde se presenta un diagrama de colores para evidenciar las zonas donde se concentran los esfuerzos.

Tabla 74.Cortante V13 y V23 de la pantalla superior (Kn/m)

PANTALLA SUPERIOR

Cortante V13 max [kN/m]

Cortante V13 min [kN/m]

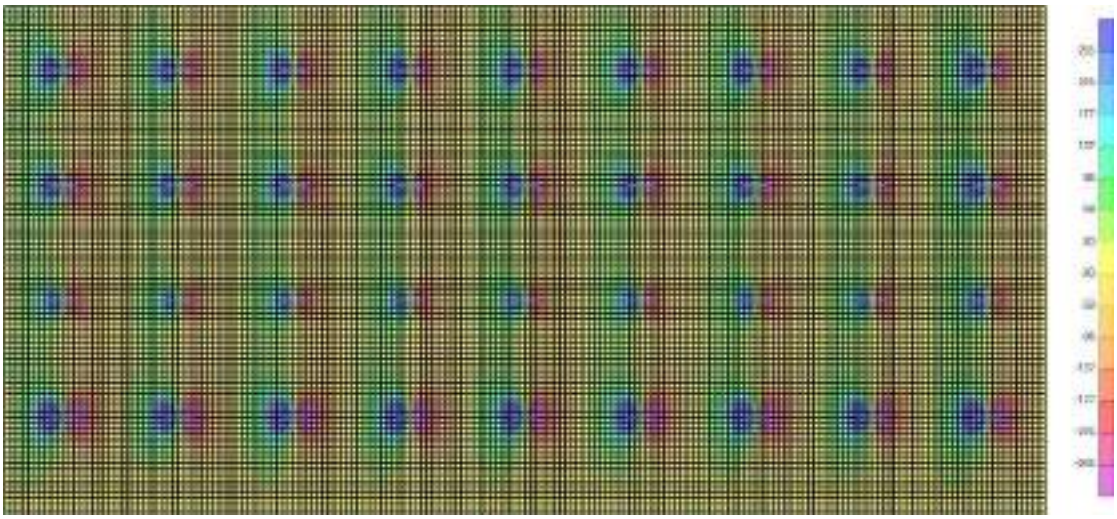
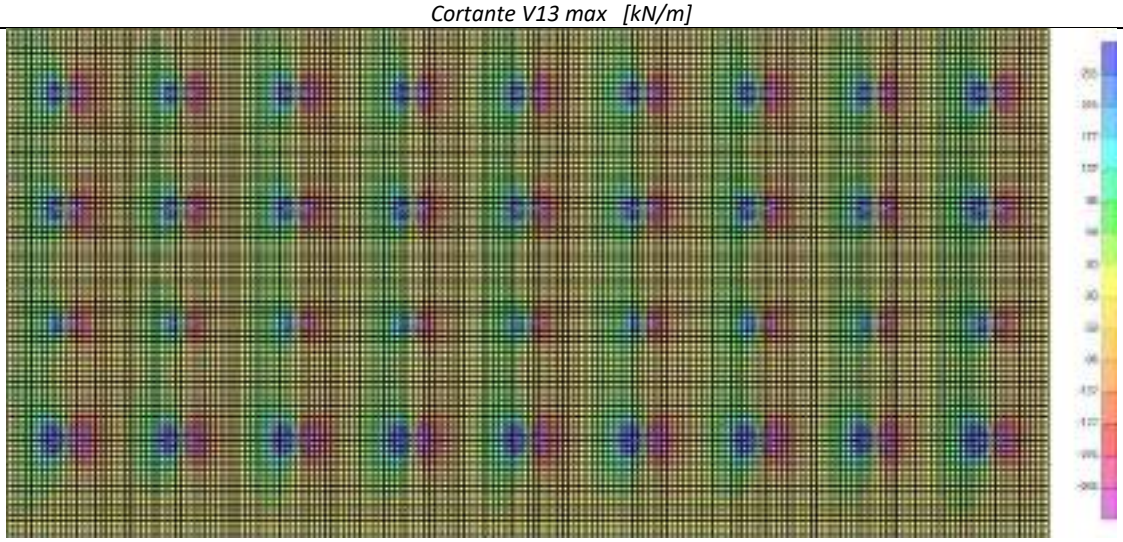


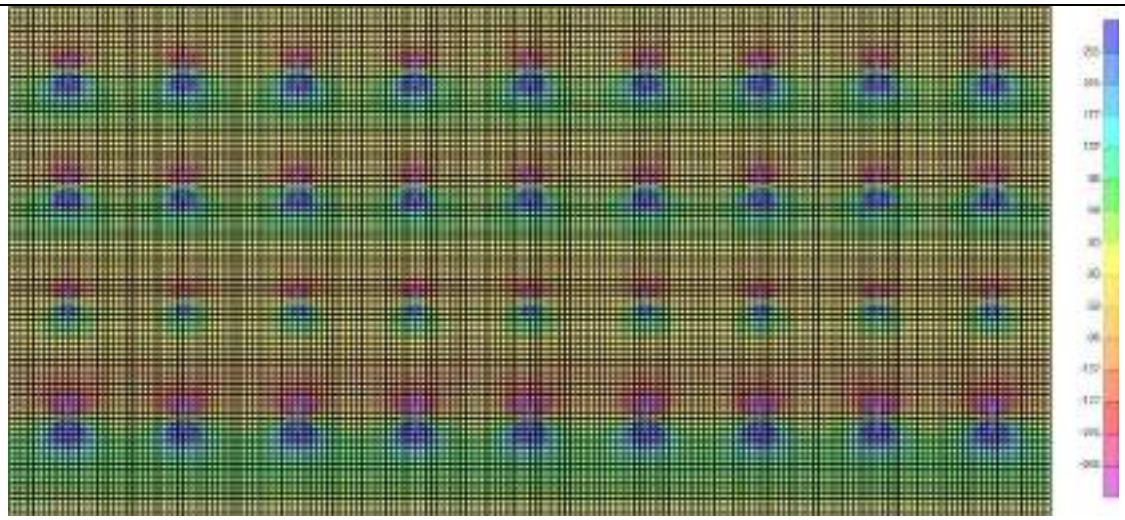
Cortante V23 max [kN/m]



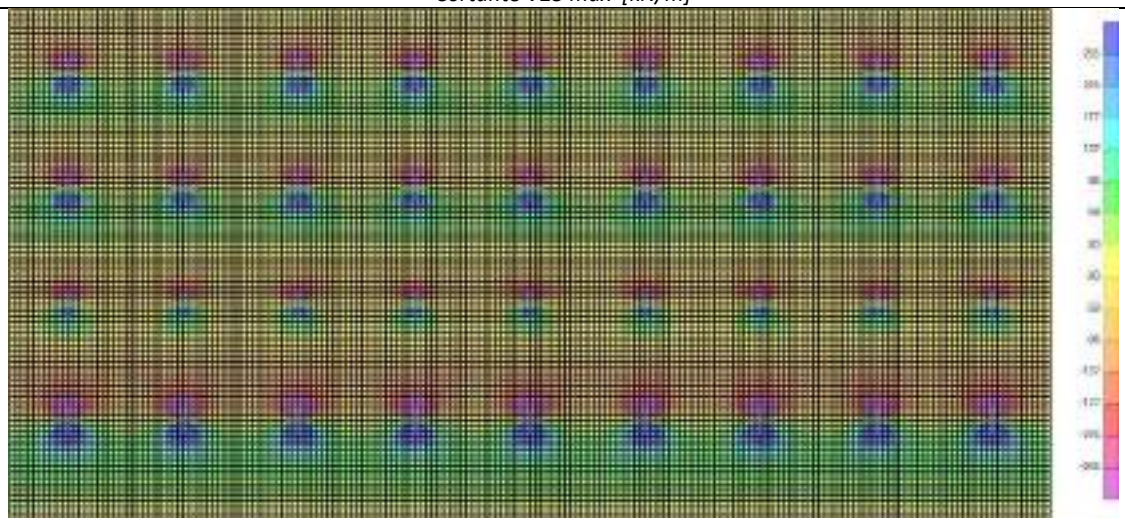
Cortante V23 min [kN/m]

Tabla 75.Cortante V13 y V23 de la pantalla intermedia (Kn/m)

PANTALLA INTERMEDIA

Cortante V13 max [kN/m]

Cortante V13 min [kN/m]

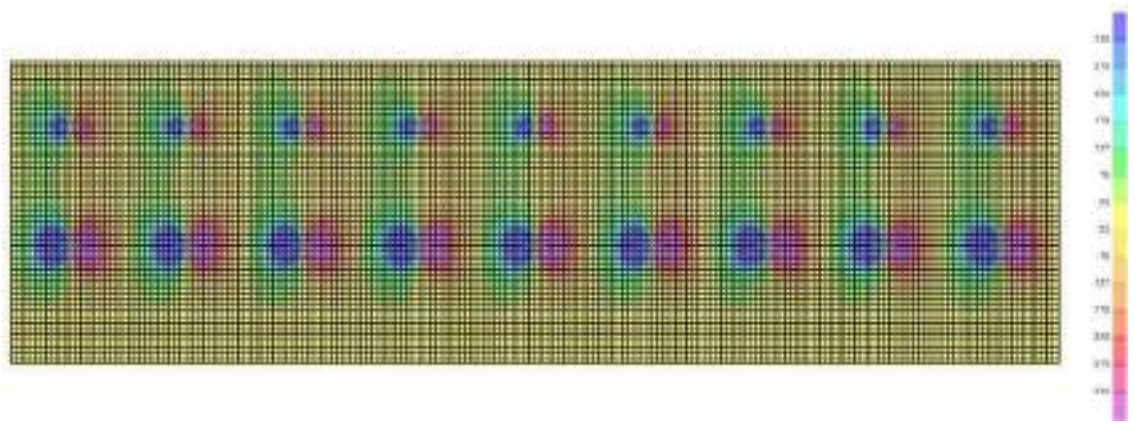
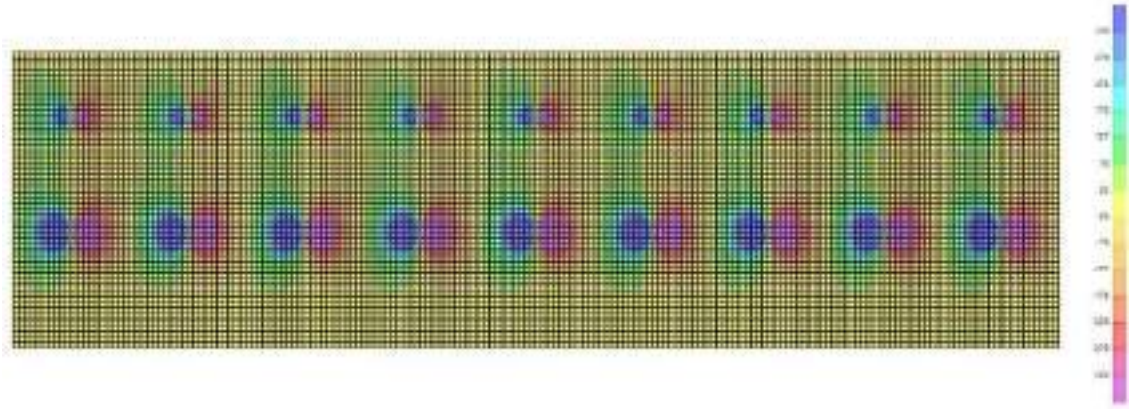
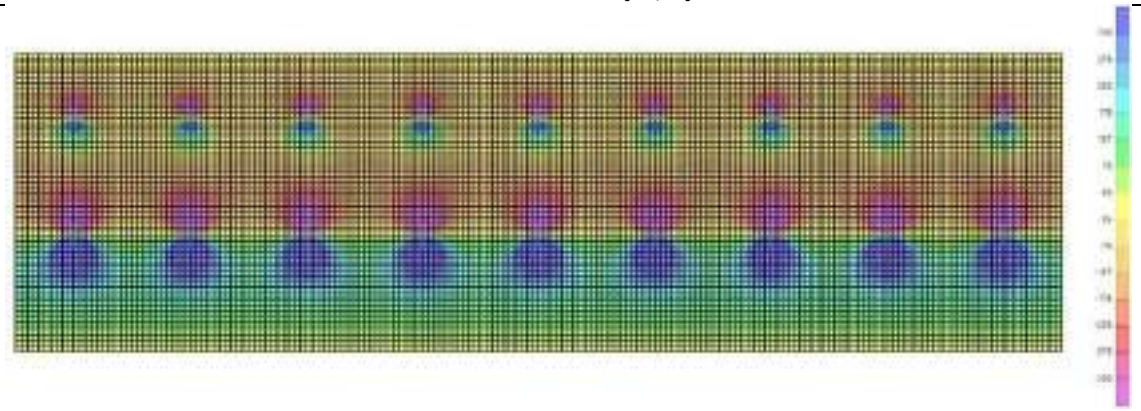


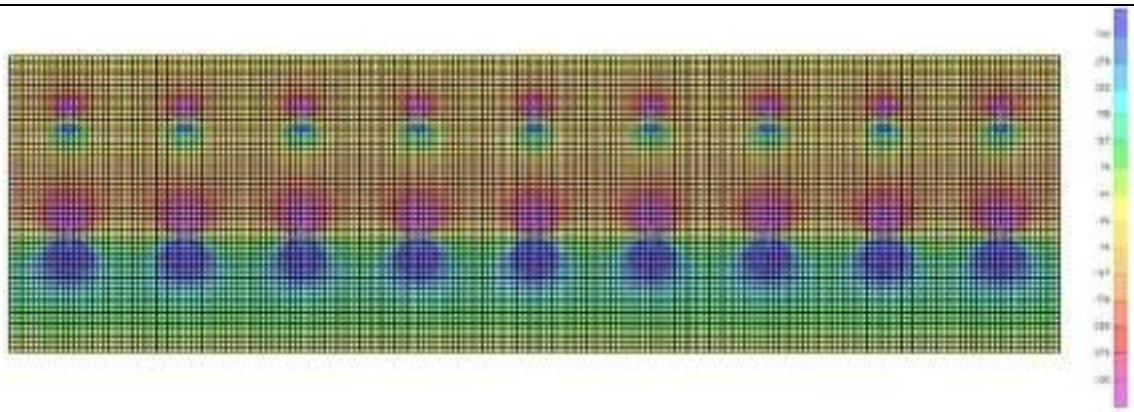
Cortante V23 max [kN/m]



Cortante V23 min [kN/m]

Tabla 76.Cortante V13 y V23 de la pantalla inferior (Kn/m)

PANTALLA INFERIOR

Cortante V13 max [kN/m]

Cortante V13 min [kN/m]

Cortante V23 max [kN/m]



Cortante V23 min [kN/m]

De lo anterior, se puede evidenciar que el concreto en la zona de los anclajes presenta una concentración de esfuerzos, por lo tanto, a continuación, se presenta la evaluación local de dichos esfuerzos, considerando un área de inducción de esfuerzos de 1.40x1.40, según los diagramas presentados.
A continuación, se presenta un resumen de las máximas reacciones en cada una de las pantallas ancladas producidas por la combinación más desfavorable:

Tabla 77.Máximos reacciones en puntos de anclaje

Máximas Reacciones Zona de Anclajes			
	Anclaje	Última [kN]	Servicio [kN]
Pantalla Superior	1	**477,33**	**190,08**
	2	206,16	129,07
	3	220,46	124,46
Pantalla Intermedia	4	720,96	375,38
	5	669	386,75
	6	489,46	280,21
	7	**847,1**	**532,09**
Pantalla Inferior	8	657,66	384,97
	9	**1467,75**	**943,36**

De acuerdo con la información, se pudo establecer que para cargas hasta de 480 kN el concreto es capaz de soportar el cortante generado por la carga, según se presenta a continuación:

Tabla 78.Diseño de anclaje con carga máxima en la pantalla superior de 480 KN.

DISEÑO DE ANCLAJE	
$f'c$	28,0 MPa
fy	420,0 MPa
DIMENSIONES APOYO PLATINA	
B	0,30 m
H	0,30 m
PRESION DEL SUELO	
CARGA DE ANCLAJE	480,00 KN
AREA DE ANCLAJE	2,000 m^2
PRESION DEL SUELO SERVICIO	240,00 KN/m^2
PRESION DEL SUELO ULTIMA	336,00 KN/m^2
CORTANTE EN DOS DIRECCIONES	
b0	2,10 m
β	1,00
α_s	40
v_{c1}	1,76 MPa
v_{c2}	2,65 MPa
v_{cs}	2,76 MPa
ϕV_c	625,06 KN
AREA A CORTANTE	0,500 m^2
T_u	168,00 KN
CHEQUEO	O.K.

Por otro lado, se realizó la respectiva verificación para la máxima carga en la pantalla a nivel de anclaje intermedio, que en este caso corresponde a 850kN, en donde, para soportar dicha carga se debe suministrar refuerzo a cortante según se presenta a continuación:

Tabla 79.Diseño de anclaje con carga Max. en la pantalla intermedia de 850 Kn.

DISEÑO DE ANCLAJE	
f'_c	28,0 MPa
f_y	420,0 MPa
DIMENSIONES APOYO PLATINA	
B	0,30 m
H	0,30 m
PRESION DEL SUELO	
CARGA DE ANCLAJE	850,00 KN
AREA DE ANCLAJE	2,000 m^2
PRESION DEL SUELO SERVICIO	425,00 KN/m^2
PRESION DEL SUELO ULTIMA	595,00 KN/m^2
CORTANTE EN DOS DIRECCIONES	
b0	2,10 m
β	1,00
α_s	40
v_{c1}	1,76 MPa
v_{c2}	2,65 MPa
v_{c3}	2,76 MPa
ϕV_c	625,06 KN
AREA A CORTANTE	0,500 m^2
T_s	297,50 KN
CHEQUEO	O.K.

Por otro lado, se realizó la respectiva verificación para la máxima carga que en este caso corresponde a 1470kN, en donde, para soportar dicha carga se debe suministrar refuerzo a cortante según se presenta a continuación:

Tabla 80.Diseño de anclaje con carga máxima en la pantalla inferior de 1470 KN.

DISEÑO DE ANCLAJE	
$f'c$	28,0 MPa
fy	420,0 MPa
DIMENSIONES APOYO PLATINA	
B	0,30 m
H	0,30 m
PRESION DEL SUELO	
CARGA DE ANCLAJE	1470,00 KN
AREA DE ANCLAJE	2,000 m^2
PRESION DEL SUELO SERVICIO	735,00 KN/m^2
PRESION DEL SUELO ULTIMA	1029,00 KN/m^2
CORTANTE EN DOS DIRECCIONES	
b0	2,10 m
β	1,00
α_1	40
v_{c1}	1,76 MPa
v_{c2}	2,65 MPa
v_{c3}	2,76 MPa
φV_c	625,06 KN
AREA A CORTANTE	0,500 m^2
T_u	514,50 KN
CHEQUEO	O.K.

- **Diseño a Flexión**

A continuación, se presenta el respectivo diseño a flexión (M11 y M22), para cada uno de los tramos de las pantallas ancladas.

Tabla 81.Diseño a flexión vertical (M22)

PANTALLA ANCLADA - M22

PANTALLA SUPERIOR





PANTALLA INTERMEDIA





PANTALLA INFERIOR

REFUERZO A FLEXIÓN (MIN)

Mr 294,00 kN-m

GEOMETRIA		PARAMETROS DE DISEÑO	
b	1,00 m	f'c	28.000 kN/m²
h	0,50 m	fy	420.000 kN/m²
r	0,075 m	φ	0,900
d	0,43 m	β1	0,85

DISEÑO			
As	25,80 cm²	Y1	1,60
a	0,046 m	Y2	0,00
c	0,054 m	Y3	0,67
		ft	3,28 Mpa
Mn	435,86 kN-m	fcpe	0,00 Mpa
		Sc	0,0417 m³
εt	0,021	Mdch	0,00 kN-m
φ	0,900	Snc	0,0417 m³
Mr	392,28 kN-m	Mcr	124,517 kN-m

Mr>1,33Mu Mr>Mcr O.K.

SECCION CONTROLADA POR TRACCION

REFUERZO A FLEXIÓN

Mu 490,00 kN-m

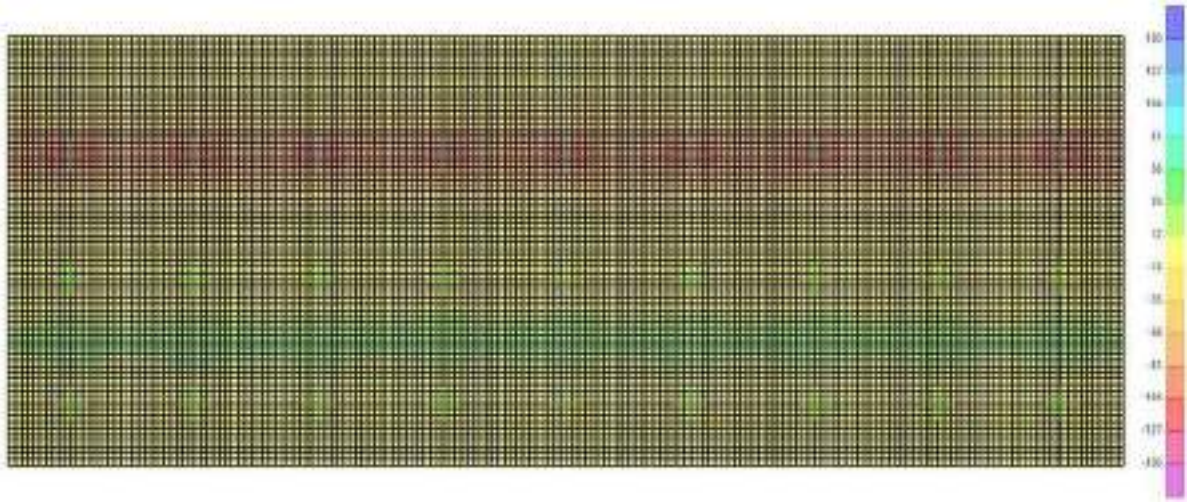
GEOMETRIA		PARAMETROS DE DISEÑO	
b	1,00 m	f'c	28.000 kN/m²
h	0,50 m	fy	420.000 kN/m²
r	0,075 m	φ	0,900
d	0,43 m	β1	0,85

DISEÑO			
As	44,73 cm²	Y1	1,60
a	0,079 m	Y2	0,00
c	0,093 m	Y3	0,67
		ft	3,28 Mpa
Mn	724,28 kN-m	fcpe	0,00 Mpa
		Sc	0,0417 m³
εt	0,011	Mdch	0,00 kN-m
φ	0,900	Snc	0,0417 m³
Mr	651,86 kN-m	Mcr	124,517 kN-m

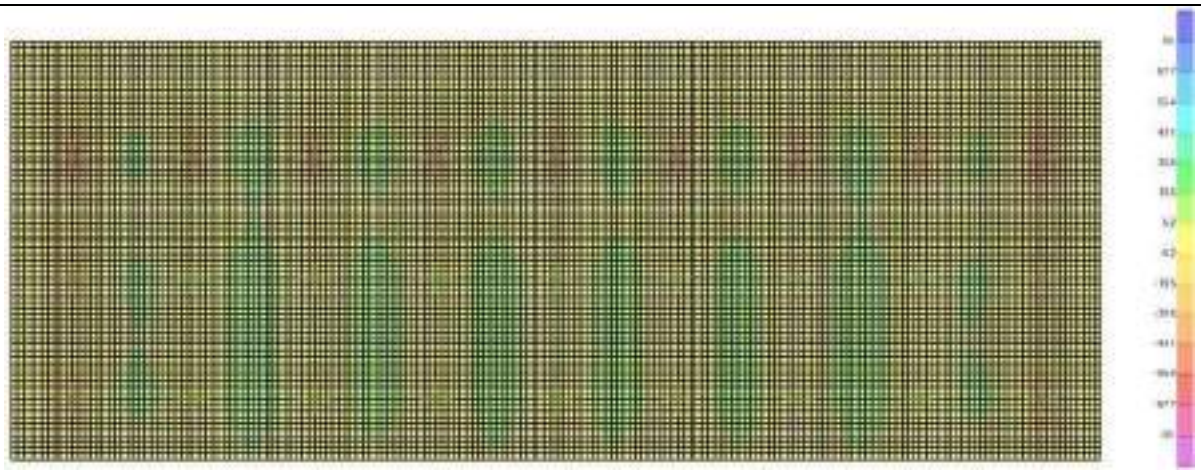
Mr>1,33Mu Mr>Mcr O.K.

SECCION CONTROLADA POR TRACCION

PANTALLA SUPERIOR

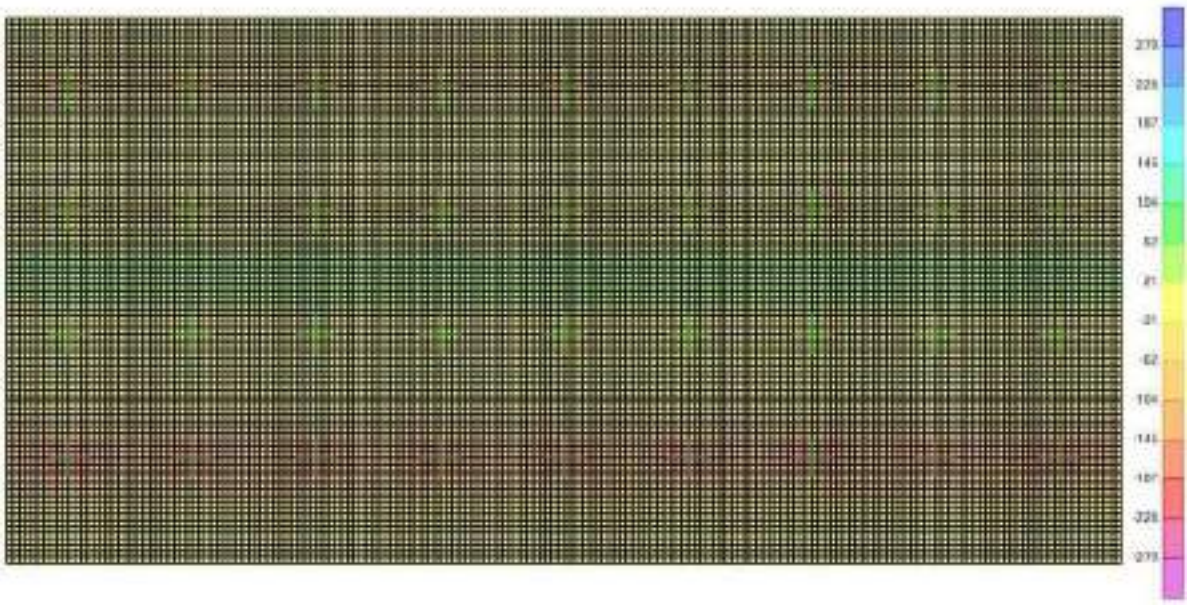


Momento M22 MAX [kN – m/m]

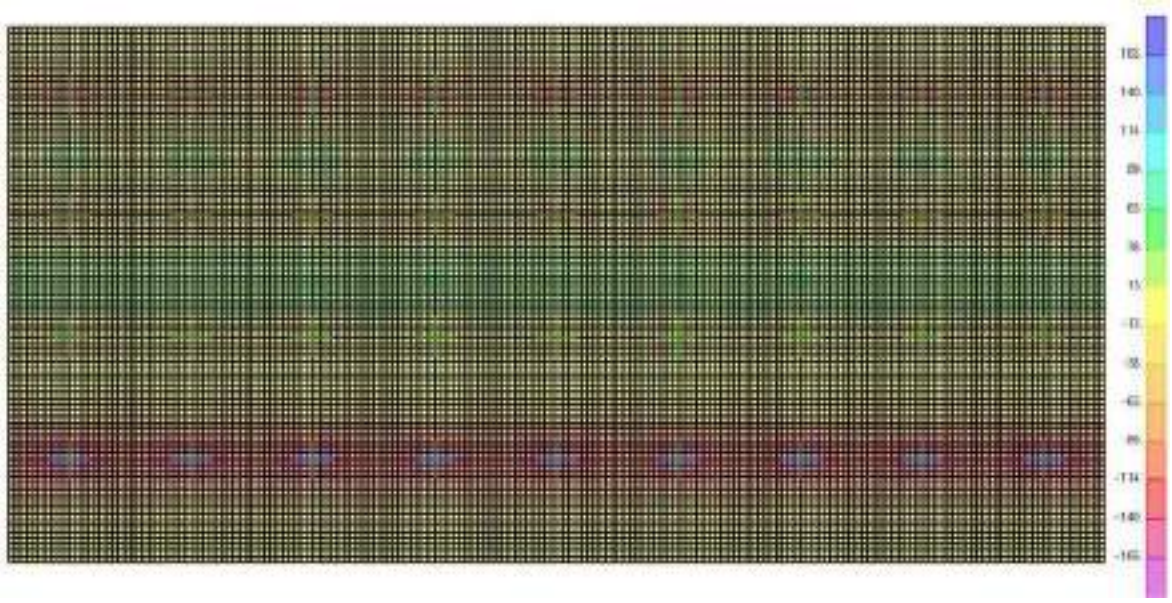


Momento M22 MIN [kN – m/m]

PANTALLA INTERMEDIA

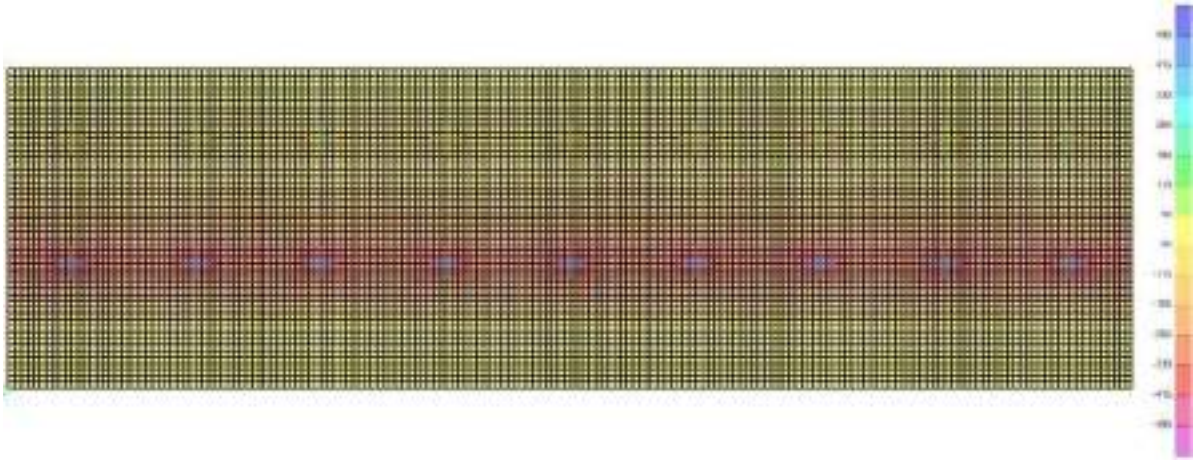


Momento M22 MAX [kN – m/m]

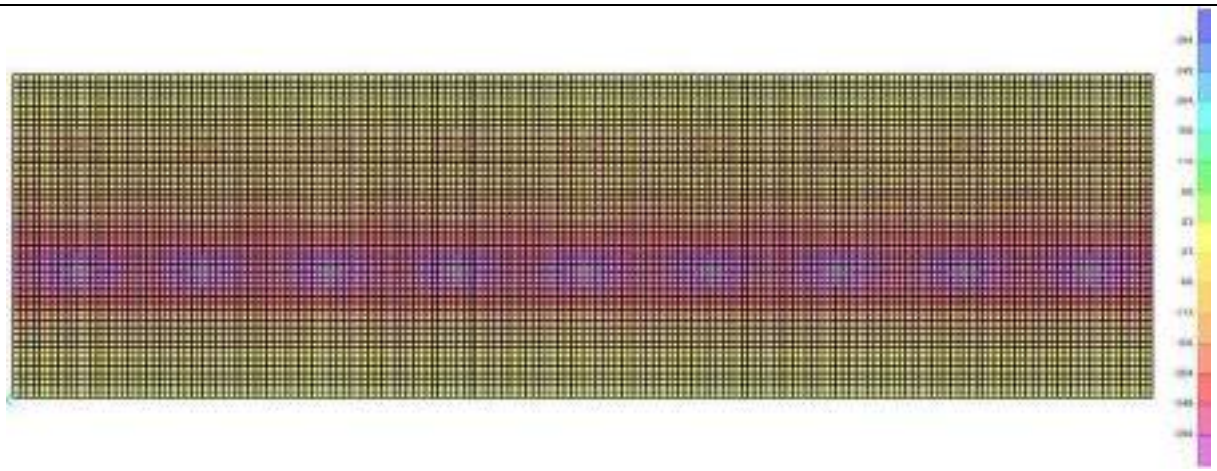


Momento M22 MIN [kN – m/m]

PANTALLA INFERIOR



Momento M22 Max [kN – m/m]



Momento M22 Min [kN – m/m]

PANTALLA SUPERIOR

Refuerzo Suministrado superior e inferior

o 1 Φ 5/8" c/.15m

Refuerzo suministrado adicional (zona morada contra el suelo)

o 1 Φ 5/8" c/.15m (zona de anclajes)

PANTALLA INTERMEDIA

Refuerzo Suministrado superior e inferior

o 1 Φ 3/4" c/.15m

Refuerzo suministrado adicional (zona morada)

o 1 Φ 5/8" c/.15m (zona de anclajes)

PANTALLA INFERIOR

Refuerzo Suministrado superior e inferior

o 1 Φ 7/8" c/.15m

Refuerzo suministrado adicional (zona morada contra el suelo)

o 1 Φ 3/4" c/.15m (zona de anclajes)

Por otro lado, se presenta el diseño del refuerzo horizontal, donde se tuvo en cuenta la posibilidad del suministrar en refuerzo mínimo.

Tabla 82.Diseño a Flexión vertical (M11)

PANTALLA ANCLADA - M11

PANTALLA SUPERIOR





PANTALLA INTERMEDIA



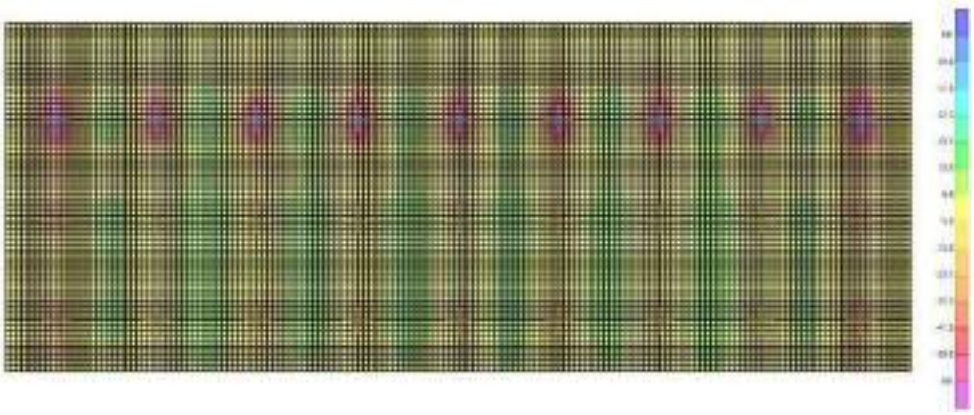


PANTALLA INFERIOR

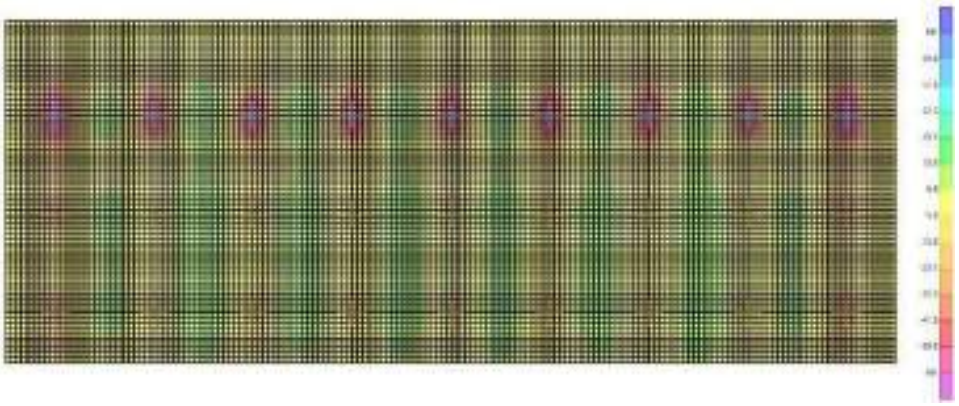




PANTALLA SUPERIOR

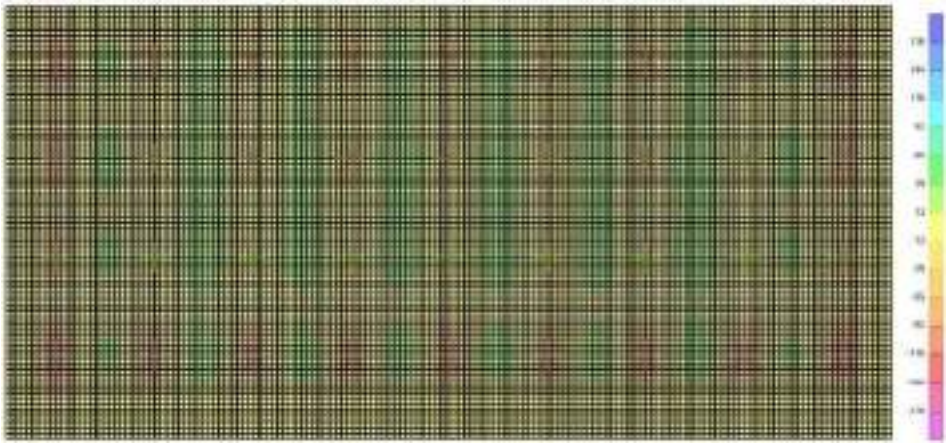


Momento M11 MAX [kN – m/m]

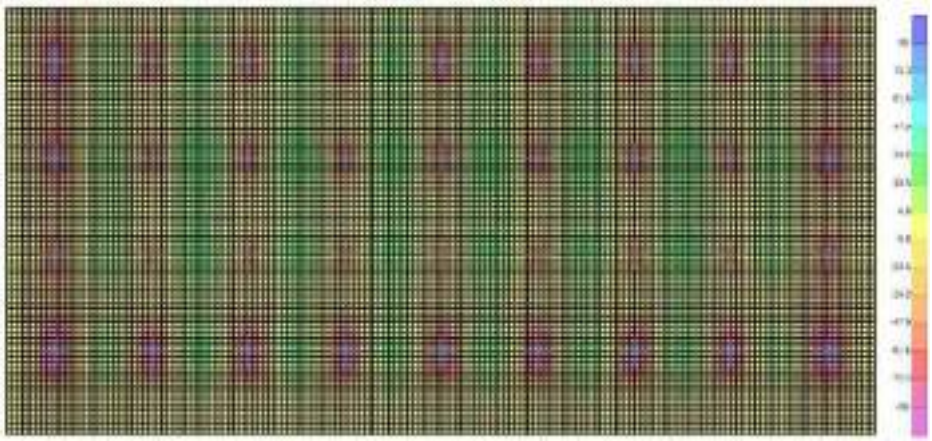


Momento M11 MIN [kN – m/m]

PANTALLA INTERMEDIA

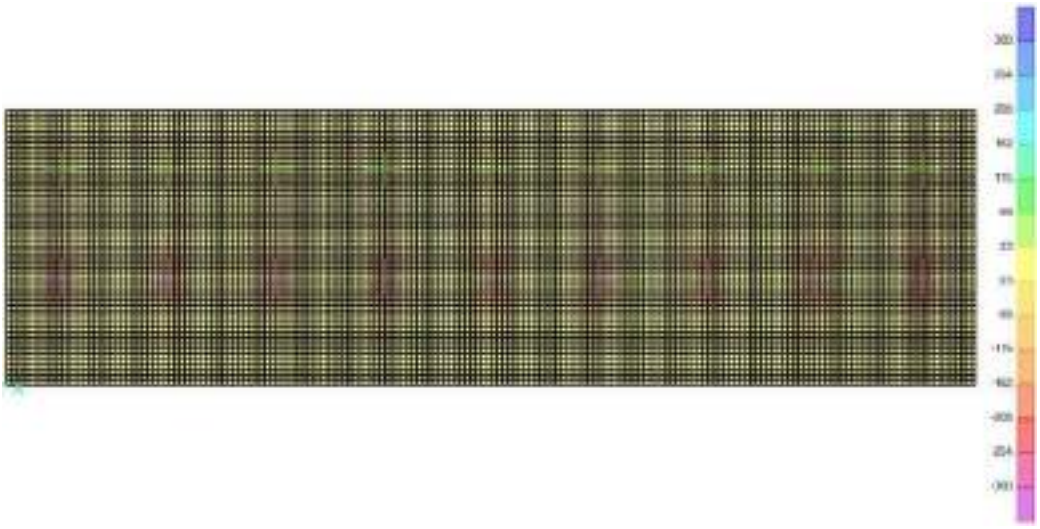


Momento M1 MAX [kN – m/m]

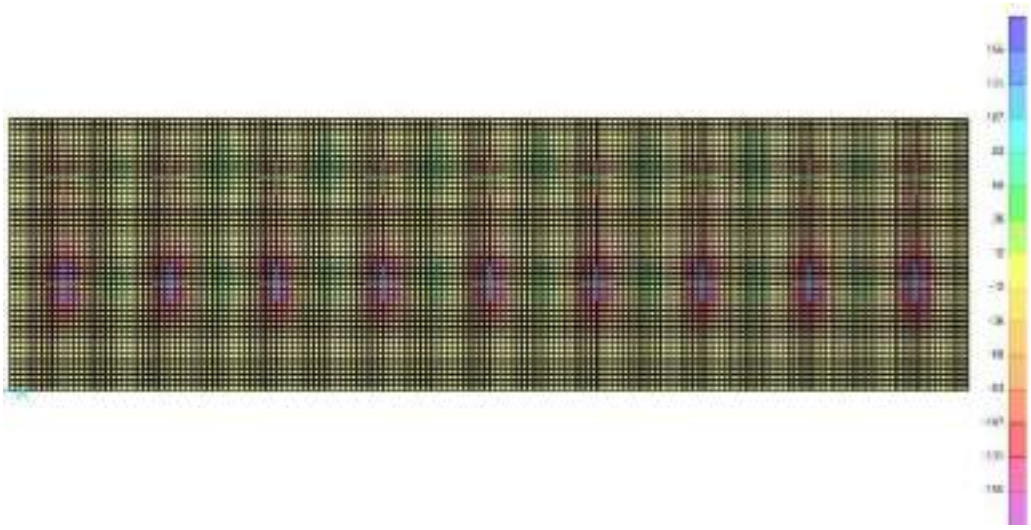


Momento M11 MIN [kN – m/m]

PANTALLA INFERIOR



Momento M1 MAX [kN – m/m]



Momento M11 MIN [kN – m/m]

PANTALLA SUPERIOR

Refuerzo Suministrado superior e inferior

o 1 Φ 5/8” c/.20m

Refuerzo suministrado adicional (zona morada contra el suelo)

o 1 Φ 5/8" c/.20m (zona de anclajes)

PANTALLA INFERIOR

Refuerzo Suministrado superior e inferior
o 1 Φ 5/8" c/.20m
Refuerzo suministrado adicional (zona morada contra el suelo)
o 1 Φ 5/8" c/.20m (zona de anclajes)

PANTALLA INFERIOR

Refuerzo Suministrado superior e inferior
o 1 Φ 5/8" c/.15m
Refuerzo suministrado adicional (zona morada contra el suelo)
o 1 Φ 5/8" c/.15m (zona de anclajes).

8.3.2 Análisis y diseño estructural viga cabezal y pilotes

En esta sección se realiza el respectivo diseño de los elementos que componen la estructura bajo estudio. Cabe resaltar, que antes de realizar el respectivo diseño es necesario determinar algunos coeficientes y las respectivas combinaciones para la determinación de las solicitaciones de diseño para cada uno de los componentes estructurales.

8.3.2.1 Combinaciones de diseño

En esta sección se presentan las diferentes solicitaciones que se consideraron, y las respectivas combinaciones para obtener las fuerzas internas de diseño de los elementos estructurales, de acuerdo con los requisitos de la Sección 3 de la norma CCP-14.
Cabe resaltar que, en cada una de las combinaciones de carga consideradas, cada una de las solicitaciones se multiplican por el respectivo coeficiente de carga prescrito para dicha combinación.

Tabla 83.Combinaciones de diseño.

COMBINACIONES DE CARGA	γ_{DC}	γ_{EH}	γ_{LS}	γ_{EQ}	APLICACIÓN
Resistencia I	1.25	1.50	1.75	--	Diseño
Evento Extremo I	1.25	1.50	0.50	1.00	Diseño
Evento Extremo II	1.25	1.50	0.50	--	Diseño

Servicio I	1.00	1.00	1.00	--	Control de fisuración

8.3.3 Análisis y diseño

En esta sección se presenta el respectivo análisis y diseño estructural realizado para la estructura de contención, según las cargas a las cuales puede encontrarse sometido.

- **Modelo numérico**

El diseño de los elementos de la estructura de contención se modeló mediante elementos tipo área, esto con el fin de poder evaluar adecuadamente el efecto de las cargas. Por otro lado, los pilotes fueron modelados por elementos tipo frame.
A continuación, se presenta la definición de los parámetros requeridos para la realización del modelo numérico de la viga cabezal sobre los pilotes:

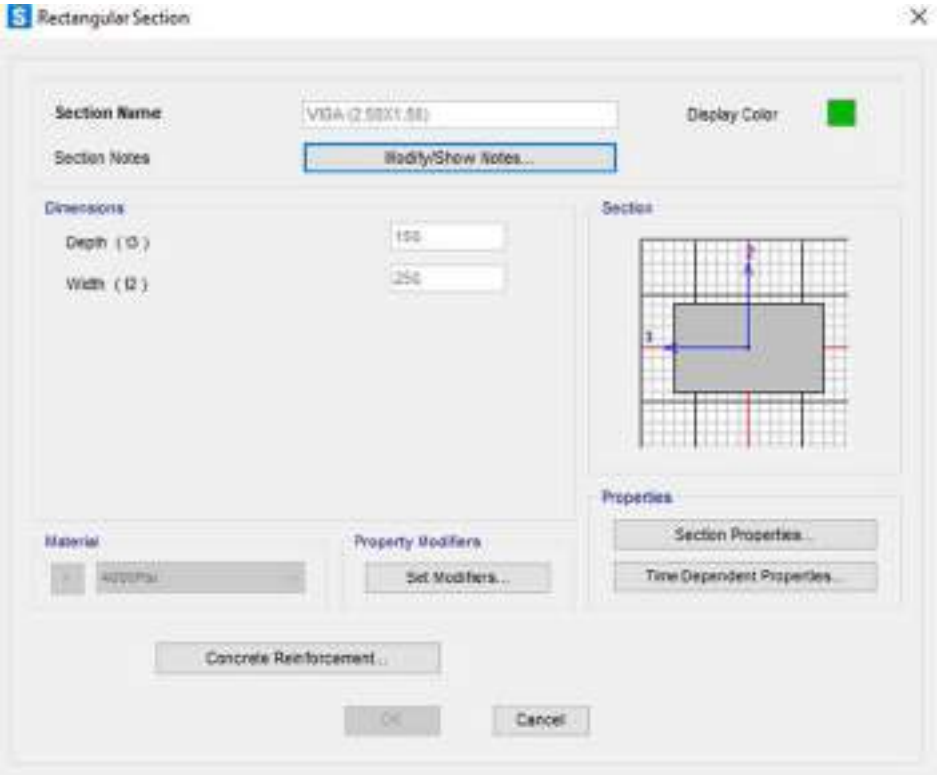


Figura 104.Geometria viga cabezal.

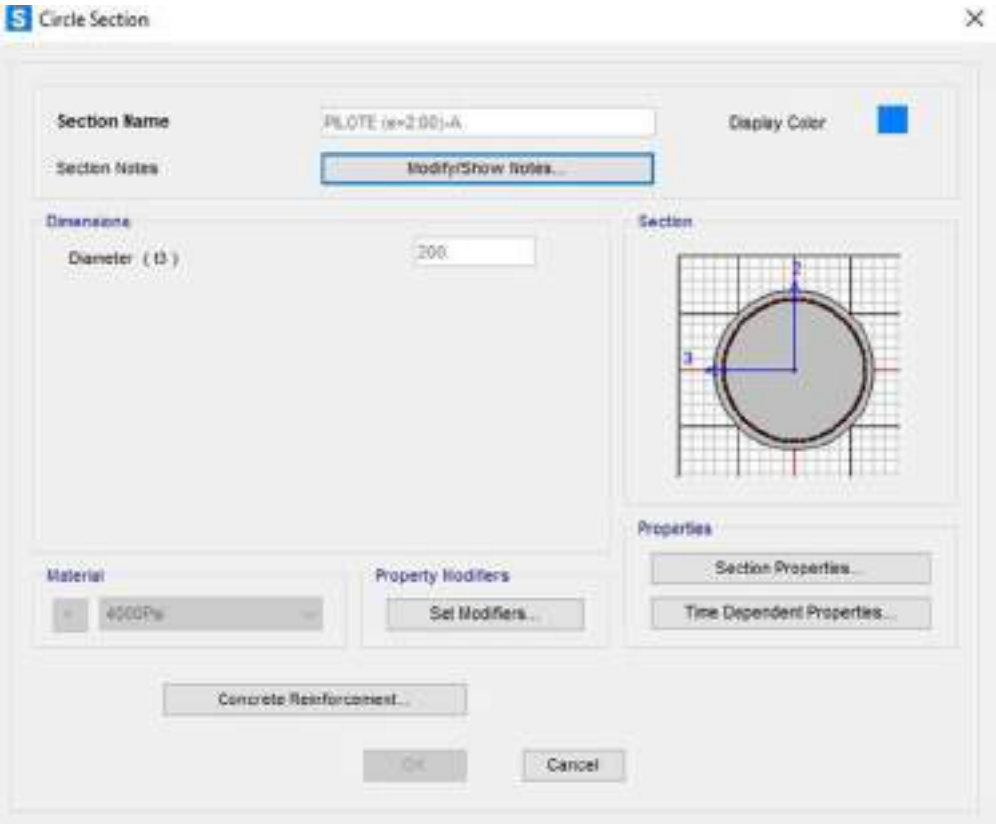


Figura 105.Geometria pilote.



Figura 106.Definición de concreto para el modulo numérico.

Una vez definidos los parámetros, se procede a la realización del modelo numérico, en donde se incluyeron los pilotes con los apoyos tipo spring, en donde se simulo el suelo teniendo en cuenta la siguiente información del módulo de reacción suministrada por el estudio geotécnico.

Tabla 84.Distribución de presiones sobre el elemento (Modulo de reacción del suelo)

ID.	Diametro [m]	Profundidad [m]	Kh [KN/m3]	Kh (KN/m)
K01	2	1	417	834
K02	2	2	833	1666

K03	2	3	1250	2500
K04	2	4	1667	3334
K05	2	5	2083	4166
K06	2	6	2500	5000
K07	2	7	2917	5834
K08	2	8	3333	6666
K09	2	9	3750	7500
K10	2	10	4167	8334
K11	2	11	4583	9166
K12	2	12	5000	10000
K13	2	13	32500	65000
K14	2	14	35000	70000
K15	2	15	37500	75000
K16	2	16	40000	80000
K17	2	17	70833	141666
K18	2	18	75000	150000
K19	2	19	79167	158334
K20	2	20	83333	166666
K21	2	21	140000	280000
K22	2	22	146667	293334
K23	2	23	153333	306666
K24	2	24	160000	320000
K25	2	25	208333	416666
K26	2	26	216667	433334
K27	2	27	225000	450000

Cabe resaltar, que al modelo numérico realizado se le asignaron las cargas a las que se encuentra sometido la viga cabezal, esto según la evaluación de cargas realizada en la respectiva sección.

A continuación, se presenta el modelo numérico realizado con los respectivos valores de las rigideces estimadas para los elementos tipo link, con los cuales fue modelado el suelo.

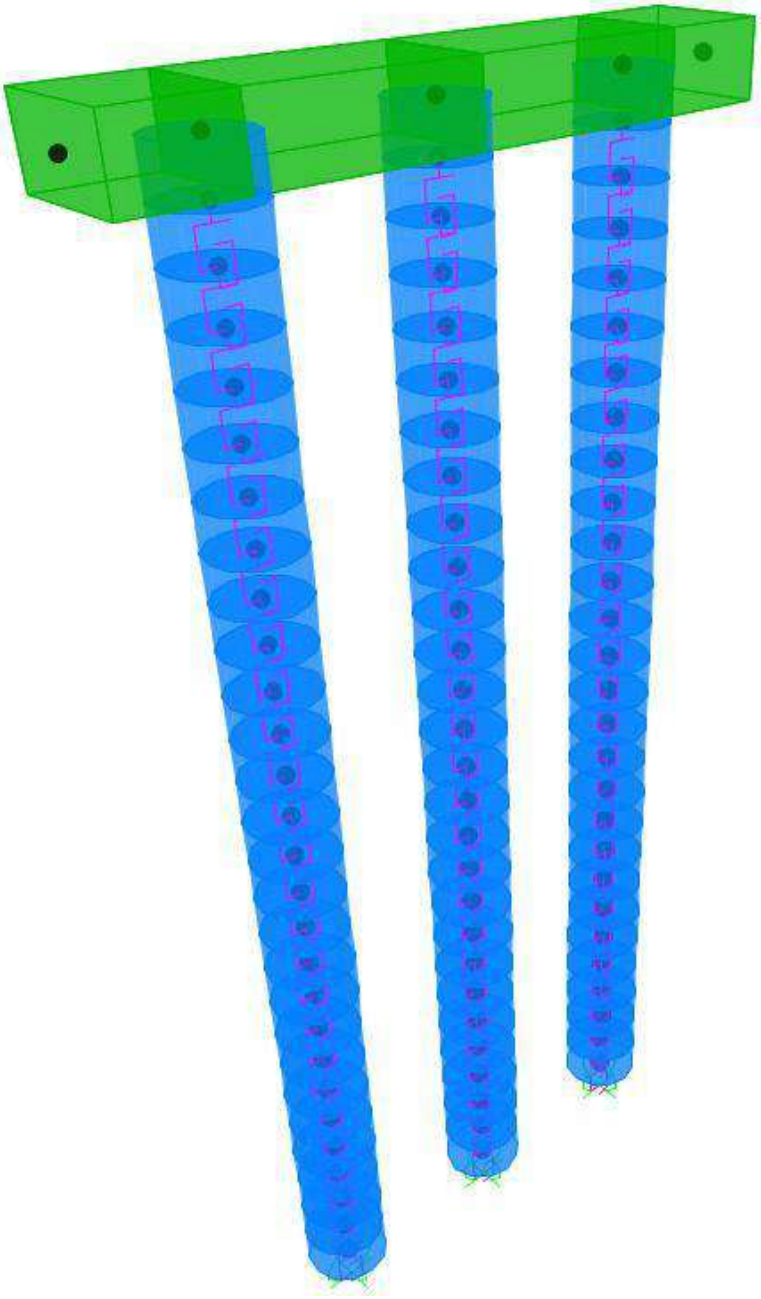


Figura 107.Modelo numérico viga cabezal

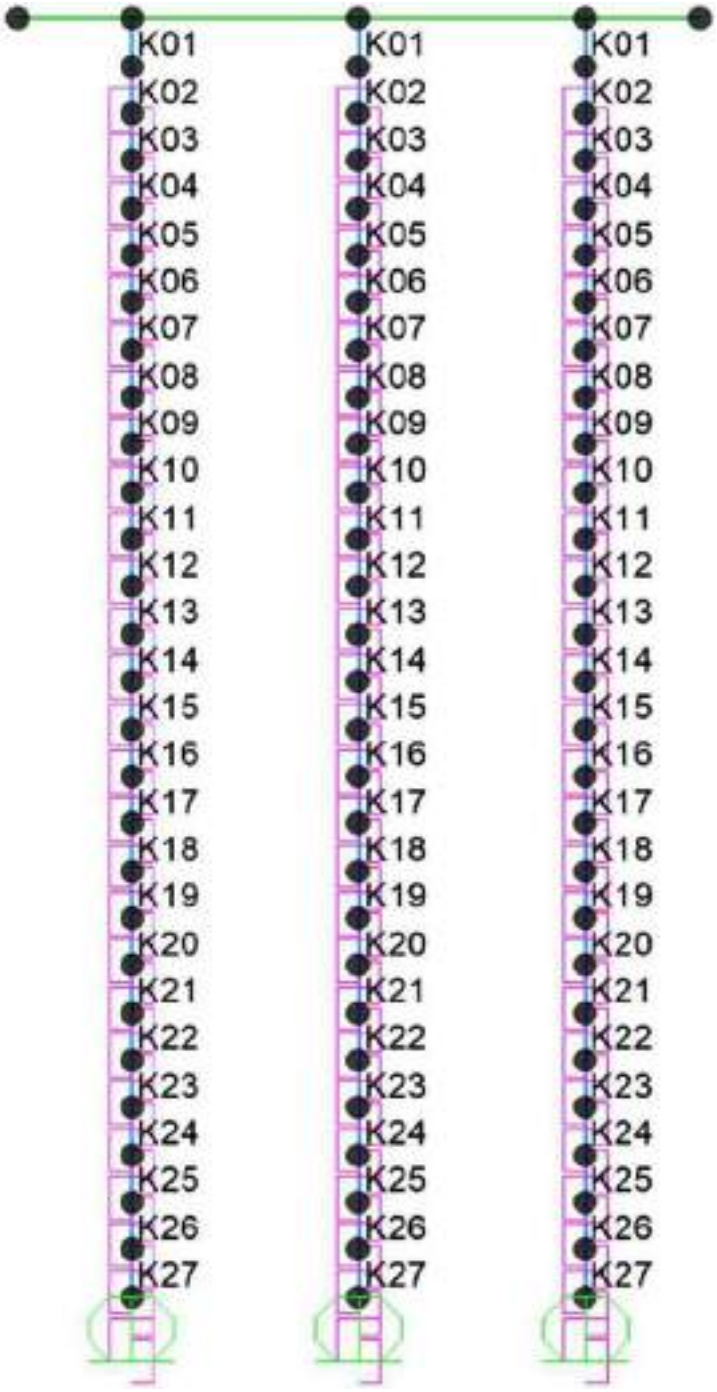


Figura 108.Asignación de link support y sus propiedades.

Tabla 85.Distribución de presiones sobre el elemento debido a la carga aferente.

ID.	Diámetro [m]	Profundidad [m]	Kh [KN/m^3]	Área Aferente [m^2]	Kh (KN/m)
K01	2	1	417	2	834
K02	2	2	833	2	1666
K03	2	3	1250	2	2500
K04	2	4	1667	2	3334
K05	2	5	2083	2	4166
K06	2	6	2500	2	5000
K07	2	7	2917	2	5834
K08	2	8	3333	2	6666
K09	2	9	3750	2	7500
K10	2	10	4167	2	8334
K11	2	11	4583	2	9166
K12	2	12	5000	2	10000
K13	2	13	32500	2	65000
K14	2	14	35000	2	70000
K15	2	15	37500	2	75000
K16	2	16	40000	2	80000
K17	2	17	70833	2	141666
K18	2	18	75000	2	150000
K19	2	19	79167	2	158334
K20	2	20	83333	2	166666
K21	2	21	140000	2	280000
K22	2	22	146667	2	293334
K23	2	23	153333	2	306666
K24	2	24	160000	2	320000
K25	2	25	208333	2	416666
K26	2	26	216667	2	433334
K27	2	27	225000	2	450000

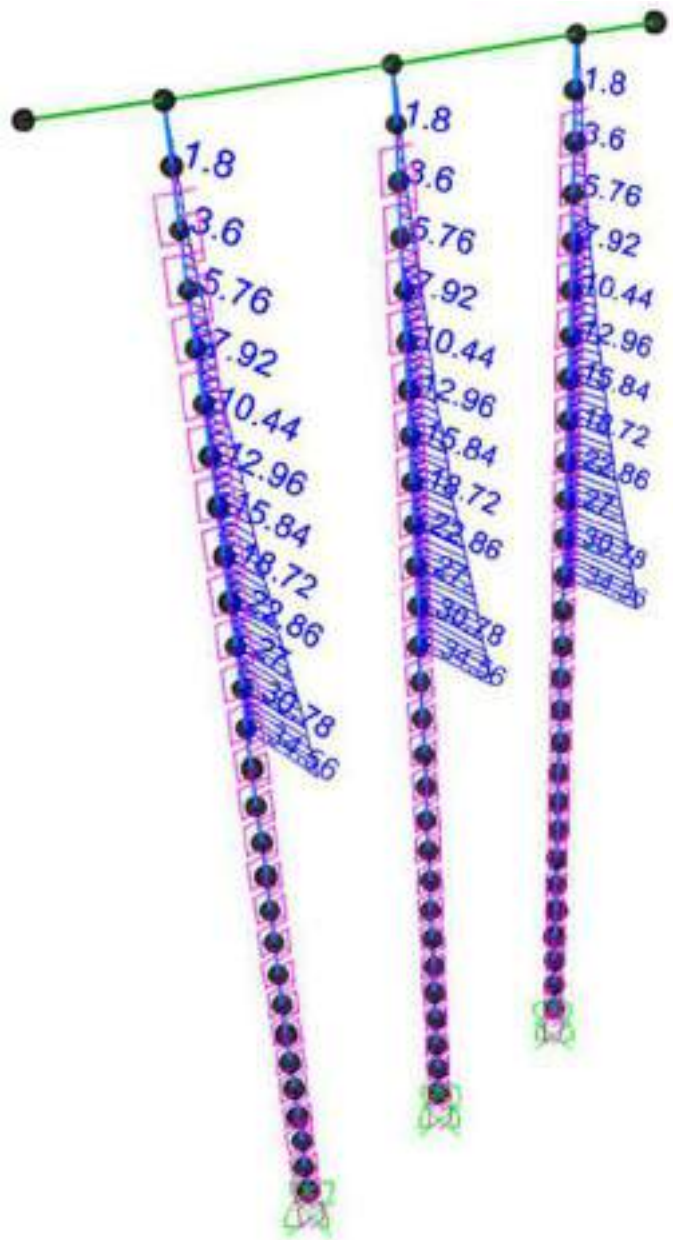


Figura 109.Presión de suelo (EH) (Kn/m2)



Figura 110.Carga de anclaje (Kn)

A continuación, se presenta el respectivo análisis y diseño para la viga cabezal considerado, según los modelos numéricos realizados, teniendo en cuenta las cargas actuantes.

8.3.3.1 Análisis y diseño

El análisis se ha realizado mediante un software de análisis y diseño estructural, en donde los cálculos realizados son todos del tipo elástico y lineal, como es habitual en proyectos de estructuras de hormigón.
Las cargas consideradas se describen en el apartado correspondiente de la presente memoria de cálculo y se han introducido como cargas uniformemente repartidas o puntuales sobre los elementos.
A continuación, se presenta el diseño realizado para la viga cabezal, teniendo en cuenta las combinaciones consideradas, en donde para obtener los efectos más críticos, se realizó una envolvente de las combinaciones de diseño.

- **Diseño de la viga cabezal**

A continuación, se presenta el diseño de la viga cabezal, donde se estableció el refuerzo mínimo tanto a flexión, mientras que para cortante se recomienda suministrar estribos de **1/2" cada 7.5 cm**.

Tabla 86. Diseño de la viga cabezal.

REFUERZO A FLEXION			
Mu	256.00 kN-m		
GEOMETRIA		PARAMETROS DE DISEÑO	
b	1.00 m	f'c	28.000 kN/m²
h	1.50 m	fy	420.000 kN/m²
r	0.075 m	φ	0.900
d	1.43 m	β1	0.85
DISEÑO			
As	58.00 cm²	γ1	1.00
a	0.102 m	γ2	0.00
c	0.120 m	γ3	0.67
		fr	3.28 Mpa
Mn	3,346.63 kN-m	fse	0.00 Mpa
		Sc	0.3750 m³
εt	0.039	Mcr	0.00 kN-m
φ	0.900	Snc	0.3750 m³
Mr	3011.97 kN-m	Mcr	1310.85 kN-m
Mr>1.33Mu	Mr>Mcr	O.K.	
SECCION CONTROLADA POR TRACCION			

- **Diseño de pilotes**

A continuación, se presenta la verificación de los pilotes de 120cm de diámetro. Cabe resaltar que el refuerzo de los pilotes se distribuye de la siguiente forma:

Tabla 87.Definición de sección de los pilotes.



Tabla 88.Definición de la sección de la viga cabezal.



De acuerdo a lo anterior, a continuación, se presenta la relación demanda – capacidad para los pilotes, cabe resaltar que esta relación está dada para la combinación que incluye efectos sísmicos, dado que es la más desfavorable.

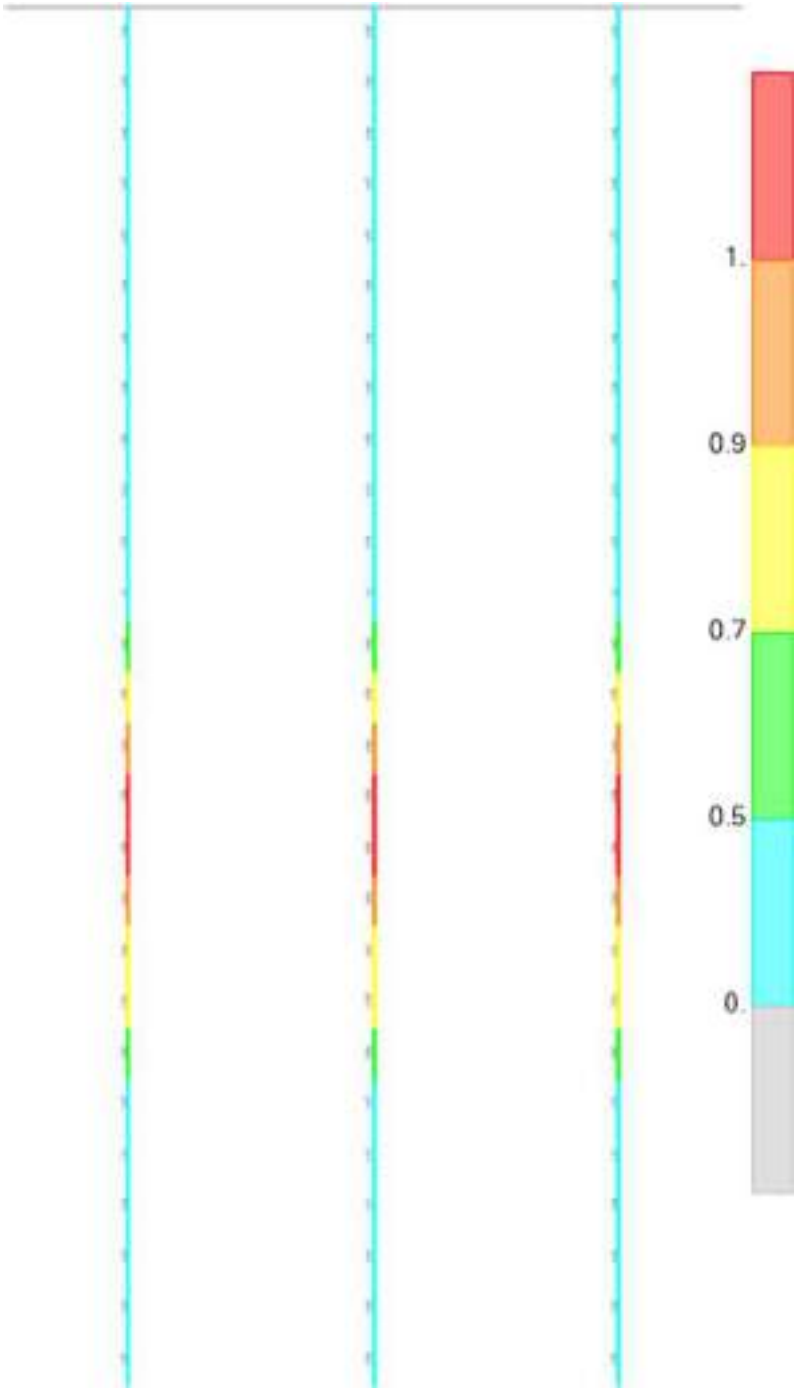


Figura 111.Diseño de pilotes – relación demanda / capacidad.

A continuación, se presenta el respectivo diseño a cortante de la sección transversal del pilote, donde se consideraron estribos de $\phi = 1/2"$, y el parámetro d_v se determinó como $0.9\ x\ d_e$, donde el parámetro se determinar cómo:

- **Viga cabezal – pilote (ϕ=2.00 m)**

Tabla 89.Diseño a cortante

$$d_e = \frac{D}{2} + \frac{D_r}{\pi} = \frac{2.00}{2} + \frac{1.79}{\pi} = 0.57m \ \therefore d_v = 1.41m$$

Mu	25000.00	KN-m	221250.00	Kip-in
Vu	7760.00	kN	1746.00	Kip
Nu	3340.00	kN	751.50	Kip
dv	1.414	m	55.65	in
as	19.00	mm	0.75	in
As	102.00	cm²	15.81	in²
Es	2.00E+08	KN/m	29000.00	kip/in²

n	1.61E-02
See	12.00 in
β	0.37
θ	85.42

CORTANTE EN UNA DIRECCION

ø	0.9	
β	0.37	
θ	85.42	
f'c	28	Mpa
Dc	2.00	m
dv	1.414	m
vc	0.16	Mpa
Vc	455.29	kN
Av	1.29	cm²
s	0.075	m
Vs	163.45	kN
Vp	0.00	kN
Vr	556.87	kN

$$V_{ld} = V_C + V_S + V_P$$

$$V_{s2} = 0.25 \times f_c' \times b_v \times d_e$$

$$V_C = 0.083 \times \beta \times \sqrt{f_c'} \times b_v \times d_v$$

$$V_r = \phi V_n$$

$$V_s = \frac{A_v \times f_y \times d_v \times \cot\theta}{s}$$

Por otro lado, se debe garantizar que el refuerzo de confinamiento de los pilotes debe ser:

$$\rho_s = 0.12 \times \frac{f_c'}{f_y} = 0.12 \times \frac{28MPa}{420MPa} = 0.008$$

Para el cumplimiento de este requisito se deberán considerar estribos de $ø = 1/2"$, en donde la cuantía suministrada es la que se presenta a continuación:

PILOTE (Ø=2.00); s=7.5cm $\rho_s = \frac{A_v \times (D_C - 2 \times r - de) \times 4}{s \times D_C^2} = 0.0005$

Por otro lado, se verifico la capacidad lateral del suelo, teniendo en cuenta la información suministrada por el estudio de suelos, en donde se pudo establecer que la resistencia del suelo no es superada, por lo tanto, se considera que el esquema establecido para la viga cabezal sobre pilotes es satisfactorio.

9. PLANES DE GESTIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL

9.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

9.1.1 Normatividad ambiental aplicable

Tabla 90.Normatividad Ambiental vigente

Normatividad Ambiental Vigente			
Normas Generales			
Norma	Numero	Fecha	Alcance
Ley	23	1973	Plantea la necesidad de proteger los recursos naturales renovables, fija límites mínimos de contaminación y establece sanciones por violación de las normas. Se faculta al Presidente de la República para expedir el Código de los Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente
Decreto-Ley	2811	1974	Código nacional de los recursos naturales renovables RNR y no renovables y de protección al medio ambiente. Regula el manejo de los RNR la defensa del ambiente y sus elementos.
Ley	09	1974	Código Sanitario Nacional, regula los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de los descargos de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente.
Decreto	1715	1978	Por el cual se reglamentan parcialmente el Decreto-Ley 2811 de 1974, la Ley 23 de 1973 y el Decreto- Ley 154 de 1976, en cuanto a protección del paisaje.
Constitución Política de Colombia	-	1991	El capítulo II recoge las disposiciones consignadas en la Constitución Política Colombiana respecto a la protección del medio ambiente, las cuales están encaminadas a la conservación y protección de los recursos naturales con el fin de garantizar la supervivencia de las generaciones futuras.
Ley	99	1993	La ley crea mecanismos para una estructuración de la legislación existente como es el Sistema Nacional

			Ambiental (SINA). Reglamenta lo referente a sus competencias y funciones y define la estructura del Ministerio y las Corporaciones, así como las fuentes y recursos económicos para el manejo y la recuperación del medio ambiente
Ley	388	1997	Ordenamiento Territorial Municipal y Distrital y Planes de Ordenamiento Territorial, que reglamenta los usos del suelo.
Ley	491	1999	Define el seguro ecológico y delitos contra los recursos naturales y el ambiente y se modifica el Código Penal
Ley	1333	2009	Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones.
Decreto	3930	2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
Decreto	3678	2010	Define los criterios que deben tener en cuenta las autoridades para imponer sanciones de tipo ambiental.
Decreto	2820	2010	Por el cual se reglamenta el Titulo VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
Ley	1454	2011	Por la cual se dictan normas orgánicas sobre ordenamiento territorial y se modifican otras disposiciones.
Ley	1444	2011	Por la cual se escinde y reorganiza el Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo territorial, convirtiéndose en el Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible.
Decreto	2041	2014	Por el cual se reglamenta el Titulo VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. (Compilado en Decreto Único Sector Ambiente 1076 /15)
Ley	2111	2021	El Congreso de la República expidió la ley mediante la cual se reemplazó y adoptó el nuevo Título XI del Libro II de la Ley 599 de 2000 (Código Penal), “De los

			delitos contra los recursos naturales y el medio ambiente".
Recurso Hídrico			
Decreto	2811	1974	Es el reglamento sobre aguas no marítimas, de recursos hidrobiológicos, de cuencas hidrográficas y de áreas de manejo especial.
Decreto	3930	Octubre de 2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo 11 del Título VI - Parte 11I - Libro 11 del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones" (Compilado en Decreto Único Sector Ambiente 1076 /15)
Decreto	4728	2010	Por el cual se modifica parcialmente el decreto 3930 de 2010 Articulo 35 Plan de Contingencia para el manejo de derrames de hidrocarburos o sustancias nocivas.
Residuos Sólidos			
Decreto Reglamentario	2462	1989	Reglamenta los procedimientos sobre explotación de materiales de construcción
Documento CONPES	2750	1994	Políticas sobre manejo de residuos sólidos
Decreto	1973	1995	Aprueba y reglamenta la vigencia del convenio 170 frente a la utilización de los productos químicos en el trabajo.
Ley	430	1998	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.
Decreto	1505	2003	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones
Decreto	4741	2005	Establece toda la reglamentación frente a la gestión integral para prevenir la generación de residuos o desechos peligrosos.
Ley	1259	2008	Creación e implementación el Comparendo Ambiental como instrumento de cultura ciudadana, sobre el adecuado manejo de residuos sólidos y

			escombros, previendo la afectación del medio ambiente y la salud pública
Resolución	1362	2007	Expide los requisitos y el procedimiento para realizar el registro de generadores de los residuos o desechos peligrosos en Colombia.
Ley	1252	2008	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones
Resolución	472	2017	Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos de construcción y demolición.
Resolución	2184	2019	Por el cual se reglamenta el nuevo código de colores para el manejo y separación de residuos en Colombia.
Flora			
Ley	2	1959	Reserva forestal y protección de suelos y agua
Decreto	877	Mayo 10/1976	Por el cual se señalan prioridades referentes a los diversos usos del recurso forestal, a su aprovechamiento y al otorgamiento de permisos y concesiones y se dictan otras disposiciones.
Decreto	2787	1980	Reglamenta parcialmente el Decreto Ley 2811 de 1974, aprovechamiento de bosques nacionales y compensación de los mismos
Ley	299	1995	Por la cual se protege la flora Colombiana
Resolución	192	2014	Por la cual se establece el listado de especies silvestres amenazadas de la biodiversidad biológica Colombiana que se encuentran en el territorio Nacional.
Aire			
Decreto	948	1995	Normas para la protección y control de la calidad del aire. (Compilado en Decreto Único Sector Ambiente 1076 /15)
Ley	769	2002	Expide el código nacional de tránsito. Art. 50 Condiciones mecánicas, ambientales y de seguridad. Art 51. Revisión periódica de los vehículos. Art 52. Primera revisión de los vehículos automotores.

			Art 103. Niveles permisibles de emisión de fuentes móviles. Art 104. Normas para dispositivos sonoros.
Resolución	910	2008	Reglamenta niveles permisibles de emisión de contaminantes por fuentes móviles terrestres en Colombia.
Ley	1383	2010	Reforma la Lay 769 de 2002 código nacional de tránsito.
Resolución	2254	2017	Norma de calidad del aire ambiente.
Ley	1972	2019	Reglamenta los niveles máximos permisibles para la emisión de contaminantes que den cumplir las fuentes móviles.
Ruido			
Decreto	948	1995	En relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.
Resolución	627	2006	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
Resolución	2154	2010	Por la cual se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones.
Materiales de Construcción			
Ley	685	2001	Por medio de la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones.
Ley	**1382**	**2010**	Por la cual se modifica la ley 685 de 2001 Código de Minas.
Campamentos			
Resolución	**2400**	**2010**	Por la cual se establecen las disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad industrial en establecimientos de trabajo. Esta resolución busca preservar y mantener la salud física y mental, prevenir accidentes y enfermedades profesionales, para lograr las mejores condiciones de higiene y bienestar de los trabajadores en las diferentes áreas en las que se realizan actividades de obra o actividades conexas con la misma.
Plan de manejo de tráfico			

Resolución	1050	**2004**	Por medio de la cual se adopta el Manual de Señalización Vial – Dispositivos para la regulación de Tránsito en calles, carreteras y ciclo rutas de Colombia.
Resolución	2800	2005	Por la cual se establecen unas medidas de tránsito vehicular tendientes a garantizar la movilidad en las vías del país.
DECRETO UNICO REGLAMENTARIO SECTOR AMBIENTE			
Decreto	1076	2015	Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible
Legislación Internacional adoptada por Colombia			
Convenio sobre el comercio internacional de especies amenazadas: fauna y flora silvestre. Washington, 1973			

9.1.2 Descripción de actividades

En este sector se plantean las siguientes obras de mitigación:

- Pantalla de pilotes prebarrenados, de 2.0m de diámetro y 27.0m de longitud, unidos por una viga cabezal.

- Construcción de anclajes activos de 30 metros de longitud sobre los taludes expuestos, con separación vertical y horizontal de 2.0 metros.

- Como medida de control de erosión para evitar que se sigan aumentando los problemas de inestabilidad, se recomienda el uso de un sistema de muros anclados

- Con el fin de disminuir la probabilidad de ascensos de los niveles freáticos en el área en estudio, se recomienda la construcción de drenes de penetración de 30 metros de longitud, en la parte baja del proyecto con un espaciamiento de 6.0m horizontalmente.

- Para el manejo de las aguas de escorrentía directa, se proponen zanjas de coronación y estructuras de disipación de energía

9.1.3 Definición del área de influencia

El área de influencia comprende el espacio territorial y social donde se van a realizar las principales actividades constructivas y donde se darán los principales impactos positivos y negativos asociados a las obras definidas para el proyecto.

9.1.4 Área de influencia directa

El área de influencia directa se encuentra ubicada dentro del barrio Miramanga, ubicado sobre la vía cúcuta (Cra 55), con calle 18ª.



Fotografía 16.Área de influencia directa.

9.1.5 Área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta corresponde al barrio miramanga, morrorico y la vía nacional que conduce de Bucaramanga a Cúcuta.



Figura 112. Área de influencia indirecta.
FUENTE: https://lupap.com/

9.1.6 Caracterización ambiental del área de influencia directa

9.1.6.1 Caracterización del Medio Abiótico

9.1.6.1.1 Climatología

El estudio climatológico de los Cerros Orientales se basa en datos históricos de varias estaciones meteorológicas de la región, como la Universidad Industrial de Santander, Vivero Suratá, Llano Grande, Aeropuerto Palonegro, entre otras. Donde se analizan diferentes parámetros climáticos, incluyendo la precipitación, la temperatura, la humedad relativa, el brillo solar, la nubosidad, la velocidad del viento y la evaporación del tanque.

En relación a la precipitación, se ha observado que el promedio anual varía entre 700 y 1485mm en las estaciones analizadas, con meses destacados como marzo, abril, mayo, septiembre, octubre y noviembre. El régimen de lluvias muestra dos períodos de mayor intensidad durante el año.

En cuanto a la temperatura, se ha encontrado que la temperatura media multianual varía entre 8.5 y 25.1°C, con los meses más cálidos siendo de febrero a mayo, y los más fríos de octubre a diciembre. Se observa una variación mensual de temperatura de aproximadamente 0.6 a 1.9°C.

Estos datos climáticos proporcionan información importante sobre el clima de los Cerros Orientales, permitiendo comprender las condiciones ambientales en la región. Sin embargo, es importante tener en cuenta que esta información se basa en datos históricos y puede haber variaciones en las condiciones climáticas actuales.

9.1.6.2 Caracterización del medio biótico

9.1.6.2.1 Fauna cerros orientales

La zona de los cerros orientales de Bucaramanga, se han identificado un total de 761 especies de vertebrados. Las aves representan el 62% de estas especies, con 473 especies destacadas como la Cucu ardilla, el Copetón, el Turpial Amarillo y el Colibrí thalassinus, entre otros.

Los mamíferos constituyen el 20% de las especies, siendo los murciélagos la categoría más numerosa con 72 especies registradas.

Los roedores representan el 30% de las especies de mamíferos, seguidos por los carnívoros con el 17%.

En cuanto a los reptiles, se han encontrado 92 especies, lo que equivale al 12% del total de vertebrados en la zona de estudio.

Los anfibios son el grupo de menor número, con un total de 43 especies, principalmente ranas y sapos, con 41 especies distintas.

En cuanto a la temperatura, se ha encontrado que la temperatura media multianual varía entre 8.5 y 25.1°C, con los meses más cálidos siendo de febrero a mayo, y los más fríos de octubre a diciembre. Se observa una variación mensual de temperatura de aproximadamente 0.6 a 1.9°C.

Estos datos climáticos proporcionan información importante sobre el clima de los Cerros Orientales, permitiendo comprender las condiciones ambientales en la región. Sin embargo, es importante tener en cuenta que esta información se basa en datos históricos y puede haber variaciones en las condiciones climáticas actuales.

9.1.6.2.2 Fauna área de estudio



Fotografía 17.Cobertura del área de estudio.

La conectividad del área de estudio con el corredor biológico de los cerros orientales se encuentra fragmentada por la construcción de la vía nacional a Cúcuta, sin embargo, la riqueza faunística sigue presente de acuerdo con la información de los habitantes, encontrando algunos ejemplares de zariguellas, iguanas, pequeños reptiles como anolis y gekos. También es muy común la presencia de avifauna como el carpintero, el turpial, el copetón, el cardenal, el cucu ardilla y búhos.



Fotografía 18.Conexión del área de estudio con la vegetación de los cerros orientales.

9.1.6.2.3 Flora

El estudio de los Cerros Orientales revela información relevante sobre las diferentes coberturas y flora presentes en la zona. Se identificaron distintas unidades y prácticas agrícolas, entre ellas los cultivos transitorios y pastos (CT) utilizados para el cultivo de lechuga, fríjol, habichuela, cilantro, repollo, tomate y pimentón, así como pastos como brachiaria decumbens, pasto guineo, elefante y estrella africana.

Por otro lado, se encontraron bosques fragmentados (Bs) con una baja densidad de árboles con un diámetro mayor o igual a 2.5 cm, indicando un desarrollo reducido. Los géneros más comunes en estos bosques son Persea, Miconia, Cecropia, Ficus e Inga, y las familias más relevantes son Lauráceas, Euphorbiaceas y Melastomatáceas.

Además, se identificaron bosques ligeramente fragmentados (BS1) con una baja densidad de árboles grandes pero una alta densidad de árboles pequeños. Los géneros más comunes en estos bosques son Piper y Monstera, y las familias más importantes son Aráceas, Asteráceas y Pteridáceas. Estos bosques representan remanentes secundarios en mejor estado de conservación en los Cerros Orientales.

En términos de importancia social y ecológica, los Cerros Orientales han sido utilizados históricamente para la extracción de productos y la actividad agrícola y ganadera. También desempeñan un papel crucial en la conservación de fuentes de agua, albergando especies vegetales valiosas y actuando como reserva genética.

Se debe tener en cuenta que el área del proyecto está en lindes de una arteria principal de comunicación vial. Por lo que el área anteriormente mencionada no se verá directamente afectada por el proyecto.

Actualmente se adelantan por parte de la CDMB la actualización del DRMI para esta zona.

- **Especies presentes en el área de estudio**

El sitio de estudio se observa una vegetación conformada por gramíneas de porte bajo y arboles aislados como; Pasto Estrella *(Cynodon nlemfuensis*), Pasto elefante (*Pennisetum purpureum),* Cítricos *(Citrus sp*), Aguacate (*Persea americana),* Yarumo *(Cecropia peltata*), *bambú (Bambusa vulgaris)*, Guayacán Rosado *(Tabebuia rosea),* Curo Macho *(Persea caerulea*) algunos establecidos por la comunidad y otros como continuidad de la vegetación propia de los cerros.

9.1.6.3 Caracterización del medio socioeconómico

Economía del sector depende de negocios pequeños, restaurantes, cafeterías, a estar al borde de vía principal hay negocios relacionados con el sector automotriz, es común que en las comunas se encuentren actividades económicas informales, como vendedores ambulantes, pequeños negocios familiares o emprendimientos locales. Estas actividades pueden desempeñar un papel importante en la economía local.

En cuanto a salud y educación el barrio no cuenta con hospital, pero si centro de salud e instituciones educativas cercanas.

- **Infraestructura**

En cuanto a infraestructura la alcaldía de Bucaramanga adelanta desde el año 2022 obras de andenes y pasamanos, así mismo obras internas en instituciones educativas del sector.

El desequilibrio espacial en Bucaramanga, especialmente en los barrios de la periferia, se debe a la presencia de asentamientos informales en zonas no aptas para la construcción, como áreas boscosas de protección. Esto ha llevado a la pérdida de cobertura vegetal, la desarticulación de la trama urbana, deficiencias en la infraestructura vial, falta de espacios públicos y riesgos de deslizamientos.

En la comuna 14. Se busca frenar y mitigar el impacto ambiental que estos asentamientos están generando, promoviendo la recuperación del paisaje y aprovechando las fortalezas de ubicación, clima, vistas y ambiente del sector.

En cuanto a planificación urbana se deben integrar los asentamientos informales de manera planificada y sostenible, considerando los riesgos ambientales y garantizando la accesibilidad y conectividad con el resto de la ciudad.

En infraestructura y servicios básicos si bien la mayoría tiene acceso se debe mejorar la infraestructura vial y la red peatonal para garantizar la movilidad segura y eficiente. Asimismo, asegurar el acceso adecuado a servicios básicos como agua potable, saneamiento y energía.
Espacios públicos y áreas verdes es necesario diseñar y desarrollar áreas públicas adecuadas para el esparcimiento y la recreación de los residentes, incluyendo parques, plazas y espacios de encuentro comunitario.

Gestión de riesgos y prevención de desastres se deben implementar medidas de mitigación de riesgos para reducir la vulnerabilidad ante deslizamientos u otros eventos naturales adversos, como sistemas de alerta temprana, monitoreo de la estabilidad del suelo y construcción resistente, pues como se mencionó anteriormente esta zona es propensa a este tipo de eventos.

Así mismo se debe fomentar la participación activa de la comunidad en la toma de decisiones y la implementación de las acciones ambientales, promoviendo la conciencia ambiental y el sentido de pertenencia.

En resumen, en esta zona de la comuna 14 de Bucaramanga busca lograr una intervención integral que promueva la recuperación ambiental, la planificación urbana sostenible, la mejora de la infraestructura y los servicios básicos, la creación de espacios públicos, la gestión de riesgos y la participación comunitaria.

9.1.6.4 Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales

Para el desarrollo de las obras de mitigación propuestas se requiere el aprovechamiento de los siguientes recursos y permisos ambientales:

Tabla 91. Identificación de permisos requeridos.

RECURSO	TRÁMITE, DOCUMENTO O PERMISO REQUERIDO
AGUA	Provisional o disponibilidad Acueducto de Bucaramanga
MATERIALES DE CANTERA	Solicitar licencia de extracción a las canteras utilizadas para la compra de agregados minerales.
APROVECHAMIENTO FORESTAL	Se requiere realizar inventario forestal y permiso de las especies forestales con DAP mayor a 10 cm que se encuentran en el área de intervención.
DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS Y RCD	Relleno Sanitario para residuos no aprovechables, gestores autorizados para residuos aprovechables y peligrosos.
DISPOSICIÓN DE RCD	Permisos ambientales de gestores autorizados para manejo de RCD.

9.1.7 Evaluación ambiental

9.1.7.1 Descripción de actividades e identificación de impactos ambientales

A continuación, se relacionan de manera general las actividades que se consideran de mayor relevancia del proceso constructivo y que serán objeto de identificación y valoración de impactos.

9.1.7.2 Descripción de Actividades y Aspectos ambientales asociados

Tabla 92. Listado de actividades y aspectos ambientales

	ACTIVIDADES	ASPECTOS AMBIENTALES
1	Pantalla de pilotes prebarrenados	Remoción de vegetación Remoción capa orgánica del suelo Remoción del suelo Consumo de agua Consumo de materiales Generación de residuos Generación de RCD Construcción de campamentos Ocupación de espacio público y vías de circulación. Presencia de personal en el sector
2	Construcción de anclajes activos.	Remoción de vegetación Remoción capa orgánica del suelo Remoción del suelo Consumo de agua Consumo de materiales Generación de residuos Generación de RCD Construcción de campamentos Ocupación de espacio publico y vías de circulación. Presencia de personal en el sector Operación de maquinaria y equipo
3	Aplicación de concreto lanzado sobre el talud.	Consumo de agua Consumo de materiales Generación de residuos Generación de RCD Endurecimiento de superficies

4	Construcción de drenes de penetración	Consumo de materiales Generación de residuos Generación de RCD
5	Construcción de zanjas de coronación y estructuras de disipación de energía.	Consumo de materiales Generación de residuos Generación de RCD

9.1.7.3 Relación de componentes ambientales y posibles impactos con proyecto

Tabla 93. Listado de impactos ambientales a evaluarse por componente

MEDIO	COMPONENTES/ ELEMENTOS	IMPACTOS
ABIÓTICO	AGUAS SUPERFICIALES	Alteración de la capacidad de transporte del agua
	ATMOSFÉRICO	Alteración de la calidad del aire por gases y material particulado
		Alteración de los niveles de ruido
	SUELOS, GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo
		Alteración del suelo orgánico o agrológico
		Contaminación por generación de residuos y RCD
	PAISAJE	Alteración del paisaje
BIÓTICO	FAUNA Y FLORA	Variación de la cobertura vegetal
		Desplazamiento de especies
SOCIOECONÓMICO	CULTURAL	Alteración de patrones culturales
		Intervención del patrimonio arqueológico histórico o arquitectónico
	ECONÓMICO	Modificación del nivel de ingresos de la población
		Variación del presupuesto de la región
		Cambio en la oferta laboral
		Alteración del valor de la propiedad
	ESPACIAL	Alteración de infraestructura existente

		Variación en la cobertura y calidad de servicios públicos
		Variación en el volumen del tránsito vehicular
	POLITICO - ORGANIZATIVO	Fortalecimiento institucional y comunitario
		Generación de expectativas en la comunidad

9.1.7.4 Metodología para la evaluación ambiental

De acuerdo con las actividades inherentes a la construcción de los diseños presentados y en base en la caracterización ambiental del área de influencia, se realizará la identificación y posterior evaluación de impactos ambientales.

Dentro del análisis previo se han descrito las actividades a realizar junto con los aspectos ambientales asociados, posteriormente se re incluido la identificación y posterior valoración de los posibles impactos ambientales involucrados en los componentes físicos, bióticos y sociales, que se presentan por la ejecución del proyecto, y así determinar los recursos más afectados para posteriormente establecer las medias de manejo ambiental de aquellas actividades generadoras de alteraciones al medio natural.

La metodología de calificación de impactos ambientales es subjetiva, ya que se basa en la valoración dada por el profesional ambiental basado en su conocimiento y en la caracterización ambiental del área de estudio, sin embargo permite traducir o transformar, esta valoración subjetiva, en una valoración numérica, que permita interrelacionar los factores de cada impacto y obtener una calificación final de la Importancia Ambiental del impacto, con la que se puede identificar qué impacto tiene más relevancia y que actividad genera mayores impactos sobre cada uno de los componentes ambientales.

A continuación, se detalla una metodología de LAGO PEREZ LAZARO, simple y que abarca los aspectos ambientales de evaluación. Esta metodología, a diferencia de la matriz de Leopold, del sistema de Batelle y otras, cuantifica los impactos ambientales del proyecto por medio de cálculos, medidas y estimaciones, propiciando una identificación de las actividades o acciones que se realizarán durante las distintas fases de ejecución del proyecto, susceptibles de provocar impactos4.

[4] *LAGO PÉREZ, Lázaro,* Metodología general para la evaluación de impacto ambiental de proyectos, Cap. 3: Línea Base Ambiental para Proyectos de Obra o Actividad. Pág. 8-18

Para el análisis de los diferentes aspectos ambientales se utilizó la secuencia **ACTIVIDAD–ASPECTO–IMPACTO** de acuerdo con las siguientes definiciones:

- **ACTIVIDAD:** Cada una de las acciones, procesos, operaciones o labores requeridas que se llevan a cabo en las distintas fases establecidas para el proyecto.

- **ASPECTO:** Proceso del componente físico, biótico o socioeconómico, que es activado, suspendido o modificado por alguna de las actividades desarrolladas en el proyecto.

- **IMPACTO:** Es el cambio neto, que puede ser benéfico o perjudicial, sobre el medio ambiente biofísico o socioeconómico, generado por actividades desarrolladas en el proyecto.

Una vez identificados los aspectos ambientales más relevantes de cada grupo de actividades se procedió a identificar sus posibles impactos dependiendo del recurso aprovechado o utilizado.

9.1.7.4.1 Determinación de la importancia ambiental de los impactos ambientales identificados.

Se aplicó la secuencia ACTIVIDAD – ASPECTO – IMPACTO, para la identificación de los impactos ambientales asociados al proyecto.

Partiendo de dicha secuencia, se evaluaron los impactos ambientales mediante el calculó del "Índice de Importancia Ambiental (I.I.A.)", que se obtiene a partir de la valoración de los siguientes parámetros:

- **Carácter**

Define el sentido del cambio producido por una acción del proyecto sobre el ambiente. Puede ser positivo cuando el impacto produce un efecto benéfico o negativo cuando el impacto produce un efecto perjudicial.

- **Reversibilidad (Re)**

Define si los cambios provocados por alguna actividad del proyecto sobre el medio pueden ser corregidos o recuperados espontáneamente por la naturaleza o el hombre.

- **Probabilidad de ocurrencia (Pr)**

Califica la posibilidad que se genere un impacto. Este parámetro se califica entre 0,3 y 1,0, dentro de los rangos definidos en la siguiente Tabla:

Tabla 94. Rango de probabilidad (Pr).

RANGO	CALIFICACIÓN
Cierto	1,0
Muy Probable	0,8
Probable	0,5
Poco Probable	0,3

- **Desarrollo (De)**

Califica el tiempo en que el impacto se desarrolla completamente, es decir, como evoluciona el impacto desde que se origina hasta que se manifiestan sus consecuencias. El Desarrollo se califica según la siguiente Tabla.

Tabla 95. Rango de Desarrollo (De).

RANGO		CALIFICACIÓN
Muy Rápido	(D<mes)	1,0
Rápido	(entre 1 y 6 meses)	0,8
Medio	(entre 6 y 12 meses)	0,6
Lento	(entre 12 y 24 meses)	0,4
Muy Lento	(D>24 meses)	0,2

- **Permanencia (Pe)**

Califica el período y existencia del impacto, y sus consecuencias, independiente de toda acción de mitigación o corrección. La calificación se hace de acuerdo con el rango establecido en la siguiente Tabla:

Tabla 96. Rango de Permanencia (Pe).

RANGO		CALIFICACIÓN
Permanente	(>10 años)	10
Larga	(entre 3 y 10 años)	8

RANGO		CALIFICACIÓN
Media	(entre 1 y 3 años)	6
Corta	(entre 3 y 12 meses)	4
Muy Corta	(<3 mes)	2

- **Magnitud (M)**

Califica la dimensión del cambio ambiental producido sobre un determinado recurso del ambiente. Para calificar esta variable se utiliza la combinación de dos variables: la gravedad - Gr y la cobertura – Co como se observa a continuación.

Tabla 97. Valores de Gravedad (Gr).

RANGO	CALIFICACIÓN
Grave	7
Significativo	5
Medio	3
Poco significativo	1

Tabla 98. Valores de Cobertura(Co).

RANGO	CALIFICACIÓN
Regional	3
Local	2
Puntual	1

El resultado de la suma aritmética de la Gravedad y la Cobertura constituye el valor relativo de la magnitud, que se expresa en términos cualitativos según la Tabla.

Tabla 99. Valores de Magnitud(M).

RANGO	CALIFICACIÓN
Muy Alta	9-10
Alta	7-8
Medio	4-6
Bajo	1-3

Índice de Importancia Ambiental (I.I.A.): Es el resultado final que se obtiene al integrar las anteriores variables mediante la siguiente formula:

I.I.A. = Pr { a (De * M) + b (Pe) }

Donde a = 0.6 y b = 0.4, coeficientes de ponderación.

La calificación obtenida puede oscilar entre 1 y 10, y de acuerdo con el resultado obtenido el impacto se clasifica, así:

Tabla 100. Rango del Índice de Importancia Ambiental.

RANGO	CALIFICACIÓN	COLOR
Muy Alta	9 –10	MUY ALTO
Alta	7 – 8.9	ALTO
Media Alta	5.9 - 6.9	MEDIO ALTO
Media Baja	4 – 5.9	MEDIO
Baja	1 – 3.9	BAJO

La valoración se realiza con el fin de transformar una opinión subjetiva, basada en la caracterización ambiental, en un número cuya interpretación permite establecer la importancia o significancia del impacto.

9.1.7.5 Matriz de evaluación de impactos ambientales

A continuación, se adjunta la matriz de impactos ambientales de acuerdo con cada una de las etapas diseñadas para el proyecto.

ACTIVIDAD	MEDIO	COMPONENTE	IMPACTOS	CARÁCTER	Re	Pr	De	Pe	Gr	Co	M	De * M	IIA	IMPORTANCIA
OBRAS DE MITIGACION BARRIO MIRAMANGA -Pantalla de pilotes prebarrenado Unidos por una viga cabezal. Construcción de anclajes activos - Aplicación de concreto lanzado sobre talud - Construcción de drenes de penetración - Construcción de zanjas de coronación y estructura de disipación de energia.	ABIOTICO	ATMOSFERICO	Alteración de la calidad del aire por gases y material particulado	NEGATIVO	R	1	0,8	4	3	2	5	4	4	MEDIO
			Alteración de los niveles de ruido	NEGATIVO	R	1	0,8	4	3	2	5	4	4	MEDIO
		PAISAJE	Alteración del paisaje	NEGATIVO	R	1	0,8	10	5	2	7	5,6	7,36	ALTA
		SUELOS, GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo	POSITIVO	I	0,8	0,8	8	5	2	7	5,6	5,248	MEDIO
			Alteración del suelo orgánico o agrológico	NEGATIVO	I	0,8	0,8	10	3	2	5	4	5,12	MEDIO
	BIOTICO	FAUNA FLORA	Variación de la cobertura vegetal	NEGATIVO	I	1	0,8	10	5	2	7	5,6	7,36	ALTA
			Cambio en la dinámica de comunidades faunisticas	NEGATIVO	R	0,3	0,8	4	1	2	3	2,4	0,912	BAJA
	SOCIOECONOMICO	ECONOMICO	Alteración del valor de la propiedad	POSITIVO	R	0,8	0,8	8	5	2	7	5,6	5,248	MEDIO
		CULTURAL	Alteración de patrones culturales	NEGATIVO	R	0,5	0,8	4	1	2	3	2,4	1,52	BAJA
		ESPACIAL	Alteración de infraestructura existente	NEGATIVO	I	1	0,8	10	5	2	7	5,6	7,36	ALTA
			Variación en el volumen del tránsito vehicular	NEGATIVO	R	0,8	0,8	4	5	2	7	5,6	3,968	BAJO
		POLITICO - ORGANIZATIVO	Fortalecimiento institucional y comunitario	POSITIVO	R	1	0,8	10	5	2	7	5,6	7,36	ALTA
			Generación de expectativas en la comunidad	NEGATIVO	R	0,5	0,8	4	3	2	5	4	2	BAJA

9.1.7.6 Análisis de impactos

Del total de impactos identificados para las actividades del proyecto el 77% son negativos y el 23% son positivos.

Los impactos positivos están asociados al componente suelo y al componente socioeconómico, ya que las obras mejoraran las condiciones de estabilidad del suelo, alterando sus características, pero mejorando las condiciones de seguridad.

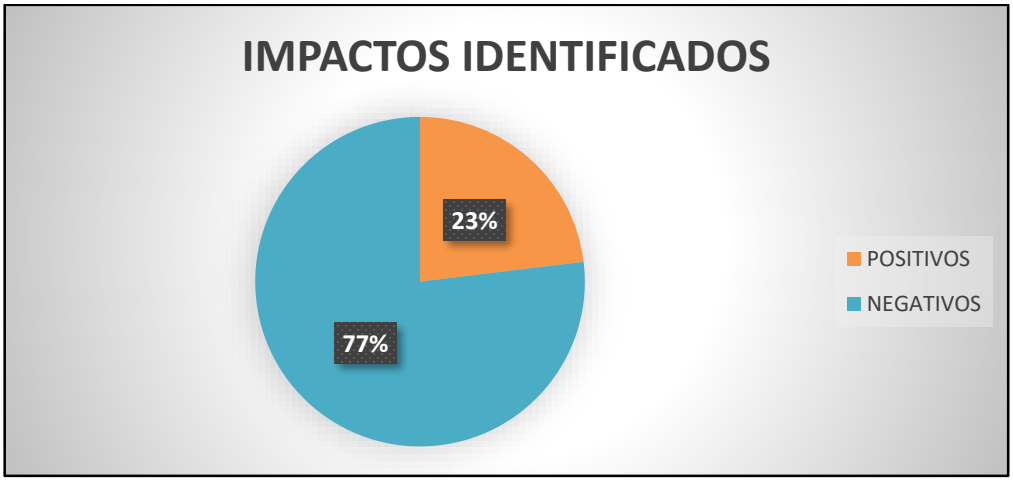


Figura 113.Impactos identificados.

Dentro de los impactos de importancia alta se encuentran la alteración del paisaje, la afectación a la cobertura vegetal, la alteración de la infraestructura existente y positivo se encuentra el fortalecimiento institucional y comunitario asociado a obras de mitigación realizadas por el municipio.

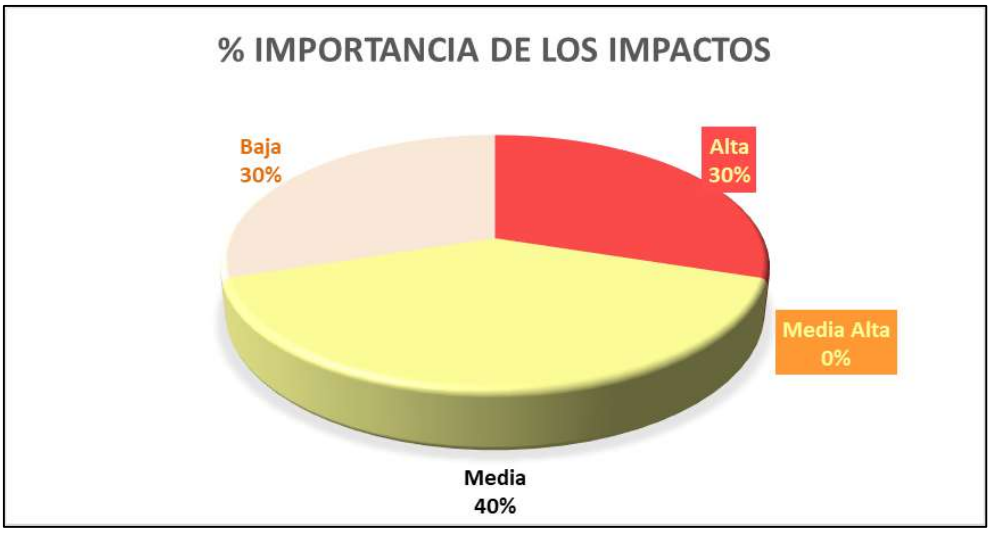


Figura 114.Importancia de los impactos.

9.1.8 Programas de manejo ambiental

Se formula el siguiente plan de manejo ambiental a partir del análisis efectuado en la identificación y evaluación de impactos ambientales, cuya base es la descripción, el análisis y el reconocimiento del área de influencia directa, información contenida en la Línea Base Ambiental del presente documento.

Los programas de manejo ambiental contienen las medidas de manejo necesarias para prevenir, mitigar, controlar, proteger o compensar los posibles impactos identificados y tiene como fin brindar herramientas para la ejecución del proyecto

El Plan de Manejo Ambiental tiene como objetivo brindar las herramientas necesarias para el buen manejo de los elementos constituyentes del medio físico, biótico y socioeconómico, durante el desarrollo de las actividades definidas para el proyecto.

Estos programas deberán ser objeto de seguimiento por un profesional del área ambiental y se deberá informar a la entidad contratante sobre los resultados de la implementación y efectividad de los mismos.

A continuación, se presentan las fichas de manejo aplicables a las diferentes etapas del proyecto y zonas de intervención.

Tabla 101. Listado de programación de manejo Ambiental.

CÓDIGO	NOMBRE DEL PROGRAMA
P-1	MANEJO AMBIENTAL DE LA COBERTURA VEGETAL Y ACTIVIDADES DE DESCAPOTE Y LIMPIEZA
P- 2	MANEJO DE EXCAVACIONES, RELLENOS Y AFIRMADOS
P-3	MANEJO Y TRANSPORTE DE ESCOMBROS, MATERIALES SUELTOS Y AGREGADOS MINERALES
P-4	MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS Y RCD
P-5	MANEJO AMBIENTAL DE INSTALACIONES PROVISIONALES
P-6	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL Y AISLAMIENTO DEL ÁREA DE CONSTRUCCIÓN.
P-7	CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS Y RUIDO
P-8	MANEJO DE VEHÍCULOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS
P-9	EDUCACIÓN, INDUCCIÓN DE PERSONAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
P-10	INTERVENTORÍA Y MONITOREO AMBIENTAL
P-11	INFORMACIÓN Y PARTICIPACIÓN COMUNITARIA

9.1.8.1 Desarrollo de los programas de manejo ambiental

A continuación, se presenta cada uno de los programas con las actividades que se propone ejecutar.

Cada programa tiene establecidos objetivos y metas que permiten evaluar la eficiencia del mismo, además se establecen los tipos de medidas hacia los cuales se encuentran encaminadas las acciones del programa, tales medidas son las siguientes:

- Medidas de compensación: Son las acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos.

- Medidas de corrección: Son las acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por el proyecto, obra o actividad.

- Medidas de mitigación: Son las acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente.

- Medidas de prevención: Son las acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que pueda generar un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente.

La evaluación de la efectividad de las medidas se deberá realizar con la medición mensual del cumplimiento de los metas establecidos en cada programa.

Tabla 102. Evaluación de efectividad PMA-1

PMA - 1	**MANEJO AMBIENTAL DE LA COBERTURA VEGETAL Y ACTIVIDADES DE DESCAPOTE Y LIMPIEZA**
Mediante este programa se busca garantizar la protección de la vegetación existente en el área del proyecto y establecer medidas de control cuando se requiera su intervención.	
Objetivos Controlar los impactos que ocasiona el proyecto durante su construcción por la intervención directa al recurso forestal. Establecer un procedimiento adecuado para la remoción y manejo de la vegetación existente.	Metas Realizar únicamente la intervención del componente forestal autorizado o requerido. Realizar el 100% de las podas y cortes con técnicas adecuadas. Proteger el 100% la vegetación adyacente a los sitios de trabajo. Disponer adecuadamente el 100% de los residuos generados en las actividades de remoción vegetal.
Impacto a controlar Alteración del paisaje. Perdida de especies nativas o endémicas. Alteración de los procesos de erosión del terreno por pérdida de cobertura vegetal.	Tipo de Medida Prevención Mitigación
DESARROLLO DEL PROGRAMA	
1. Identificación forestal de las zonas de intervención. Se realizó la identificación de las coberturas vegetales presentes en el sitio. Ver anexo 2 Según la metodología CORINE (Coordination of Information on the Environmental) Land Cover adaptada para el país, *El área de estudio se encuentra en la unidad de cobertura; Tejido urbano continuo Son espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más de80% de la superficie del terreno. La vegetación y el suelo*	

desnudo representan una baja proporción del área del tejido urbano. La superficie de la unidad debe ser superior a cinco hectáreas.

Se evidencian especies con DAP superiores a 10 cm, por lo cual se recomienda la realización de inventario forestal previo.

Para la realización de las obras es requerido realizar el inventario forestal y respectivo trámite de aprovechamiento forestal de árboles aislados.

2. Componente Biótico

El área de intervención es una zona completamente intervenida antrópicamente, por tal razón no se formula un programa para el manejo de fauna, sin embargo se debe realizar una revisión previa de los árboles y las áreas con el fin de descartar presencia de nidos, madrigueras o fauna en general.
Es muy común que en el área de intervención se puedan encontrar animales domésticos, que de igual forma deben protegerse durante el desarrollo de las obras y realizarse el ahuyentamiento respectivo.

3. Disposición de residuos vegetales

Disponer el material vegetal de manera adecuada, en las escombreras autorizadas que se relacionan en el programa de manejo integral de residuos sólidos y RCD.

Los productos de tala podrán ser donados a la comunidad para usos domésticos. Para ello se deberá contar con un acta de donación como soporte de esta disposición.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades de construcción y se mantendrá hasta su terminación.	En el área de obras de mitigación del barrio Miramanga.
RESPONSABLES	
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental	

Tabla 103. Evaluación de efectividad PMA-2

PMA - 2	**MANEJO DE EXCAVACIONES**
Con este programa se busca garantizar la estabilidad y la seguridad en las excavaciones o perfilamiento de taludes realizadas en el proyecto.	
Objetivo Prevenir la ocurrencia de derrumbes en el proyecto. Manipular correctamente los equipos y maquinaria para evitar de esta forma accidentes en el proyecto.	**Metas** # De derrumbes ocurridos durante las obras = 0 # de accidentes ocurridos durante las excavaciones = 0 Numero de frentes de obra cumpliendo con las medidas de manejo ambiental = 100%
Impactos a controlar Activación de procesos erosivos o derrumbes. Alteración de la calidad del aire Alteración de suelo orgánico	**Tipo de Medida** Prevención Corrección
DESARROLLO DEL PROGRAMA	
Las actividades de perfilado y excavación deben estar diseñadas de tal forma que se garantice la estabilidad del área intervenida, estas actividades se realizaran con la supervisión técnica de un profesional en seguridad y salud en el trabajo. De ser requerido se deberán establecer medidas activas de protección del talud ya sea mediante la ubicación de plástico grueso o chafarreo de zonas de riesgo. En el caso que se evidencie algún problema de inestabilidad se procederá a implementar medidas correctivas requeridas y la recuperación morfológica correspondiente. Los materiales excavados deberán ser ubicados en sitios de almacenamiento temporal, con una distancia mínima de 1.5 metros del borde de la excavación.	

Si se requiere el establecimiento de sitios de acopio temporales de material de excavación estos deberán ubicarse en sitios desprovistos de vegetación y cubrirse adecuadamente para evitar su dispersión. Se deberá ubicar adecuadas barreras de protección en la base del talud para evitar el desplazamiento de material hacia la vía nacional. Se debe contar con señalización apropiada y permanente en las áreas intervenidas. No se podrá disponer materiales sobre vías, senderos peatonales o zonas verdes.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades de excavación hasta la estabilización definitiva.	En el área de obras de mitigación del barrio Miramanga.
RESPONSABLES	
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental	

Tabla 104. Evaluación de efectividad PMA-3

PMA – 3	**MANEJO Y TRANSPORTE DE ESCOMBROS, MATERIALES SUELTOS Y AGREGADOS MINERALES Y RCD.**
Este programa busca establecer mecanismos que conduzcan a lograr adecuadas condiciones de almacenamiento, transporte y manejo de escombros y materiales sueltos para la construcción, derivados de las actividades del Proyecto.	
Objetivo Realizar un adecuado manejo, transporte y disposición final de los escombros y excedentes de excavación producidos en las actividades del proyecto.	**Metas** Evitar las emisiones de material particulado. Disponer el total de los escombros y materiales en sitios autorizados. Evitar la ocupación de áreas no permitidas por la disposición inadecuada de escombros.
Impactos a controlar Afectación a la comunidad Alteración de la calidad del suelo Alteración de la calidad del aire Deterioro del paisaje por inadecuada disposición de residuos de excavación y escombros.	**Tipo de Medida** Prevención Corrección

DESARROLLO DEL PROGRAMA

1. **Adquisición de materiales**

Los agregados minerales deben provenir de los sitios debidamente avalados, con sus permisos y licencias ambientales y mineras vigentes.

2. **Almacenamiento de Materiales de construcción**

Los materiales de construcción ubicados dentro del frente de trabajo o almacenados temporalmente en los sitios aprobados para tal fin deben permanecer perfectamente demarcados y cubiertos.

Todo material de construcción depositado a cielo abierto en los frentes de obra y que no pueda ser utilizado durante la jornada laboral permanecerá debidamente demarcado, cubierto y señalizado.

Los sitios de almacenamiento temporal deberán estar alejados de escorrentías, canaletas, obras hidráulicas y deberán estar protegidos para evitar el arrastre con el agua superficial.

Los materiales no deben ubicarse sobre zonas peatonales o predios privados sin previo permiso.

3. Medidas para el transporte de materiales

Asegurar que los vehículos que transportan escombros tengan los platones o carrocerías adecuados para asegurar que la carga quede contenida en su totalidad, evitando perdidas de material durante el traslado.

Se debe tener presente que al cargar la volqueta el material no debe sobrepasar el nivel de enrase del volco para evitar así el derrame de materiales.

Es obligatorio cubrir la carga transportada con el fin de evitar dispersión de la misma o emisiones fugitivas, la cobertura debe caer sobre el contenedor 30 cm a partir del borde superior del platón vehículo.

El contenedor o platón debe estar constituido por una estructura continua que en su contorno no contenga roturas, perforaciones, ranuras o espacios.

Se deberá garantizar medidas de protección para evitar que el material de corte se desplace a zonas verdes.

En caso de presentarse algún derrame accidental de concreto o algún material, éste deberá recogerse de forma inmediata.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio Miramanga.
RESPONSABLES	
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental	

Tabla 105. Evaluación de efectividad PMA-4

PMA - 4	**MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y RCD**
En la etapa de construcción es necesario contar con un programa para clasificar, almacenar correctamente, reutilizar, reciclar y disponer adecuadamente los residuos sólidos generados y material sobrante de la obra, con el fin de prevenir, controlar o mitigar los efectos adversos que puedan generarse como: contaminación del agua y suelo, generación de olores, vectores y roedores, generación de lixiviados, contaminación visual.	
Objetivo Garantizar la recolección, almacenamiento y disposición final de los residuos sólidos generados en el campamento y en las instalaciones provisionales de la obra. Establecer e implementar un programa de separación, manejo, transporte y disposición final para todos los residuos sólidos generados en el proyecto que tienda a minimizar la generación de residuos y promover medidas de reciclaje.	**Metas** Mantener condiciones adecuadas de orden y aseo en la obra. Gestionar adecuadamente todos los residuos generados. Contar con el 100% de las certificaciones de disposición de residuos generados durante la ejecución de las obras.
Impacto a controlar Proliferación de roedores y vectores Generación de olores ofensivos. Contaminación del suelo Problemas paisajísticos Contaminación del agua	**Tipo de Medida** Prevención Mitigación
DESARROLLO DEL PROGRAMA **1. Clasificar y reducir en la fuente.** Todos los residuos generados deberán disponerse de forma adecuada y realizarse su separación preferiblemente en el sitio de generación. Se ubicarán puntos de acopio de residuos en cada uno de los frentes de trabajo de acuerdo con el código de colores establecido mediante la resolución 2184 de 2019.	

Se debe garantizar la separación de aquellos materiales RCD que son susceptibles de aprovechamiento. De acuerdo con la resolución 472 de 2017.

De acuerdo con las características del proyecto los residuos más comunes podrían ubicarse de la siguiente forma:

Se marcarán los recipientes así:

A. Residuos ordinarios o comunes (Color negro). Dentro de este recipiente se ubicarán todos los residuos de tipo ordinario que no representan valor comercial tales como: Residuos de alimentos, papel y plástico contaminados con alimentos, icopor papel aluminio, papeles sanitarios entre otros.
B. Reciclaje de vidrio, papel y cartón. (color blanco). Dentro de este recipiente se ubicarán aquellos residuos de cartón provenientes de los empaques de los insumos del proyecto, papel de oficinas, envases de vidrio entre otros materiales reciclables.
C. Residuos Orgánicos aprovechables. (Color verde).



Imagen 6. Código de colores, manejo de residuos

D. Residuos Peligrosos (Color Rojo): Los residuos de tipo peligroso tales como envases o elementos contaminados con combustibles, residuos de enfermería, pegantes u otros insumos que hayan tenido con sustancias químicas peligrosas deberán disponerse en este tipo de color. Así como los elementos contaminados con combustibles y sustancias químicas.

E. Los RCD que puedan generarse tales como chatarra, sobrantes de excavación y escombros deberán manejarse de manera separada en los sitios de generación.

2. Almacenamiento

Los recipientes para el almacenamiento de residuos deben ser apropiados para la cantidad de residuos a generar, deben ser lavables y de fácil manipulación.

Los puntos ecológicos deben estar ubicados en sitios cubiertos del sol y la lluvia o en su defecto con una tapa protectora y ubicarse lo más cerca posible de los sitios de generación.

Todas las canecas utilizadas deberán contar con bolsas de colores de acuerdo con el tipo de color del recipiente.

Los residuos de tipo reciclable y ordinario se almacenarán en bolsas plásticas, en un sitio cubierto del sol y la lluvia y alejado de los cuerpos de agua, y en sitios que permitan controlar la presencia de roedores el tiempo de permanencia en la obra no superará las 24 horas.

3. Disposición final —reutilización, reciclaje y tratamiento—.

Previo al inicio de las actividades se deberán conocer las empresas en encargadas en la zona de la recolección de **residuos no aprovechables**, los horarios de recolección de residuos y realizar acuerdos con la empresa de aseo para la entrega de los residuos generados durante las obras.

Los residuos aprovechables que puedan generarse, como cartón, PET, PVC deberán entregarse a un gestor autorizado.

Los residuos peligrosos deberán ser entregados a un gestor autorizado del municipio y se deberán anexara los informes los certificados de esta disposición.

Para la disposición de los escombros y material sobrante, en el área metropolitana se cuenta actualmente con las siguientes escombreras autorizadas:

- Escombrera “Rancho Grande”, ubicada en el Km 2 Vía Piedecuesta – Bogotá antiguo INTRA, en el municipio de Piedecuesta. Autorizado mediante Radicado CDMB 11581 de 2009.

- Escombrera “El Parque”, ubicada en la escarpa del costado sur occidental de la meseta de Bucaramanga sobre la calle 104 del Barrio Porvenir de la ciudad de Bucaramanga. Autorizado mediante Radicado CDMB 11877 de 2013.

- Escombrera Cemex Suratá, ubicada en el Km4 de la vía al mar desde el municipio de Bucaramanga. Autorizado mediante Radicado CDMB 12235 de 2020.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio Miramanga Áreas de Campamentos.

RESPONSABLES

Ing. Residente de obra. Profesional ambiental
Trabajadores vinculados al proyecto

Tabla 106. Evaluación de efectividad PMA-5

PMA - 5	**MANEJO AMBIENTAL DE CAMPAMENTOS E INSTALACIONES PROVISIONALES**

La implementación de este programa permite que el proyecto cuente con sitios adecuados para el aseo personal, consumo de alimentos y cambio de ropa de los trabajadores; oficinas de obra y sitios para almacenamiento de materiales necesarios para el desarrollo de las actividades propias de construcción.

Objetivo:	**Metas**
Minimizar el impacto ambiental durante la adecuación, instalación y funcionamiento del campamento e instalaciones provisionales.	Asegurar que la totalidad de las aguas residuales generadas sean gestionadas adecuadamente. Dotar la obra de instalaciones provisionales para el personal.

Impacto a controlar	**Tipo de Medida**
- Alteración del paisaje. - Alteración de la capa orgánica y contaminación de suelos. - Generación de olores.	Prevención Control

DESARROLLO DEL PROGRAMA

1. Instalación de campamento

Se deberá contar con un campamento de obra con condiciones adecuadas para que el personal guarde sus pertenencias, donde puedan consumir sus alimentos y contar con un espacio para el descanso.

Se deberá contar con servicio de agua para la hidratación y la higiene de manos.

Se deberá contar con instalaciones sanitarias portátiles suficientes para el personal presente en el proyecto o garantizar la disponibilidad de uso en una oficina o bodega cercana los frentes de trabajo, lo importante es que se encuentre conectada a la red de alcantarillado del municipio.

Se debe realizar un adecuado control de los residuos líquidos que se generan en el proyecto, por ningún motivo se podrán disponer sobre el espacio público, sumideros o zonas verdes.

El campamento deberá contar con los elementos mínimos para la atención de emergencias los cuales se describen en el programa de educación, inducción y seguridad industrial.

Al finalizar las obras se deberán desmantelar todas las instalaciones provisionales que se hayan establecido en el sitio del proyecto.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio Miramanga. Campamentos.
RESPONSABLES	
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental	

Tabla 107. Evaluación de efectividad PMA-6

PMA - 6	**SEÑALIZACIÓN TEMPORAL Y AISLAMIENTO DEL ÁREA DE CONSTRUCCIÓN**
Este programa comprende la implementación de medidas encaminadas a garantizar la adecuada demarcación e información de las actividades a desarrollar durante la construcción, con el fin de brindar seguridad e integridad física de los trabajadores, visitantes y comunidad del municipio para evitar en lo posible la ocurrencia de accidentes y alteraciones a los flujos peatonales y vehiculares.	
Objetivo Garantizar una adecuada señalización y aislamiento del área de construcción.	**Metas** Aislar el 100% del área de construcción y garantizar la restricción de entrada y salida de personal no autorizado. Instalación de las señales requeridas en el desarrollo de la obra. Cero accidentes interno y externo que puedan ser atribuibles a deficiencias en la señalización.
Impacto a controlar Alteración del flujo peatonal y vehicular Alteración del entorno paisajístico Incomodidades a la comunidad Riesgos de ocurrencia de accidentes	**Tipo de Medida** Prevención Control
DESARROLLO DEL PROGRAMA	
Se deberá contar con señalización adecuada en el área del proyecto, con el fin de prevenir el acceso de personal no autorizado a sitios de obra y proteger a la comunidad vecina de cualquier contingencia. Durante la ocupación de la vía nacional, se deberá contar con señalización preventiva vial, de acuerdo con lo establecido Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte – Resolución 1050 de 2004. La señalización tanto peatonal como vehicular en el desarrollo de las actividades del barrio Miramanga debe ser estricta, debido al alto flujo vehicular y peatonal**.** La señalización instalada deberá retirarse una vez finalicen las actividades de obra.	

Deberá instalarse protección de sumideros, alcantarillas y demás elementos que puedan saturarse o afectarse con sedimentos el desarrollo de las obras. Garantizar siempre que la maquinaria cuente siempre con un auxiliar de tráfico para sus desplazamientos.	
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio Miramanga.
RESPONSABLES	
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental	

Tabla 108. Evaluación de efectividad PMA-7

PMA - 7	**CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS Y RUIDO**
Este programa comprende todas aquellas medidas que permitan impedir o controlar las emisiones de gases de combustión, material particulado, polvo y ruido.	
Objetivo Establecer las medidas necesarias para prevenir y mitigar la alteración de la calidad del aire y ruido debido a fuentes fijas y fuentes móviles, durante las etapas de obras preliminares y construcción del proyecto. Establecer medidas para el control de olores ofensivos.	**Metas** Mantener controladas las fuentes de emisiones y ruido del proyecto, de tal forma que no se registren quejas y reclamos por parte de la entidad contratante. Reducir los riesgos sobre la salud de los trabajadores Mitigar los efectos del proyecto sobre la calidad del aire derivadas del movimiento de tierra y maquinaria. Minimizar la generación de ruido por acción de la operación de maquinaria y equipo.
Impacto a controlar Molestias a la comunidad Alteración de la calidad del aire Generación de ruido	**Tipo de Medida** Prevención Mitigación
DESARROLLO DEL PROGRAMA	
1. Manejo y control del material particulado Es muy importante para el desarrollo de este programa asegurar el adecuado aislamiento de las áreas de construcción. Asegurar el control al almacenamiento y cubrimiento de materiales sueltos y escombros con plástico. Seguimiento al humedecimiento periódico de las áreas o focos que puedan generar emisión de material particulado en exceso (excavación, traslado de materiales, traslado de escombros, aseo, entre otras).	

Asegurar que los vehículos involucrados en el proyecto cuenten con revisión tecnicomecanica vigente y se le realicen mantenimientos preventivos.

Si se requiere el uso de volquetas estas deberán cubrir adecuadamente la carga transportada de acuerdo a lo establecido en el programa para el manejo y transporte de materiales de construcción y demolición.

2. Control del ruido

Garantizar el uso de elementos de protección auditiva para los trabajadores del proyecto en las actividades que sea necesario. (uso de taladros, maquinaria y equipo).

Las actividades generadoras de altos niveles de ruido deberán desarrollarse en horarios adecuados diurnos, suspendiendo actividades durante las horas de descanso, con el fin de evitar molestias a la comunidad.

De requerirse jornadas extendidas de trabajo se deberá tramitar el respectivo permiso con la entidad territorial (alcaldía) y socializar las actividades con la comunidad vecina a las obras.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio Miramanga.
RESPONSABLES	
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental	

Tabla 109. Evaluación de efectividad PMA-8

PMA - 8	**MANEJO AMBIENTAL DE VEHÍCULOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS**
Este programa busca garantizar que la maquinaria y vehículos vinculados al proyecto cumplan con la normatividad ambiental y se incorporen sin causar mayor deterioro en el área de influencia del proyecto.	
Objetivo Establecer los requerimientos y procedimientos para el manejo de los vehículos, maquinarias y equipos de construcción que presten sus servicios al proyecto, cumpliendo con las normas ambientales y de transporte.	**Metas** Realizar mantenimiento preventivo - rutinario a toda la maquinaria, equipos y vehículos (cada 200 horas aproximadamente según horómetro) Cumplir el 100% de las medidas ambientales establecidas para minimizar los impactos ambientales en la operación de los vehículos maquinarías y equipos.
Impacto a controlar Alteración de la calidad del aire por gases y material particulado. - Alteración de los niveles de ruido.	**Tipo de Medida** Prevención
DESARROLLO DEL PROGRAMA	

1. Documentos del vehículo y estado general:

En el proyecto solo se contratarán vehículos que tengan actualizados los Certificados de Revisión Técnico Mecánica y el Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito, SOAT.

Previo al inicio de una maniobra u operación, el Residente Ambiental y de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional verificará el estado de mantenimiento y conservación de los vehículos, la maquinaria y equipo destinado para atender las actividades de construcción, ordenando, si es del caso, su retiro del área de trabajo, al encontrar una novedad que no se le pueda dar solución en el sitio.

2. Capacitación de los conductores:

Se verificará constantemente las competencias de los conductores y operadores de los vehículos, maquinaria y equipos, a su ingreso, revisando que tengan la Licencia de Conducción vigente o los Certificados de Idoneidad, según el caso.

Los conductores deberán hacer parte de las charlas de manejo ambiental programadas.

3. Manejo de combustibles

El mantenimiento a la maquinaria debe hacerse en centros autorizados (cambio de aceite y limpieza de filtros) de acuerdo al modelo y a sus necesidades de mantenimiento, según el trabajo de la misma o según el cronograma de mantenimiento de cada máquina.

Si se almacenan combustibles en el sitio de trabajo se deberá contar con un kit para atención de derrames, y deberá estar cerca de las zonas de abastecimiento de combustible.

El abastecimiento de combustibles deberá realizarse con ayudas mecánicas para evitar derrames accidentales.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio Miramanga.
RESPONSABLES	
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental	

Tabla 110. Evaluación de efectividad PMA-9

PMA – 9	**EDUCACIÓN, INDUCCIÓN DE PERSONAL Y SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**
Este programa se constituye como una herramienta para lograr un desarrollo del proyecto evitando los accidentes de trabajo, de igual forma es de vital importancia las capacitaciones al personal de la obra en los temas de manejo ambiental con el fin de concientizar y promover el cuidado al medio ambiente y la efectiva aplicación de los programas de manejo ambiental.	
Objetivos Minimizar los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales, brindado al personal de obra y a la comunidad en general un ambiente seguro; basados en la normatividad de riesgos profesionales vigente. Promover en los operarios el interés por el cuidado del medio ambiente	**Metas** Mantener las condiciones de vida y de salud de todos los trabajadores y mantenerlo en su más alto nivel de eficiencia, bienestar físico, mental y social. Minimizar la ocurrencia de accidentes leves, cero accidentes mortales y cero accidentes graves Proteger a las personas que visitan la zona de influencia del proyecto al igual que todos los trabajadores. Mitigar y controlar los impactos negativos al medio ambiente.
Impacto que controlar Afectación de la salud del personal de la obra por ocurrencia de accidentes de trabajo o enfermedades profesionales. Afectación de la salud de la comunidad que reside o transita por el sector.	**Tipo de Medida** Prevención
1. Capacitación de personal Todo el personal del proyecto deberá recibir charla de inducción donde se socialice el contenido de los programas del plan de manejo ambiental. De forma periódica se deberán realizar charlas sobre los siguientes temas propuestos: - Normas generales de conducta dentro del proyecto. - Manejo de la fauna silvestre en la zona del proyecto.	

- Leyes normativas sobre protección de fauna y las sanciones existentes para quienes las infrinjan.
- Manejo integral de residuos sólidos.
- Manejo ambiental de campamentos e instalaciones provisionales
- Orden y aseo.
- Capacitaciones diarias en temas de seguridad y salud en el trabajo.

Se deberán tratar como mínimo 2 temas de capacitación mensual.

2. Seguridad y salud en el trabajo

Se deberá contar con un programa de Seguridad y Salud en el trabajo para la ejecución del proyecto.

Se deberá contar en el proyecto con un profesional en el área de seguridad y Salud en el trabajo que realice inspecciones planeadas que permitan garantizar la seguridad y salud de los trabajadores.

Se deberá contar con los elementos de atención de emergencias. (Extintor, camilla y botiquín). Elementos que deben ser adecuados y suficientes de acuerdo al número de personas y campamentos.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio Miramanga.
RESPONSABLES	
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental	

Tabla 111. Evaluación de efectividad PMA-10

PMA – 10	**INTERVENTORÍA Y MONITOREO AMBIENTAL**
Este programa tiene como finalidad principal, darles estricto cumplimiento a los programas definidos en el Plan de Manejo Ambiental.	
Objetivo Controlar y garantizar el cumplimiento de los lineamientos ambientales establecidos, para mitigar, compensar y prevenir los impactos ambientales negativos que se puedan generar durante en la construcción del proyecto.	**Metas** Dar cumplimiento a los programas establecidos en el plan de manejo ambiental. Establecer un seguimiento y control ambiental durante todas las etapas del proyecto.
DESARROLLO DEL PROGRAMA	

1. Seguimiento por parte de personal idóneo

Se recomienda contar con un profesional en el área de la ingeniería ambiental para la ejecución y seguimiento de los programas establecidos en el presente Plan de Manejo Ambiental.

El personal responsable deberá encargarse del estricto cumplimiento de las medidas de manejo establecidas en los programas y cumplir con las siguientes actividades propuestas:

- Efectuar comprobaciones, chequeos, inspecciones para verificar la ejecución de los programas.
- Consignar las observaciones en una bitácora o libro de obra sobre las actividades realizadas.
- Verificar el cumplimiento de los correctivos, compromisos y responsabilidades que surjan de la Autoridad Ambiental o la entidad contratante.

- Verificar la eficiencia y eficacia de los diferentes programas para el adecuado manejo ambiental de obras civiles, y en caso necesario llevar a cabo las correcciones necesarias.

- Consignar en la bitácora las actividades realizadas, las inconsistencias de tipo ambiental que se detecten, solicitando las oportunas reparaciones y correcciones, según el caso.

- Constatar las sugerencias, inquietudes y reclamos relacionados con los asuntos ambientales formulados por los empleados y trabajadores, por la comunidad en general, por la Autoridad Ambiental, o demás Autoridades, dejando constancia de ellas en la bitácora.

- Realizar la medición de cada uno de los indicadores sugeridos en los programas de manejo.

- Verificar el cumplimiento de la compensación solicitada dentro del permiso de aprovechamiento forestal.

- El profesional ambiental deberá emitir los informes mensuales sobre el avance de la implementación de los programas de manejo ambiental.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio Miramanga.
RESPONSABLES	
Profesional ambiental.	

Tabla 112. Evaluación de efectividad PMA-11

PMA – 11	**INFORMACIÓN Y PARTICIPACIÓN COMUNITARIA**
Este programa se realiza con el objetivo de involucrar de manera positiva a las comunidades del área de influencia del proyecto, con el fin de lograr el desarrollo del proyecto en armonía con las comunidades.	
Objetivo Mantener informada la comunidad sobre el tipo de obras a ejecutar y sus impactos a la comunidad y al área de influencia. Realizar una identificación de los aspectos sociales del área del proyecto, con el fin de establecer actividades de manejo para disminuir las afectaciones al área de influencia directa.	**Metas** Quejas y reclamos asociados al proyecto: 0 Actividades programadas con la comunidad / actividades ejecutadas con la comunidad * 100 = 100% Dar respuesta efectiva al 100% de quejas y reclamos interpuestos por las autoridades y comunidades del área de influencia. Actas de vecindad requeridas y ejecutadas al 100%
DESARROLLO DEL PROGRAMA	
1. Actas de vecindad Se deberán realizar las actas de vecindad y obtener los permisos requeridos por los propietarios de los predios a intervenir y los cercanos a ellos. Estas actas deben ser firmadas por sus propietarios o por quien este autorice de manera formal. En el barrio miramanga se identifican varios predios colindantes a las áreas de intervención en los que deben revisarse sus condiciones y realizarse actas de vecindad con cada uno de ellos. **2. Información a la comunidad**	

Se deberá realizar una reunión de inicio del proyecto con la comunidad, donde se presenten las fases, la organización de las obras y las afectaciones y medidas de control y mitigación que se van a implementar. Se debe informar a la comunidad sobre los mecanismos para la presentación de peticiones quejas y reclamos asociados con las obras, así como la forma de atención de los mismos, de acuerdo a lo que se determine ya sea en horarios de atención física, a través de correos electrónicos o líneas telefónicas. Lo importante es que exista un medio de comunicación para la comunidad y los líderes comunales.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio Miramanga.

RESPONSABLES
Ing. Residente de obra. Profesional social o ambiental.

9.2 PLAN DE MANEJO DE TRANSITO

9.2.1 Tipo de obra

Este proyecto pretende realizar obras de mitigación puesto que se presentó un deslizamiento de tipo rotacional, retrogresivo, de gran magnitud que afecto un área aproximada de 2 hectáreas. Este deslizamiento se activó en la reciente ola invernal y se presume que el aumento de las lluvias y posibles daños en las redes de servicios públicos pudieron generar una saturación de los rellenos antrópicos, que fueron conformados sobre la superficie del antiguo depósito coluvial.

En este sector se realizarán las siguientes obras de mitigación:

- Pantalla de pilotes prebarrenados, de 2.0m de diámetro y 27.0m de longitud, unidos por una viga cabezal.

- Construcción de anclajes activos de 30 metros de longitud sobre los taludes expuestos, con separación vertical y horizontal de 2.0 metros.

- Como medida de control de erosión para evitar que se sigan aumentando los problemas de inestabilidad, se recomienda el uso de un sistema de muros anclados

- Con el fin de disminuir la probabilidad de ascensos de los niveles freáticos en el área en estudio, se recomienda la construcción de drenes de penetración de 30 metros de longitud, en la parte baja del proyecto con un espaciamiento de 6.0m horizontalmente.

- Para el manejo de las aguas de escorrentía directa, se proponen zanjas de coronación y estructuras de disipación de energía

9.2.2 Tiempo de Ejecución

El tiempo de ejecución del proyecto es de diez (10) meses, contados desde la fecha establecida mediante la orden de inicio impartida por la entidad contratante.

Ver documento adjunto – Cronograma de Obra

Horario de trabajo: de 7:00 am a 05:00 pm de lunes a viernes y sábados de 07:00 am a 12:00 pm

9.2.3 Equipo a emplear

En esta etapa de construcción del proyecto se empleará la siguiente maquinaria, las cuales tendrán inspecciones permanentes para verificar el cumplimiento de la señalización, transporte de materiales, entre otras, dando cumplimiento al Código Nacional de Tránsito.

Tabla 113.Relación de maquinaria
Fuente: Elaboración propia.

HERRAMIENTAS Y EQUIPOS MÍNIMOS PARA OBRA CIVIL		
DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD
Volquetas	Capacidad mínima de 6 metros cúbicos	3
Mezcladora Concreto	Capacidad Mínimo de un (01) bulto	3
Vibrador de Concreto	Eléctrico tipo agua	3
Retroexcavadora	Automática	1
Compactador Manual tipo rana	Compactador manual (saltarín) peso operación mayor 52 (Kg).	3
Martillo demoledor	Demoledor hexagonal mínimo 30 Jis	3
Pulidora	Manual de 7 a 9 pulgadas	6

9.2.4 Características de la zona de influencia

9.2.4.1 Zona de Influencia

De acuerdo con los lineamientos establecidos en el Manual de Señalización en su capítulo 4, Numeral 4.7, relacionado con planes de manejo de tráfico, la zona de influencia para obras de interferencia alta como lo es este proyecto.
A partir de la anterior consideración y de acuerdo con las características de la vialidad y los usos del suelo predominantes (Residencial 4).

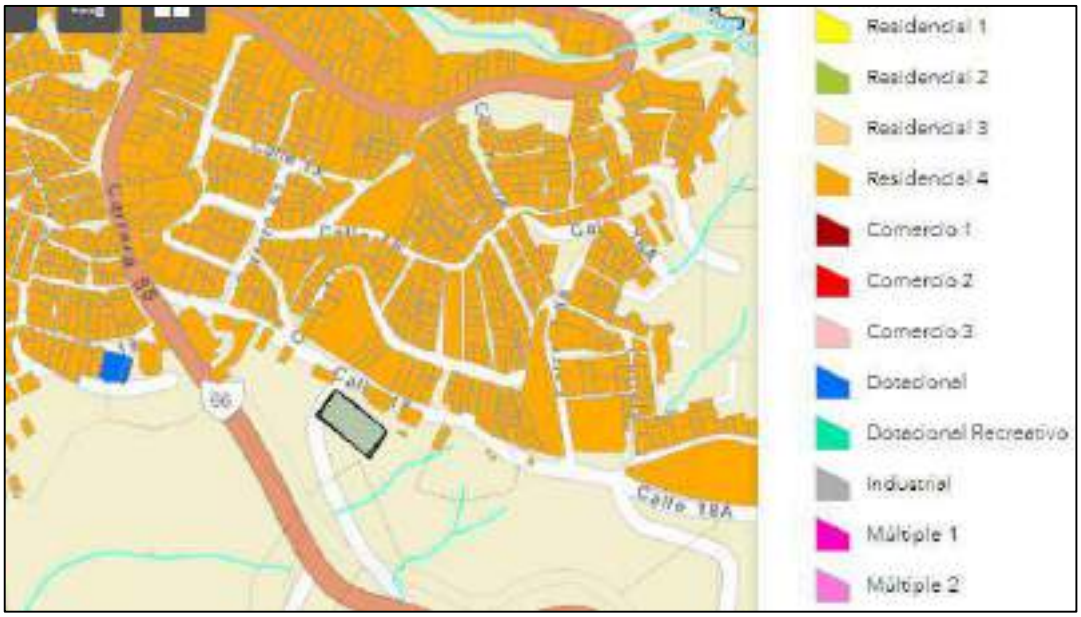


Figura 115.Área de influencia del Proyecto.
Fuente: POT ONLINE.

Tabla 114.Usos del suelo por sector.
Fuente: Elaboración propia.

ID	DIRECCIÓN	USO DEL SUELO								
		R1	R2	R3	R4	C1	C2	C3	M1	D
1	KM 2 vía Bucaramanga - Pamplona				X					

9.2.4.2 Normas de ordenamiento territorial

De acuerdo con el Plan de Ordenamiento territorial de Bucaramanga tenemos que el área objeto de la intervención del proyecto, corresponde a los siguientes subsistemas normativos.

De acuerdo con el Plan de Ordenamiento territorial de Bucaramanga tenemos que el área objeto de la intervención del proyecto, corresponde a los siguientes subsistemas normativos.

- **Subsistemas de Infraestructura vial**



Figura 116.U1 Subsistema de infraestructura Vial.
Fuente: POT 2da generación Bucaramanga.

El proyecto se encuentra generalmente en vía de orden Primaria como lo es la carrera 55, KM 2 vía Bucaramanga - Pamplona.

Tabla 115.Tipología vial por sectores.
Fuente: Elaboración propia.

ID	DIRECCIÓN	Red Local Nivel 2	Red Local Nivel 1	Arteria Terciaria	Arteria secundaria	Arteria Primaria
1	Carrera 55 - KM 2 vía Bucaramanga - Pamplona					**X**

9.2.4.3 Sitios especiales de Influencia

En el área de influencia descrita se ubican lugares que por su actividad afectan de manera particular la movilidad del sector.

- **Inventario de sitios especiales sobre zona de influencia**

En la zona de influencia se encuentran locales comerciales y viviendas residenciales, los cuales generan conflictos por el manejo de los peatones los cuales hacen referencia a estudiantes y visitantes, también cuenta con un número importante de vehículos que transitan por los diferentes sectores.

Tabla 116.Sitios especiales
Fuente: Elaboración propia.

ID	DIRECCIÓN	Sitios Especiales
1	Km 2 vía Bucaramanga – Pamplona	**Ferretería Miramanga, Centro familiar de adoración de Morrorico, Iglesia nuestra señora de la candelaria**

9.2.4.4 Señalización existente y sentidos viales

Debido al tipo de proyecto, no se pudo establecer un inventario de todas las señales existentes; sin embargo, se aclara que toda señal vertical que implique el desmonte

con el fin de realizar las adecuaciones en los andenes, debe ser nuevamente instalada en la posición inicial para no generar conflictos de movilidad y garantizar la seguridad vial en el sector.

El inventario de señalización afectada se ira adelantando en los comités de tráfico mensuales y debidamente reemplazadas por otras definitivas.

Tabla 117.Señalización existente.
Fuente: Elaboración propia.

Ítem	Ubicación	Descripción
a		Vía con sentido Sur Norte, cuenta dos calzadas de un carril con líneas blancas en los extremos y línea amarilla continua en su interior, lo que indica que es una vía con doble flujo. Esta vía se encuentra ubicada en el KM 2 vía Bucaramanga - pamplona a la altura del centro de salud Morrorico y se trata de una zona residencial, rodeada de edificios y casas residenciales, por lo cual su velocidad es de 30 km.
b		Vía con sentido occidente oriente, cuenta dos calzadas de un carril con líneas blancas en los extremos y línea amarilla continua en su interior, lo que indica que es una vía con doble flujo. Esta vía se encuentra ubicada en el KM 2 vía Bucaramanga - pamplona a la altura del centro de salud Morrorico y se trata de una zona residencial, rodeada de edificios y casas residenciales, por lo cual su velocidad es de 30 km.

9.2.4.5 Perfiles Viales

A continuación, se presentan los diferentes perfiles viales encontrados en las vías directamente afectadas por la obra. Cabe aclarar que se tomaron medidas tipo y que la sección transversal puede cambiar en algunos segmentos de la vía.

Tabla 118.Perfiles viales
Fuente: Elaboración propia.

ID	DIRECCIÓN	Anden 1	Calzada	Anden 2	Pavimiento	Estado	Sentido Vial
1	Carrera 55, Km 2 Vía Bucaramanga-Pamplona	2,3	7	2,5	FLEXIBLE	BUENO	BIDIRECCIONAL

El inventario especifico se ira registrando en los comités mensuales de tránsito y que serán evaluados para su debida implementación.

9.2.4.6 Volúmenes de transito

El contratista deberá realizar los aforos / volúmenes Vehiculares para determinar las maniobras a realizar según las etapas constructivas del proyecto dado a que este proyecto queda sobre una vía primaria.

9.2.4.7 Accidentalidad

Los accidentes se deben prevenir, evaluando sus causas se toman previsiones que mejoren las condiciones de operación a los conductores y establezcan elementos de seguridad para los peatones. Se debe determinar puntos críticos de accidentalidad se deben llevar estadísticas de los accidentes y localización a fin de tomar las medidas correctivas a que haya lugar.

9.2.4.8 Manejo de tipologías de transporte

Las obras que se realizan en las vías públicas representan un riesgo a la seguridad de los usuarios, ya sea peatones, conductores y/o trabajadores. Por lo tanto, es necesario establecer medidas de control y mitigación, de tal forma que se minimice la posibilidad de ocurrencia de accidentes o bien disminuir sus consecuencias.
La legislación vigente indica claramente que quien ejecute trabajos en las vías públicas, está obligado a instalar y mantener de día y de noche la señalización,

además de seguridad adecuada a la naturaleza de los trabajos. Con el fin de orientar de manera precisa a los usuarios de la vía, se debe implantar señales informativas, reglamentarias y preventivas, junto con la debida señalización de primer nivel, aproximación a obra y la canalización mediante dispositivos canalizadores de tránsito. En cuanto a la responsabilidad ante daños producidos en accidentes por incumplimiento de esta legislación, ésta recae en los que ejecutan la obra y en los que la encargan.

9.2.4.8.1 Tránsito vehicular particular

El proyecto no contempla intervención de las vías adyacentes al proyecto, por lo que la circulación se mantendrá sobre los carriles existentes; Así mismo si es necesario resaltar que debido al alcance del proyecto no se generaran desvíos sobre este tránsito.

9.2.4.8.2 Tránsito vehicular transporte publico

El proyecto no contempla intervención de las vías adyacentes al proyecto, en la zona de influencia del proyecto y se evidencian rutas de transporte público.

Tabla 119.Rutas de transporte
Fuente: AMB.

1	GALÁN MODELO ESTUDIO	UNITRANSA S.A.	13	20	7	11
2	[illegible]	UNITRANSA S.A.	19	25	6	12
5	CARRIZAL - CALLE 45 - CABECERA - PORTÓN DEL TEJAR - CAMPANAZO	UNITRANSA S.A.	18	25	7	13
13	LA FERIA - CENTRO - LUIS - LA VICTORIA	UNITRANSA S.A.	4	7	10	20
14	CHIMIRADOS - REAL DE MINAS - MUTIS	TRANSCOLOMBIA S.A.	21	25	7	13
16	[illegible]	COOTRANSCAM	14	19	6	13
17	CAYACOLI - CARRETERA ANTIGUA - CARRERA 33 - CENTRO	LUSITANIA S.A.	18	20	5	10
18	LAURELES - DIGIS - PEPOSO - CARRETERA ANTIGUA - GONZALES VALENCIA - CARRERA 15 - CENTRO	LUSITANIA S.A.	18	27	9	18
19	ESTORAQUES - PINOS	ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A.	17	23	1	0
32	BELLAVISTA - POBLADO - REAL DE MINAS - LUIS	TRANSPORTES GIRÓN S.A.	12	24	7	0
38	CUFF - PEL RIEGUE - PUERTA DEL SOL - LUIS	METROPOLITANA DE SERVICIOS S.A.	13	16	33	0
39	BRISAS DEL CAMPO - GIRÓN - REAL DE MINAS - LUIS	ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A.	18	23	8	0
40	CAMPIÑA - POBLADO - CARRERA 33	COOTRASAN LTDA.	13	24	5	10

9.2.4.8.3 Tránsito de peatones

En caso de presentarse restricciones al espacio público, se dispondrá de todos los elementos necesarios exigidos por las normas para dar seguridad y accesibilidad a los peatones, se implementarán señales verticales y horizontales.

En caso tal de que un peatón presente alguna discapacidad o se presente una emergencia, se le prestara la debida ayuda por medio del personal encargado especialmente para dichos eventos.

Este proyecto abarca todo el campo peatonal directo y que dispondrá de senderos perimetrales a la zona de obra, debidamente señalizados con pendones informativos, cinta y colombinas.
Cada uno de los esquemas específicos serán presentados en los comités de tránsito mensuales.

9.2.4.8.4 Tránsito vehicular de carga

- Para la circulación de vehículos de carga, se mantendrán en circulación con paso restringido, igual que los demás tipos de vehículos, de acuerdo a la restricción de 2.5 y superiores a 5 Toneladas para las vías del Área Metropolitana, de acuerdo a las disposiciones vigentes determinadas por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga. En caso de requerir cierre parcial de un carril con el fin de realizar maniobras de cargue y descargue de materiales, se podrá realizar la restricción vial en los horarios permitidos por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga, de acuerdo a la normatividad vigente.

- El Contratista gestionará por escrito a la Dirección de Tránsito de Bucaramanga (DTB) el permiso especial para la movilidad de los vehículos de carga, para lo cual deberá presentar, la documentación de las volquetas vinculadas al proyecto.

- Igualmente es responsabilidad del Contratista realizar un procedimiento para el transporte de maquinaria dentro y fuera de la zona de obra, el cual será avalado por la DTB, así mismo deberá gestionar el permiso especial para el tránsito de los vehículos de carga superiores a 15 Toneladas, en la cual se presenta la relación de los vehículos a utilizar, con las respectivas copias de SOAT, Revisión Técnico Mecánica, SIMIT y Tarjeta de Propiedad.

9.2.4.8.5 Ruta evacuación de escombros

Para las zonas de cargue, descargue de materiales y retiro de escombros, el contratista dispondrá espacios suficientes dentro de la zona donde se realiza la actividad cumpliendo con las medidas de seguridad industrial y normatividad ambiental para este tipo de actividades asegurando que no se genere ninguna clase de impacto en el flujo vehicular ni peatonal en la zona de influencia directa donde se llevaran a cabo las actividades, igualmente, con el objeto de mitigar alguna posibilidad de conflicto con el peatón y demás usuarios de las vías al sitio donde estarán las actividades el contratista mantendrá ubicado en el cerramiento de la zona un paletero debidamente capacitado para garantizar el paso seguro de los peatones.

NOTA: En ningún caso se hará uso de corredores viales donde se señala expresamente la prohibición del paso de vehículos de carga, en especial, sobre las indicadas en la Resolución 080 y las que la señalización lo indique. Se recomienda trazar variantes que se unan a los corredores viales en los horarios dispuestos para el transporte y acarreo de materiales indicados en la Resolución 080 de 2021 de la DTB.

Para efectuar el desplazamiento de escombro y/o residuos de las actividades se dispondrá de las rutas generales de la Resolución 080 del 2021 expedida por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga para realizar respectiva disposición en Escombrera El PARQUE de ser necesario.

9.2.5 Plan específico de manejo de trafico

El Plan general de Manejo de Tráfico tiene como objetivo mitigar el impacto que puedan ejercer las obras de **"OBRAS DE MITIGACIÓN Y ESTABILIZACIÓN EN EL SECTOR DEL KM 2 VÍA BUCARAMANGA - PAMPLONA A LA ALTURA DEL CENTRO DE SALUD MORRORICO EL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA – SANTANDER"**



Figura 117.Plano de Señalización general

Este PMT está basado en el estudio de campo realizado para determinar el uso de vías alternas, desvíos, restricciones y control de tráfico vehicular, además de los principios del Manual de Señalización Vigente, en donde se resalta que se debe garantizar la disponibilidad de la vía al tránsito en la forma más eficaz posible.
La dinámica de intervención de este proyecto plantea la ejecución de cierres viales de manera secuencial, la cual se describe junto con el plan de movilidad para cada intervención.

9.2.5.1 Esquemas de intervención con cierres de vías parciales

Con el fin de indicar la señalización que debe ser tenida en cuenta en los diferentes cierres viales, a continuación, se presentan los diferentes esquemas de señalización típicos para las restricciones viales que se pueden presentar.

9.2.5.1.1 Plan de manejo de trafico típico para intervenciones en anden

El esquema de señalización para intervenciones sobre andén que permita asegurar un sendero peatonal mínimo de 1.00 m de ancho, en los cuales no se va a ejecutar obra civil, pero que implica acumulación de materiales. (No se permite el parqueo de vehículos de obra al lado de la zona de afectación).

muestra el esquema de señalización para intervención total del andén y traslado del sendero peatonal a la vía con ancho mínimo de 1.00 m, en los cuales no se va a ejecutar obra civil que implique acumulación de materiales. (No se permite el parqueo de vehículos de obra al lado de la zona de afectación).

El área libre para la circulación vehicular debe ser mínimo de 6 m. Aplica para vía unidireccional.

LOS PMT ESPECÍFICOS SE IRÁN ADELANTANDO CON EL AVANCE DE LA OBRA Y LOS COMITÉS DE TRAFICO QUE SE AGENDARÁN MENSUALMENTE CON EL CONTRATISTA DE OBRA, CONTRATISTA DE INTERVENTORÍA Y EL ENCARGADO DE LA DIRECCIÓN DE TRANSITO.

- **Cierres totales**

En casos de fuerza mayor como condiciones climáticas muy adversas, accidentes de tránsito, accidentes comunes que generen obstrucción de las vías o procesos

constructivos que impliquen alto riesgo para el usuario al momento de transitar la vía, se deberán realizar cierres totales, requiriendo desviar el flujo vehicular por las vías alternas existentes, para lo cual se deberá obtener aprobación del plan de manejo de tránsito especifico el cual será gestionado en comité de tránsito.

9.2.6 Señalización y adecuaciones temporales

En el presente proyecto se establece claramente la forma como se abordará la seguridad vial durante la ejecución de trabajos, por lo tanto se elabora un Plan de Señalización y Medidas de Seguridad, donde se instituyen las condiciones técnicas mínimas para una correcta disposición de elementos de seguridad transitorios, así mismo, se resalta como afecta la obra al normal desplazamiento de vehículos, ciclistas y peatones, y se implementan medidas técnicas apropiadas con el objeto de reducir el riesgo de accidentes del flujo vehicular (conductores), el flujo peatonal (transeúntes) y personal de la obra que intervienen en el mismo.

Se debe cumplir con las especificaciones establecidas en el Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte Resolución 1885 de 2015, en el que se destacan los elementos de señalización a utilizar por obras, tales como señales preventivas, señales reglamentarias, señales informativas, barreras, conos, canecas, cintas reflectivas y demás elementos de señalización, las cuales deberán cumplir con las especificaciones establecidas en dicho manual.

La señalización debe disponerse en la zona aledaña a la zona de trabajos, de tal forma de advertir con la suficiente anticipación de la existencia de trabajos, equipos y otros elementos distintos a lo que habitualmente se encuentra en la vía.

En caso de requerirse cierres parciales de vía en horarios nocturnos, se deberá hacer uso de elementos de señalización en las condiciones más desfavorables de visibilidad, esto se debe hacer según las especificaciones Generales de Construcción del Instituto Nacional de Vías vigentes, las cuales son:

- Reflectividad de todas las señales de tránsito
- Reflectividad de todos los elementos de direccionamiento (barricadas, canecas, barreras plásticas, entre otros).
- Utilización de luces intermitentes que permitan garantizar la visibilidad de las barricadas o elementos de direccionamiento. En caso de barreras se deberán colocar luces de advertencia que permitan mayor visibilidad.
- Utilización de señales luminosas que generen luz propia.

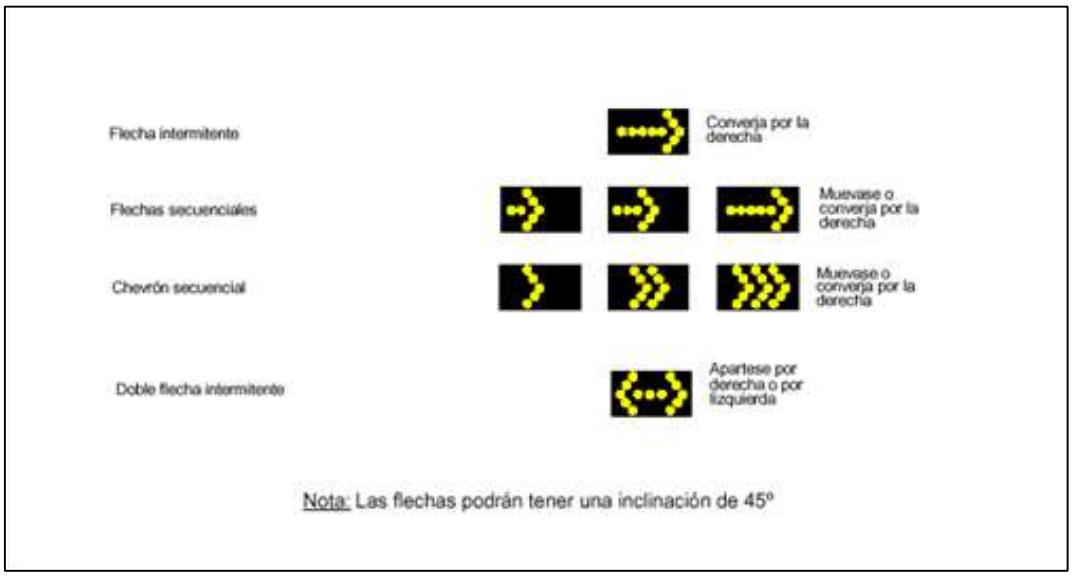


Figura 118.Flecha luminosas



Figura 119.Flecha luminosas
Fuente: http://bmargentina.com/Balizas/index.htm

9.2.6.1 Señales informativas

Tienen por objeto advertir a los usuarios de la vía sobre los peligros potenciales existentes en la zona, cuando existe una obra que afecta el tránsito y se presente un cierre parcial de la vía.

Estas señales deberán ubicarse con suficiente anticipación al lugar de inicio de la obra, tienen forma de rombo y sus colores serán naranja para el fondo y negro para símbolos, textos, flechas y orla, en cuanto a su dimensión es de 0.80 m de alto por 1.20 m de ancho. Se colocarán a el (los) lado(s) (derecho y/o izquierdo) de la vía que se afecte por la obra.

En la ejecución de este proyecto se utilizarán las siguientes señales:

9.2.6.1.1 SP-01. Trabajos en la vía

Esta señal se empleará para advertir la proximidad a un tramo de la vía que se ve afectado por la ejecución de la obra que perturba el tránsito por la calzada o sus zonas aledañas.



Figura 120.Señal SPO-01 trabajo en la vía.

9.2.6.1.2 SP-03. Auxiliar de transito

Esta señal se utilizará con anticipación a cualquier punto donde se haya asignado a un hombre con una bandera, con el fin de regular el tránsito a través del tramo donde se están realizando los trabajos de mantenimiento o construcción.



Figura 121.Señal SPO-03 Auxiliar de tránsito.

9.2.6.1.3 SPO-02. Desvió

Se usará esta señal para reglamentar el paso alternado de los vehículos sobre el carril o la calzada que se cierre.



Figura 122.Señal SRO-02 Desvió.

9.2.6.1.4 SPO-01. Aproximación a obra en la vía.



Figura 123.SPO-01.Aproximacion a obra en la vía.

9.2.6.1.5 SIO-02 y SIO-03. Inicio y fin de la obra.

La primera de estas señales indica el inicio de los trabajos en la vía o zona adyacente a ella, por consiguiente, la otra señal indica el sitio de finalización de la obra. Las letras tendrán una altura de mínimo 0.20 metros.



Figura 124.SIO-02 y SIO-03.Inicio y fin de la obra.

9.2.6.2 Dispositivos para la canalización del transito

La función de estos elementos es dirigir el tránsito a través de la zona de trabajos, marcando las transiciones graduales necesarias en los casos en que se reduce el ancho de la vía o se generan movimientos inesperados. Deberá poseer características tales que no ocasionen daños serios a los vehículos que lleguen a impactarlos.

Todos los elementos de señalización y de aislamiento se deben mantener perfectamente limpios y bien colocados. Se debe separar el flujo peatonal de los trabajos propios de la obra y del flujo vehicular. Los senderos peatonales deben ser protegidos con barreras, para los casos en que exista riesgo de que el flujo vehicular invada el espacio destinado para dichos senderos.



Figura 125.Elementos canalizadores.
Fuente: Seguridad vial: equipos e implementos.
http://www.reygada.cl/nuestros-productos/seguridad-vial/

Una vez se han terminado las obras proyectadas, se debe retirar la señalización provisional instalada por obras y se debe instalar inmediatamente la señalización definitiva vertical y horizontal de acuerdo al diseño aprobado de esta, antes de dar oficialmente circulación a los usuarios.

Los elementos canalizadores aceptados por ley son los siguientes:

9.2.6.2.1 Barricadas

Serán utilizadas principalmente para delimitar las zonas de trabajo y de circulación de vehículos, previniendo el paso de éstos en las zonas de construcción y para indicar la imposibilidad de utilizar una vía producto de las obras, para cercar la zona de trabajos y en general para advertir y alejar a los usuarios de las zonas de alto riesgo.

En el caso de los desvíos de tránsito, las barreras se deben complementar con la señal “Desvío” y con dispositivos luminosos. Cuando existen desvíos hacia la izquierda y la derecha, las franjas deberán dirigirse hacia ambos lados, partiendo desde el centro de la barrera.

Las barricadas se utilizarán sobre el carril o la calzada que se programe cerrar totalmente y se colocarán perpendicularmente al eje de la vía, obstruyendo el carril o la calzada inhabilitada para la circulación del tránsito vehicular, indicando el sentido de desvío del flujo vehicular.

Su diseño cuenta con franjas inclinadas en 45º de colores alternados naranjo y blanco. Al igual que en el caso de los delineadores verticales, la dirección de sus bandas diagonales refuerza e indican el lado por el cual pueden transitar los vehículos. Los soportes y el reverso de la barrera serán de color blanco. Las franjas deberán ser elaboradas en material reflectivo Tipo III, de tal manera que sean visibles, bajo condiciones atmosféricas normales, a una distancia mínima de 300 m, cuando se iluminen con las luces altas de un vehículo normal.



Figura 126.Barricada con desvió y sin desvió.
Fuente: Manual de señalización vial Colombia Ministerio de Transporte,2015.

9.2.6.2.2 Canalizadores tubulares

Es un dispositivo de señalización para zonas de trabajo con espacios reducidos como canalizador vial, peatonal, cerramientos de obras y aseguramientos de áreas peligrosas. Son fabricados en material plástico anaranjado y unido por cinta de señalización.

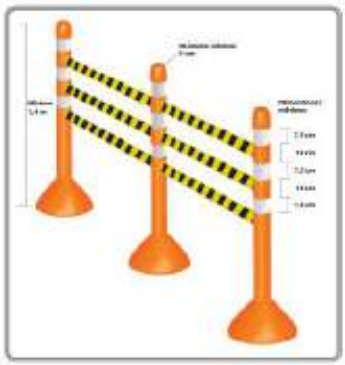


Figura 127.Delineador tubular y canalización con cinta de señalización.
Fuente: Manual de señalización vial Colombia Ministerio de Transporte,2015.

9.2.6.2.3 Auxiliares de trafico

Su función principal es la de controlar el tránsito peatonal y vehicular, por lo tanto, la seguridad de los usuarios dependerá en gran medida de su trabajo. En lo que respecta a la entrada y salida de materiales, equipos y salida de escombros, para cada frente en ejecución se contará con personas que den las indicaciones necesarias y oportunas para el manejo del tráfico de equipos y materiales de construcción.



Figura 128.Controlador de Trafico.



Figura 129.Controlador de Riesgos en obras de construcción.
Fuente: Señales en obra para vía pública.

9.2.6.2.4 Barreras plásticas flexibles

Son dispositivos de plástico, utilizados para restringir y canalizar el tránsito vehicular, cuando se genera un cierre total o parcial de la vía.

Se colocan en serie a una distancia máxima de separación de 3m, su color deberá ser naranja y contaran con franjas de lámina reflectiva Tipo III o IV, distribuidas en sentido horizontal y vertical.



Figura 130.Controlador de Riesgos en obras de construcción.
Fuente: Señales en obra para vía pública.

9.2.6.3 Señalización de primer nivel

Esta señalización tiene por objeto informar a los conductores acerca de los sectores intervenidos invitándolos a tomar vías alternas para sus desplazamientos, previniéndolos sobre las restricciones que se presentan sobre el corredor intervenido.

Como parte de las señales informativas de primer nivel, se instalarán pasacalles previamente metros antes de los corredores a intervenir, se deben ubicar 15 días antes del inicio de las obras y 15 días después del inicio de los trabajos de conformidad con las restricciones viales programadas.

Esta señalización, consiste en pasacalles en tela color naranja y caracteres negros, afiches o vallas fijas.
Con el fin de advertir a los conductores sobre las restricciones viales presentadas, como la entrada y salida de volquetas y/o maquinaria, el cierre de un carril, entre otros, se debe instalar pasacalles informativos metros antes de las intervenciones en el sentido de circulación afectado.

9.2.6.4 Señalización de segundo nivel

Corresponde a la señalización preventiva, informativa y reglamentaria que se ubica en la zona de influencia para guiar a los usuarios de las vías en los desvíos o restricciones viales, para el correcto funcionamiento del Plan de Manejo de Tráfico. La señalización se hará de acuerdo con el “Manual de señalización vial – Resolución 1885 de 2015”

9.2.6.5 Señalización de tercer nivel

La señalización de tercer nivel corresponde a toda la señalización preventiva, informativa, reglamentaria y señalización luminosa, además de los dispositivos de seguridad vial, que se ubican en el sector de la obra con el objeto de informar, prevenir y reglamentar las actuaciones de conductores y peatones para hacer seguro su tránsito por la zona de obra.

De igual forma, la señalización luminosa deberá instalarse en sitios en donde el flujo vehicular se encuentre con obstáculos de manera frontal y en todo lugar donde las condiciones de intervención generen una situación de accidentalidad potencialmente alta.

9.2.6.6 Adecuaciones temporales

Se deben instalar las señales de aproximación respectivas, a las intersecciones a regular, a fin de prevenir a los conductores sobre la entrada y salida de maquinaria del frente de obra, zonas de procesos, campamentos o sitios de disposición de materiales.

Tabla 120.Elementos mínimos de adecuación

ÍTEM	CÓDIGO	ESQUEMA	UNIDAD	CANTIDAD INICIAL
1	Paletas pare y siga de 45 cm		UND	2
2	Cinta plástica “peligro no pase”		ML	10
3	Chalecos reflectivos		UND	4
4	Pitos para auxiliares de tránsito		UND	4
6	Barreras plásticas (maletines tipo new jersey)		UND	10
7	Delineadores Tubulares (colombinas)		UND	100

8	Barricada de desvió		UND	6

9.2.7 Información y divulgación del plan

Una vez aprobado el PMT, se debe llevar a cabo una serie de reuniones con la comunidad, con las junta de acción comunal y con el sector educativo con el fin de mantenerlos informados sobre los trabajos a realizar y los cambios en su movilidad habitual, en donde se haga divulgación del Plan de Manejo de Tráfico, señalización y desvíos, la cual se realiza por medio de piezas de divulgación masiva tales como prensa, pasacalles y volantes entre otros, de acuerdo a los requerimientos de las entidades controladoras el tránsito.

El punto de atención a la comunidad estará ubicado dentro de las Instalaciones del Proyecto en la carrera 55, Km 2 vía Bucaramanga – pamplona en el Municipio de Bucaramanga – Santander.

La socialización de cada una de las intervenciones debe ser informada con anticipación y soportado por medio de las actas y compromisos que se adquieran con la comunidad.

9.2.8 Control y seguimiento de la puesta en marcha del pmt

9.2.8.1 Campamento

El campamento estará adecuado para llevar a cabo las labores de seguimiento del plan de manejo y para dirigir todas las adecuaciones del personal de campo. Esta interacción es muy importante para verificar el buen funcionamiento del plan de manejo y para realizar los correctivos necesarios.

9.2.8.2 Personal y equipo requerido

Una vez puesto en marcha el Plan de Manejo de Tráfico, el contratista deberá disponer del personal suficiente y de los elementos necesarios para llevar un adecuado seguimiento del mismo.

De este seguimiento y de las acciones a realizar durante el mismo, dependerá el buen funcionamiento del Plan de Manejo de Tráfico, se contará con la siguiente organización:

9.2.8.3 Controladores viales

Son las personas encargadas de guiar a los peatones por los senderos establecidos y controlar el tránsito de vehículos dentro de la zona afectada por la obra, además debe estar pendiente de la entrada y salida de volquetas.

9.2.9 Seguridad vial

En todo momento se deberá mantener una adecuada señalización de la vía, de acuerdo con las normas de seguridad vial y las condiciones topográficas y geométricas de la vía. Además, se deberán realizar campañas de información e inducción a los trabajadores encargados de la regulación del tránsito, ya que la seguridad vial es el objetivo principal del Plan de Manejo de Tráfico, y por lo tanto debe apoyar a las autoridades del control del tránsito e implementar las metodologías de seguimiento en tramos de concentración de accidentes, para la prevención de estos y contribuir en reducir los índices de accidentalidad tanto en número como en gravedad.

A continuación, se relacionan aspectos que deberán ser respetados e implementados por estar en el código nacional de tránsito, Ley 769, en materia de seguridad vial.

Los trabajadores del Contratista que desempeñen labores de conducción de vehículos ya sean contratados o vinculados directamente a la empresa, deberán conocer y respetar el código de tránsito vigente, y contar con la licencia de conducción vigente.

Los vehículos deberán contar con cinturones de seguridad y será de responsabilidad del conductor su uso obligatorio para todos los ocupantes.

Además de las normas fundamentales de tránsito vehicular, se deberán seguir las siguientes normas específicas:

- No superar los límites máximos de velocidad establecidos para las zonas de las obras objeto del Contrato y urbanas del Municipio.
- Si se requiere hacer traslados nocturnos, se deberá realizar un manejo preventivo, con dispositivos luminosos.
- En caso de lluvia torrencial se deberá extremar la conducción preventiva y la circulación con luces encendidas y estacionarias.
- Al ingresar a las zonas de obra se deberá disminuir la velocidad a 20 KPH.
- Los vehículos de carga como volquetas, cama-bajas, tracto-camiones, entre otros, deberán estar debidamente señalizados.
- Los vehículos y la maquinaria pesada deberán contar con dispositivos sonoros para reversa.

En el caso de transporte de materiales desde las fuentes de materiales a sitios de obra, de sitios de obra a zonas de depósito o cualquier otro recorrido que deba hacerse con volquetas cargadas, éstas deberán siempre llevar su carga cubierta con lonas de alta resistencia de tal forma que se eviten los regueros de materiales sobre las vías.

Los vehículos participantes en la ejecución de los trabajos del Contrato deberán contar con equipo básico de carretera y primeros auxilios, además de tener vigente el certificado de emisión de gases y el Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito – SOAT y deberán cumplir con las normas básicas de seguridad al manejar, tales como:

- Cualquier falla o deficiencia que haga riesgosa la operación de los vehículos, motivará que éste quede por fuera de servicio hasta tanto no se hagan las correcciones requeridas.
- Antes de iniciar labores deberá hacerse una inspección de seguridad en la que se incluyan como mínimo los sistemas de frenos y dirección, llantas, limpia-brisas, luces y equipo de carretera.
- Utilizar el cinturón de seguridad. Todo vehículo de transporte de personal deberá estar dotado de cinturones de seguridad y el Contratista deberá garantizar su utilización por parte de los ocupantes.

- No se deberán exceder las velocidades máximas establecidas.

- Los vehículos de transporte de materiales o equipos deberán estar dotados de los elementos de protección y de primeros auxilios básicos.

Los accidentes se pueden prevenir, si evaluando sus causas se toman medidas que mejoren las condiciones de operación a los conductores y establezcan elementos de seguridad para los trabajadores expuestos al tráfico.

9.2.9.1 Procedimientos para la movilización de maquinaria y equipos.

En caso de requerirse la movilización de maquinaria y equipos especiales al frente de la obra, se describe a continuación el procedimiento para implementar las medidas pertinentes.

9.2.9.1.1 Traslado de Equipos o Maquinaria a la Zona de Obra

Cuando la altura máxima del vehículo medida desde el pavimento y hasta la cota superior de la maquina o hasta el punto máximo del vehículo no sobrepase de 4.10 m y el ancho total no sobrepase los 2.60 m. El transporte de maquinaria y equipo no necesitara escolta, no requiere de avisos de “peligro carga ancha” como tampoco permiso de la autoridad respectiva.

Cuando el ancho de maquina sobrepase los 2.60 m y sea inferior o igual 3.0m, la circulación del vehículo de carga se desarrollará a una velocidad de 40 KPH, colocando avisos de “Peligro Carga Ancha” en la parte delantera y trasera del vehículo. Las dimensiones de este aviso serán de 1.5 m de largo por 0.60 m de alto, de fondo amarillo y letras y orlas negras, colocados en la parte delantera y trasera del vehículo. La altura de la letra será de 10 cm y el fondo será en lámina retroreflectiva.

9.2.9.1.2 Traslado de Equipos o Maquinaria Dentro de la Zona de Obra

Todos los equipos sin importar las dimensiones y características podrán circular por sus propios medios por las zonas requeridas, siempre y cuando estas zonas estén cerradas al uso público, las cuales deben estar debidamente señalizadas. Esta señalización se realizará de acuerdo con la normatividad vigente sobre la materia y específicamente las contenidas en el Manual de dispositivos para la regulación del tránsito en Calles y Carreteras del Ministerio de Transporte, el Plan de manejo de Tráfico aprobado y las condiciones particulares establecidas contractualmente.

9.2.9.1.3 Traslado de Equipos y Maquinaria a la Zona de Obra

Todos los equipos sin importar las dimensiones y características podrán circular por sus propios medios por las zonas requeridas, siempre y cuando estas zonas estén cerradas al uso público, las cuales deben estar debidamente señalizadas.

9.3 PLAN DE GESTIÓN SOCIAL

Las obras civiles constituyen hechos sociales, pues se ejecutan con y para los(as) ciudadanos(as) y comunidades en general, a partir de la transformación de los espacios socialmente construidos. En las comunidades el concepto “intervención social en obra” adquiere múltiples sentidos ya que toda obra que realiza el Estado tiene un sentido social, porque busca mejorar la calidad de vida de quienes habitan y laboran en ella. “Los estudios de gestión social se abordan desde una perspectiva socio- antropológica y una completa caracterización económica y cultural de las comunidades y su entorno departamental, municipal o regional, para posteriormente priorizar los efectos inducidos y proponer las medidas para potenciar, mitigar y/o compensar dichos efectos”; así como promover el reconocimiento, apropiación, cuidado y sostenibilidad de los nuevos espacios construidos, para lo cual se hace necesaria la realización de reuniones con la comunidad donde se identifiquen las problemáticas y se busquen alternativas de solución conjuntamente con las comunidades.

El Plan de Gestión Social en Obra es un mecanismo para ayudar a vincular la comunidad en la ejecución de la obra de una manera voluntaria, comprometida y desinteresada, haciendo que se sientan beneficiarios de la misma y garantizar su participación activa, es decir, los planes de gestión social pretenden la creación de puestos de trabajo, el cooperativismo y empoderamiento de las comunidades, esto implica como primera medida hacer a la población participe directa en los procesos que se llevarán a cabo por las empresas contratistas haciendo uso del recurso legal de participación ciudadana; el proceso de comunicación entre diversos actores sociales que buscan transformar mediante acciones concretas una relación socio-ambiental para el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Por último, los contratistas de obras civiles deben tener en cuenta que el Plan de Gestión Social de Obras es un instrumento de planificación que busca garantizar la participación activa, el compromiso de la comunidad, y de los trabajadores.

9.3.1 Alcance

El presente documento establece los requisitos mínimos para prevenir, reducir, controlar y/o mitigar de manera oportuna y eficiente el impacto que generan las obras civiles relacionadas con la construcción de pantallas ancladas para mitigación del riesgo por deslizamientos presentados en la zona de impacto de los sectores Miramanga, Independencia y Gaitán del municipio de Bucaramanga.

9.3.2 Objetivos

9.3.2.1 Oobjetivo general

Contribuir a la reducción y mitigación de los impactos generados por las obras en sus áreas de influencia, a través de los contratistas, trabajadores y demás actores que participan, mediante procedimientos de acompañamiento a la comunidad y de herramientas sociales adecuadas.

9.3.2.2 Objetivos específicos

- Dar a conocer el proyecto a ejecutar por parte del contratista a la comunidad, así como las actividades que se desarrollarán antes, durante y después de la obra.
- Sensibilizar a los actores que participan en la ejecución de las obras sobre la responsabilidad que se tiene al intervenir el espacio público, socializando las políticas y medidas diseñadas para la adecuada intervención de éste y el respeto a su uso.
- Dar respuesta oportuna a las inquietudes de la comunidad y propender por su bienestar, así mismo por el de los trabajadores y contratistas, respetando y protegiendo el entorno natural y urbano.
- Promover la participación de la comunidad en la ejecución de la obra y cuidado del medio ambiente.
- Promover la vigilancia y control de las obras de infraestructura por medio de auditorías visibles, conformadas por la comunidad quienes son beneficiarios directos.

9.3.3 Marco legal

El presente documento está elaborado teniendo en cuenta lo establecido en la siguiente normatividad:

Lo dispuesto en la Constitución Política de Colombia en los artículos:

- ARTICULO 20. Se garantiza a toda persona la libertad de expresar y difundir su pensamiento y opiniones, la de informar y recibir información veraz e imparcial, y la de fundar medios masivos de comunicación.
- ARTICULO 23. Toda persona tiene derecho a presentar peticiones respetuosas a las autoridades por motivos de interés general o particular y a obtener pronta resolución. El legislador podrá reglamentar su ejercicio ante organizaciones privadas para garantizar los derechos fundamentales.
- ARTICULO 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.
- ARTICULO 88. La ley regulará las acciones populares para la protección de los derechos e intereses colectivos, relacionados con el patrimonio, el espacio, la seguridad y la salubridad pública, la moral administrativa, el ambiente, la libre competencia económica y otros de similar naturaleza que se definen en ella. También regulará las acciones originadas en los daños ocasionados a un número plural de personas, sin perjuicio de las correspondientes acciones particulares. Así mismo, definirá los casos de responsabilidad civil objetiva por el daño inferido a los derechos e intereses colectivos.

Reglamentado por la Ley 472 de 1998

- ARTICULO 103. Son mecanismos de participación del pueblo en ejercicio de su soberanía: el voto, el plebiscito, el referendo, la consulta popular, el cabildo abierto, la iniciativa legislativa y la revocatoria del mandato. La ley los reglamentará. El Estado contribuirá a la organización, promoción y capacitación de las asociaciones profesionales, cívicas, sindicales, comunitarias, juveniles, benéficas o de utilidad común no gubernamentales, sin detrimento de su autonomía con el objeto de que constituyan mecanismos democráticos de representación en las diferentes instancias de participación, concertación, control y vigilancia de la gestión pública que se establezcan.

Reglamentado por la ley 131 de 1994

- ARTICULO 270. La ley organizará las formas y los sistemas de participación ciudadana que permitan vigilar la gestión pública que se cumpla en los diversos niveles administrativos y sus resultados.
- ARTICULO 311. Al municipio como entidad fundamental de la división político-administrativa del Estado le corresponde prestar los servicios públicos que determine la ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su territorio, promover la participación comunitaria, el mejoramiento social y cultural de sus habitantes y cumplir las demás funciones que le asignen la Constitución y las leyes.

Ley 489 de 1998, en la cual se asigna al Departamento Administrativo de la Función Pública, la responsabilidad específica frente al tema de control social capítulo 8 artículo 35, el diseño y promoción del Plan Nacional de Formación de Veedores. Se refuerza esta facultad por lo establecido íntegramente en el capítulo 8 de la citada ley, articulo 33, 34, y 35 en lo que se precisa que los organismos de administración pública deben incentivar la formación de mecanismo de control social y prestarles el apoyo requerido.

9.3.4 Perfil profesional

El Plan de Gestión Social de Obras debe ser implementado por profesionales de las ciencias sociales como: Trabajador Social, Sociólogo y/o Psicólogo Comunitario, que desarrollen su labor en obras de infraestructura, y quienes deben tener experiencia en trabajo con comunidad, manejo y resolución de conflictos, habilidades comunicativas y expositivas, capacidad de trabajo en equipo, liderazgo, excelentes relaciones interpersonales e iniciativa.

Para el desarrollo del Plan de Gestión Social en Obra, el contratista deberá:

- Contratar mínimo uno (1) o más profesionales del área social (según términos de referencia del contrato) dependiendo de la complejidad del proyecto, que cumpla con el perfil requerido para el acompañamiento y seguimiento a las obras civiles.
- Asignar un espacio físico y los elementos necesarios para el desempeño profesional según sea el caso durante la obra.
- Realizar reuniones periódicas con el Profesional Social y entregar los informes que den cuenta de los avances del Plan de Gestión Social de Obras, donde se evidencie el cumplimiento del mismo, como parte de los hitos de pago del contrato suscrito.

- Asegurar los elementos necesarios para la convocatoria y celebración de reuniones con la comunidad relacionados con la ejecución de las obras.

9.3.5 Preliminares de obra

Culminados los trámites de legalización del contrato y antes de iniciar con las obras, los profesionales del Área Social deberán ejecutar las siguientes actividades en campo.

9.3.5.1 Diagnostico zona de influencia directa del proyecto

Se requiere determinar la zona directa de la obra, mediante un plano de localización general y planos específicos por tramo o sector a intervenir, con la ubicación de manera detallada (lista) de barrios, número de viviendas, establecimientos comerciales e institucionales.

Se debe realizar un inventario del estado, tipo y número de instalaciones existentes parques, vías, andenes, sardineles, antejardines, senderos peatonales, ciclo rutas, mobiliario urbano, (bancas, canecas, señalización y luminarias), incluidos dentro de la zona directa de la obra, con su respectivo registro fotográfico y audiovisual. El estado actual de los espacios de sensibilidad ambiental como: Humedales, zonas recreativas, zonas verdes, zonas de ronda y manejo y preservación ambiental y describir las actividades a realizar para proteger el patrimonio cultural y ecológico.
Hacer un inventario de todos los accesos que se afectarán por la obra, así como de su estado, para ello, se debe recorrer el área en el momento del replanteo, definir las medidas a implementar como: Pasos provisionales, parqueaderos alternos, senderos peatonales entre otros.

Es responsabilidad del contratista garantizar siempre el acceso a las viviendas y establecimientos, en los casos en que el acceso sea interrumpido permanentemente sin posibilidad de utilizar medidas temporales, si es necesario el contratista debe coordinar con el propietario de la vivienda o pagar parqueaderos alternos hasta que se restablezca el acceso.

Determinar en planos actualizados y a escala adecuada, la existencia de redes de acueducto, alcantarillado, energía, gas, teléfonos, fibra óptica entre otros.
Realizar inventario de los árboles, arbustos, cercas, postes (en caso de no aplicar omitir el ítem) de la zona de influencia directa del proyecto y establecer las acciones de protección que se requieran.

Es de anotar que todos los inventarios que se realicen deben estar soportados con registros fotográficos y audiovisuales.

9.3.5.2 Censos de inmuebles

Realizar el inventario del número de viviendas, lotes y negocios que están incluidos dentro de la zona de influencia directa de la obra por barrio o sector a intervenir.

Una vez realizado el inventario se debe proceder con la realización de los censos al 100% de cada uno de los predios, lotes y negocios incluidos en la zona de influencia directa de la obra, esto con el fin de determinar su estado antes de iniciar las labores físicas. La identificación se debe realizar a través del diligenciamiento del formato se establezca, de igual manera de registros fotográficos, dependiendo de las condiciones de la vivienda y del criterio del profesional encargado y también de un material audiovisual de cada vivienda y negocio.

Para la realización de esta actividad se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:
Se debe propiciar el espacio (reunión preliminar de obra) o el medio para informar a la comunidad de la realización de los censos con mínimo 15 días de anticipación y/o también suministrar la información con la entrega de un volante, a cada una de las viviendas a censar, con la firma del recibido por parte del propietario, arrendatario o tenedor con mínimo 5 días de aviso previo para la realización del censo.

9.3.5.3 Aplicación actas de vecindad

Las Actas de Vecindad consisten en la elaboración de un concepto técnico acerca del estado actual de las edificaciones que colindan con una construcción en obra. El acta de vecindad es un documento de carácter privado, que constituye una prueba para establecer el estado en que se encontraba la casa u otros inmuebles vecinos, cuando se iniciaron las obras y que cobra mucha importancia en caso de que la nueva obra les cause daños. Es el documento privado, libre de formalidades, suscrito entre el titular de la licencia o el constructor y los propietarios o poseedores de los inmuebles colindantes al predio en que se desarrollará la obra, en el que se consignarán con máximo grado de detalle el estado en que se encuentran los inmuebles vecinos antes de comenzar la obra. Se levantarán actas de vecindad para las construcciones, infraestructura y cultivos, aledañas al área de influencia directa definida, para verificar el estado inicial de las mismas, identificar riesgos y prevenir demandas. Previo al inicio

de las actividades constructivas, el profesional del área social a través de volantes o visita comunicará a los propietarios, arrendatarios o tenedores, el levantamiento de las actas, explicando el objeto de las mismas. Las actas de vecindad serán levantadas por un ingeniero civil, acompañado por la residente social, a través del diligenciamiento del formato respectivo y debe estar presente el responsable del predio.

9.3.5.4 Base de datos de actores

Se requiere hacer una recopilación de un conglomerado de los diferentes actores institucionales, gremiales, entre otros, que están presentes en el municipio, la población beneficiada con las inversiones , teniendo en cuenta: género, edad, población minoritaria, (Indígenas, desplazados, reinsertados, victimas, etc.), actores políticos, económicos, religiosos, educativos, culturales, lideres, comunitarios, agremiaciones y otros que presenten relevancia para constituir una red de apoyo durante la ejecución del Plan de Gestión Social en la obra, e identificar la población objeto de la obra

9.3.5.5 Recorrido de la obra ruta inicial

Una vez realizadas las actividades preliminares en campo, el contratista debe programar un recorrido con los líderes comunitarios, funcionarios de la Alcaldía Municipal e interventoría, en donde se especifique y se deje constancia a la comunidad y demás participantes de la extensión de la zona de influencia directa del proyecto, el estado actual de la infraestructura existente de los sistemas de acueducto y alcantarillado y la proyección de obras a desarrollar

9.3.5.6 Auditorias visibles

Las Auditores Visibles es un programa que diseñó el Gobierno Nacional para controlar la ejecución de los recursos en los departamentos y municipios en el cual la ciudadanía participa de una manera activa. Serán los beneficiarios inmediatos de obras de mitigación quienes vigilen y controlen la ejecución de las obras.

Con esta nueva herramienta se busca que los proyectos de infraestructura pública se ejecuten de acuerdo con lo estipulado en el contrato de cada obra y evitar que se cometan irregularidades en el proceso de ejecución y construcción de los mismos.

Su finalidad es realizar un seguimiento visible y efectivo a la inversión pública mediante el control social a obras; también busca informar a los beneficiarios sobre la naturaleza de la obra, los plazos, el presupuesto y el origen de los recursos.

Para lo anterior, se conforma un grupo de beneficiarios del proyecto quienes participan activamente en todo el proceso. El consultor coordinará la realización de una socialización de inicio, una socialización de seguimiento y una socialización de finalización del proyecto con la participación de la firma contratista e interventora, la supervisión, los beneficiarios y demás personas y entidades relacionadas con el proyecto. En este espacio los beneficiarios del proyecto, contratistas, interventores y supervisores, pueden suministrar información, resolver inquietudes, plantear observaciones y recomendaciones y llegar a acuerdos y compromisos relacionados con el desarrollo del contrato, los cuales quedan registrados en un acta elaborada.

Como principales productos del ejercicio, se producen los siguientes documentos:

- Formatos con información general de la obra y los documentos soporte que se recopilen en el proceso.
- Acta de cada una de las socializaciones donde se plantean las conclusiones, acuerdos, compromisos y recomendaciones.
- Registro fotográfico tanto de las socializaciones como del avance en la ejecución del contrato.
- Acta de conformación del grupo de beneficiarios.
- Fichas con seguimiento periódico a las observaciones planteadas por las personas y entidades vinculadas al proyecto.
- Informe final del ejercicio de auditorías visibles.
- Sondeo de opinión, resultados y análisis sobre la percepción de los beneficiarios que participaron en el ejercicio de seguimiento visible al proyecto.
- El profesional del Área Social debe colaborar con la elección, capacitación, coordinación y seguimiento del plan de trabajo del grupo de Auditorias Visibles en compañía con el área social del Gestor.

9.3.6 Reuniones con la comunidad

El profesional del Área Social del contratista debe coordinar la realización de las actividades de socialización con la comunidad

9.3.6.1 Reunión inicial de obras

Con el fin de informar a la comunidad el inicio de las obras, se debe realizar una reunión por cada barrio o sector a intervenir. Dentro del contenido de las presentaciones se debe tener como mínimo la siguiente información:

- Objeto del contrato
- Número del contrato
- Objetivos de la reunión
- Responsables de la ejecución: Contratistas e interventoría.
- Beneficios de la obra.
- Impactos que pueden generarse y esquema de mitigación.
- Actividades de gestión social a realizar: Reuniones con la comunidad, recorridos, capacitaciones, entre otras)
- Conformación de auditorías visibles (diligenciar acta de constitución de auditorías visibles).
- Coordinación con entidades locales
- Contratación Mano de Obra no Calificada
- Funcionamiento de Puntos de Atención a la Comunidad (Ubicación, horarios de atención, profesional a cargo)
- Proceso constructivo con cada uno de sus componentes.
- Cronograma de actividades
- Ubicación de la zona(s) a intervenir (plano de localización)
- Dudas e inquietudes.
- Compromisos

Las presentaciones de las reuniones deben ser enviadas con previa anticipación al área social del Gestor e interventoría del Área de Gestión Social, para su respectiva revisión y aprobación.

Para la reunión de inicial de obras se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- A la Alcaldía Municipal y demás autoridades locales, se les debe remitir una carta informando el inicio de las obras, el tiempo de duración, los datos de la oficina de atención de a la comunidad.
- Datos del profesional social responsable, dirección, barrio, teléfono, email, días, horarios de atención y el trámite de atención a la comunidad, de igual manera la fecha y lugar de la reunión.

- Con respecto a la comunidad de la zona de influencia del proyecto, se debe convocar con 1 semana de anticipación, haciendo entrega del volante de la reunión de inicio a cada una de las viviendas, la entrega debe ser personalizada con firma de recibido del volante y en los casos en que no se encuentre al propietario, arrendatario o tenedor, se debe fijar el volante en la puerta y tomar un registro fotográfico como evidencia de que se informó.
- En los equipamientos públicos, privados y comunitarios se debe fijar un (1) afiche a color en medio pliego, informando la realización de la reunión.
- Los espacios logísticos sugeridos para las reuniones con la comunidad deben ser en lo posible de fácil traslado, central, que no requiera de sistema de transporte, que garantice lo mínimo de atención a la reunión, amplio con sillas, adecuada visibilidad para la proyección del video bean. Se recomienda gestionar con los líderes de la comunidad para el trámite del préstamo o alquiler del sitio.
- Con respecto a la metodología a utilizar debe ser de manera participativa ya que se busca tener una visión amplia de la realidad, generar en la comunidad sentido de pertenencia y empoderamiento antes, durante y después de las obras.
- Expositiva, con presentación en video bean, modelo plantilla aprobada por el Área de Gestión Social.
- Los productos mínimos a requerir de la reunión inicial de obras son:
- Elaborar acta de la reunión, haciendo relevancia de aspectos importantes del proceso constructivo y de la comunidad, compromisos acordados por parte del contratista, la interventoría, alcaldía y/o líderes o representantes de la comunidad. Una vez finalizada la reunión se deben divulgar los compromisos resultantes de la reunión a los cuales se les debe hacer seguimiento.
- Registrar listados de asistencia de cada uno de los participantes, tomar registros fotográficos de la reunión.
- El profesional social encargado de la reunión debe portar al igual que todo el equipo de profesionales de la obra, el carnet, camiseta, chaleco y/o algún distintivo que lo identifique ante el auditorio.

9.3.7 Interferencias presentadas durante la obra

Durante la ejecución de la obra, es posible que se presenten algunas interferencias, las cuales el profesional del área social del contratista debe prevenir, mitigar y/o controlar con la implementación de las siguientes actividades:

9.3.7.1 Accesibilidad a viviendas y establecimientos

En los casos en que se presenten interferencias en la accesibilidad a viviendas y negocios, el profesional del área social debe realizar una visita a cada uno de los predios afectados, levantar un acta individual que contenga los datos del predio y del propietario y acordar en común acuerdo cuáles serán las medidas que se tomarán para garantizar el acceso.

9.3.7.2 Daños a edificaciones, mobiliario y zonas verdes

Cuando se presenten situaciones de daños a edificaciones, mobiliario y zonas verdes, se debe entregar un volante informativo al propietario para que conozca cual debe ser el mecanismo a utilizar.

9.3.7.3 Suspensión de servicios públicos

Con respecto a los posibles cortes o suspensiones de servicios públicos efectuados por la ejecución de las obras, el contratista debe informar a toda la comunidad afectada con tres días de anticipación, esta suspensión debe ser coordinada con la empresa prestadora del servicio, en los casos en que se presenten suspensiones de servicio diferentes a las programadas por el contratista, será responsabilidad exclusiva del prestador del servicio.

9.3.7.4 Trabajos nocturnos

Cuando se requiera la realización de trabajos nocturnos, se debe informar al 100% de los propietarios con tres días de anticipación. Como mínimo entregar volantes al 100% de los ciudadanos afectados, así como carta a las autoridades locales respectivas

9.3.8 Actividades a realizar durante la ejecución de las obras

Con el propósito de hacer un adecuado seguimiento a las obras, con el acompañamiento de la comunidad se deben ejecutar las siguientes actividades:

9.3.8.1 Recorridos por los frentes de obra

El profesional del área social y el profesional en salud ocupacional deben permanentemente realizar recorridos con el fin de acompañar, informar e interactuar con las comunidades y los trabajadores además de recopilar la información que alimente la línea base.

9.3.8.2 Rutas saludables

Se deben realizar recorridos por las obras de infraestructura adelantadas en el municipio, con el fin de que la comunidad tenga conocimiento de los beneficios particulares de las inversiones y exista claridad de que las obras son del Municipio y por ninguna razón serán cobradas a los usuarios vía tarifas. De igual manera se pretende empoderar a la comunidad de sus bienes y beneficios derivados de la tal forma que se asegure la sostenibilidad de las inversiones y el mejoramiento en la prestación del servicio.

9.3.8.3 Reunión de avance de obra

El contratista debe realizar las reuniones que sean solicitadas de manera (verbal o escrita) por parte de la ciudadanía, las autoridades municipales y/o los organismos de control. Las reuniones de avance de obra, tienen por objeto realizar seguimiento a las obras y al cumplimiento de las obligaciones, así como informar a la comunidad el estado de la obra civil y los posibles impactos generados con la ciudadanía. Los demás aspectos a tener en cuenta serán los mismos establecidos para la reunión de inicio de obras, pero informadas como seguimiento.

9.3.8.4 Punto de atención a la comunidad

A partir de la fecha en que se dé inicio a las obras, se debe brindar un espacio físico de atención a la comunidad, el cual debe ser atendido por el profesional del área social quien recibirá y tramitará todas las inquietudes de la comunidad relacionadas específicamente con las obras.

De igual manera el contratista está obligado a cumplir con los siguientes requerimientos de los puntos de Atención a la Comunidad:

- La ubicación de la oficina se debe hacer en un lugar central a la zona de influencia directa de la obra garantizando el fácil acceso de la ciudadanía, este no podrá funcionar en el campamento de obra.
- El Punto de Atención debe contar con un pendón informativo del mismo.
- Debe estar equipado cómodamente para ofrecer un buen servicio a la comunidad y con un espacio mínimo para reuniones de comités, veedurías ciudadanas, etc.
- El horario de atención para la comunidad debe ser mínimo de (16) horas semanales de las cuales ocho (8) deben ser de recorrido por cada uno de los frentes de obra de la zona de influencia directa, esto con el propósito de

recepcionar y aclarar cualquier inquietud ciudadana relacionada con los proyectos de obra.

- Los días y horarios de atención se deben establecer mediante consenso con los líderes comunitarios representativos del sector a intervenir, teniendo en cuenta la disponibilidad de tiempo de la comunidad. Estos acuerdos se deben mantener hasta que se culminen las obras.
- El Profesional del Área Social debe presentar, el cronograma de atención a la comunidad con los recorridos por los frentes de obra.
- El punto de atención a la comunidad, se mantendrán en funcionamiento desde el inicio de la ejecución de la obra física hasta la fecha de firma del acta de terminación, cumpliendo con todas las especificaciones del Plan de Gestión Social.
- Los horarios y fechas de atención se deben difundir en el 100% de las actividades comunitarias realizadas por el contratista, así como mediante la entrega de volantes informativos al 100% de los predios ubicados en la zona de influencia directa del proyecto.
- De todas las consultas generadas en los puntos de atención se deben presentar informes mensuales con su respectivo trámite y solución, el cual será remitido a la profesional social del gestor.

9.3.8.5 Comités de obra

El Profesional del Área Social, debe realizar una reunión de socialización, capacitación con los ingenieros y personal de mano de obra no calificada, sobre el plan de trabajo a desarrollar con la comunidad, esta reunión se debe hacer en compañía de la profesional del Área Social de la interventoría y la supervisión, espacio en el cual se debe presentar la matriz de impactos y los productos mínimos.

9.3.8.6 Acompañamiento y seguimiento al plan de trabajo del grupo de auditores visibles

Es necesario que el profesional del Área Social del gestor apoye a la profesional social de la obra para la conformación del grupo de auditores visibles, de acuerdo con el procedimiento definido por el programa de Anticorrupción de la Presidencia de la República, se definirá con ellos un plan de trabajo que se ejecutara durante el tiempo que dure la obra; el objeto de estas auditorías es acompañar el desarrollo de la obra desde el inicio hasta la finalización y garantizar su impecable ejecución; para lo cual

la profesional social de la obra se le brindará capacitación sobre sus funciones, objeto, deberes y derechos, programación de visitas, etc.

9.3.9 Actividad de entrega de obra a la comunidad

9.3.9.1 Comité informativo para entrega de obra

El profesional del Área Social debe programar un comité de obras, con el propósito de coordinar de manera unificada la entrega oficial de las obras a la comunidad, a este comité se debe convocar a la Interventoría y la supervisión.

9.3.9.2 Recorrido ruta final

Una vez culminado todo el proceso constructivo y realizado el comité de obras, el profesional del Área Social, debe programar un recorrido por las obras de infraestructura culminadas. Para el desarrollo de esta actividad se debe convocar con mínimo 8 días de anticipación a los líderes de la comunidad, comités, juntas de acción comunal, auditorias visibles, la Interventoría, Alcaldía Municipal y demás autoridades locales.

Durante este recorrido se debe hacer el Acta de Entrega Protocolaria de Obras, de igual manera se debe levantar registro de asistencia de los participantes al igual que las evidencias con registros fotográficos y video.

9.3.9.3 Cierre de los puntos de atención a la comunidad

El profesional del Área Social, una vez culminado el proceso constructivo, debe hacer el cierre de todas las reclamaciones que se encuentren pendientes, en el caso de que exista alguna dificultad de cierre, el profesional social debe informar en el último comité de obra de manera escrita las razones por las cuales no se ha podido realizar el trámite y de esta manera poner a discusión en comité acuerdos y/o compromisos para los cierres, los cuales se deben evacuar antes de la reunión de finalización de obras con la comunidad, la firma de acta de liquidación y entrega de informe final.

9.3.9.4 Reunión de finalización

Con el propósito de informar al 100% de la comunidad la finalización de las obras, se debe realizar una reunión por cada barrio o sector intervenido.
Durante este escenario se debe presentar a la comunidad el siguiente contenido:

- Objeto del contrato
- Número del contrato

- Objetivos de la reunión
- Responsables de la ejecución: Contratistas e interventoría.
- Beneficios de la obra
- Impactos generados e impactos mitigados.
- Actividades de gestión social realizadas: Reuniones con la comunidad, recorridos, capacitaciones, entre otras)
- Comités conformados (Datos generales: Nombres, apellidos cargos, teléfonos)
- Actividades realizadas con los comités (Auditorias Visibles)
- Coordinación con entidades locales
- Contratación Mano de Obra no Calificada
- Puntos de Atención a la Comunidad presentados y cerrados
- Proceso constructivo con cada uno de sus componentes.
- Planos de obra realizada.
- Actividades realizadas.
- También es importante mostrar que con la obra se reduce las enfermedades siendo este un indicador del mejoramiento calidad de vida.
- Dudas e inquietudes.
- Cierre
- Para todas las presentaciones se deben incluir registros fotográficos de las actividades realizadas durante la ejecución de las obras y deben ser enviadas con mínimo 8 días de anticipación a la interventoría para su respectiva revisión y aprobación.
- Las actividades de gestión a realizar para la reunión de finalización a tener en cuenta son las siguientes:
- A la comunidad de la zona de influencia del proyecto, se debe convocar con 1 semana de anticipación, haciendo entrega del volante de reunión de finalización de obras a cada una de las viviendas, la entrega debe ser personalizada con firma de recibido del volante y en los casos en que no se encuentre al propietario, arrendatario o tenedor, se debe fijar el volante en la puerta y tomar un registro fotográfico como evidencia de que se informó de la actividad.
- En los equipamientos públicos, privados y comunitarios se debe fijar un (1) afiche en medio pliego, informando la realización de la reunión.
- Los espacios logísticos sugeridos para las reuniones con la comunidad deben ser en lo posible de fácil traslado, central, que no requiera de Sistema de transporte, que garantice lo mínimo de atención a la reunión, amplio con sillas,

buena visibilidad para proyectar la presentación. Se recomienda gestionar con las juntas acción comunal para el trámite del préstamo o alquiler del sitio.

- Con respecto a la metodología a utilizar debe ser de manera participativa y expositiva, con presentación en video bean, modelo plantilla aprobada por el área de gestión social.
- A la Alcaldía Municipal y demás autoridades locales, se les debe remitir una carta informando el lugar, fecha y hora de la reunión de finalización de las obras.
- Los productos mínimos de la reunión de finalización de obras son:
- Elaborar acta de la reunión, haciendo relevancia de aspectos importantes del proceso constructivo y de la comunidad. Una vez finalizada la reunión se deben divulgar los compromisos resultantes de la reunión los cuales son de obligatorio cumplimiento de forma inmediata.
- De igual manera se debe levantar listado de asistencia de cada uno de los participantes, tomar registros fotográficos de la reunión). El profesional social encargado de la reunión debe portar al igual que todo el equipo de profesionales de la obra, el carnet, camiseta, chaleco y/o algún distintivo que lo identifique ante el auditorio.

9.3.9.5 Evento masivo con la comunidad

El profesional del área social deberá hacer entrega de una propuesta del evento de la entrega de las obras a la comunidad, la cual debe llevarse a cabo una vez se concluyan las obras por parte del contratista y cuya preparación y costos está a cargo del contratista.

9.3.9.6 Indicadores de gestión

El control del impacto de trabajo realizado con la comunidad durante la ejecución del contrato de obras, se debe medir a través de la repetición de la recolección de información de la línea base, la cual se debe aplicar a una muestra representativa, de acuerdo con el número de personas intervenidas; la diferencia en los hábitos, conductas y percepciones de la comunidad frente a los temas relacionados con las capacitaciones, lo cual permitirán observar el impacto de las mismas en la cultura del agua en los municipios.

9.3.10 Presentación de informes

De todas las actividades que se realicen antes, durante y finalizadas las obras se deben presentar informes ejecutivos con los respectivos soportes, teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en el Plan de Gestión Social de Obras, incluidos los PQRS con su respectivo tramite.

9.3.11 Informes preliminares

Una vez realizadas las actividades en campo, el profesional del Área Social, debe entregar un informe en Excel tabulado del diagnóstico de la zona de influencia directa del proyecto, la línea base de datos y las estadísticas de atención a la población.

9.3.12 Matriz de impactos generados durante la obra

Durante la realización de las actividades en campo, el profesional del Área Social, debe elaborar la matriz de identificación de impactos, de acuerdo a los criterios que el profesional social considere pertinentes de medir.

9.3.13 Cronograma de actividades

A partir de la fecha de inicio de las actividades del Profesional del Área Social en campo, debe enviar el día viernes de la semana anterior a la interventoría, el cronograma quincenal de las actividades a realizar durante el periodo siguiente, de igual manera debe enviar de manera semanal la programación de actividades tales como: Reuniones de comunidad, comités de obra, recorridos de obra, capacitaciones entre otras actividades de índole comunitario, estos cronogramas serán monitoreado por la interventoría quien será encargado de realizar verificación del cumplimiento del Plan de Gestión Social. En cada una de las auditorías realizadas en campo, se debe registrar acta de visita con las observaciones encontradas y las respectivas recomendaciones, las cuales serán remitidas al contratista. Es de anotar que, si por alguna circunstancia se modifica alguna de las actividades programadas, se debe reportar de forma inmediata, a la interventoría con copia a la supervisión.

9.3.14 Censos de inmuebles

Para la realización del informe se debe recopilar la información de cada una de las fichas, las cuales deben estar debidamente diligenciadas y con las respectivas firmas del ciudadano, los profesionales encargados y el visto bueno de la interventoría.

Posteriormente se deben organizar en medio digital los registros fotográficos en carpetas por direcciones o cuadras y luego armar las subcarpetas de cada vivienda. En el informe físico se debe colocar en la ficha de registro de fotografías una o dos fotos principales de cada vivienda o negocio censado, los datos generales: Tipo de proyecto, barrio, No de contrato, Contratista, dirección del predio, estado de las paredes internas, fachada, pisos, cubierta (techo), antejardín, anden, sardinel, la fecha del registro fotográfico y las observaciones generales.

Los productos a entregar en el informe son:

- Informe físico con datos estadísticos de cada uno de los componentes.
- Un fólder. Carpeta de los censos originales, debidamente organizados por barrio o zonas de influencia, en cada censo debe estar el formato del registro fotográfico debidamente diligenciado.
- Una USB con la información debidamente organizada y de fácil acceso.
- Un video marcado con su respectivo registro de tomas y tiempo de duración.
- Las Actas de entrega de inmuebles una vez culminadas las obras.

9.3.15 Informes mensuales

Como anexo al informe técnico en los tres primeros días hábiles de cada mes y cada vez que se presente un acta para pago, el contratista y los profesionales sociales, deben entregar, un informe del avance de las actividades, dichos informes serán revisados por el interventor, verificando que estos cumplan con los lineamientos establecidos en el Plan de Gestión Social de Obras, luego serán enviados para aprobación y respectivo tramite. Los informes que no cumplan con los requisitos mínimos, serán devueltos al profesional del área social con las observaciones requeridas, las cuales se deben evacuar de forma inmediata.

9.3.16 Informe final

Una vez finalizada la obra y antes de firmar el acta de liquidación del contrato, el profesional del área social debe presentar un informe final ejecutivo, con los respectivos soportes de todas las actividades generadas durante la ejecución de la obra, de los cuales están:

- Informe físico con los lineamientos establecidos para informes con los productos finales.
- Informe final impreso con fotografías a color y en medio digital.

- Copia de los registros levantados de todas las actividades realizadas con la comunidad. Acta de reuniones, comités de control social, comités de obra, entre otras actividades.
- Material audiovisual: Registros fotográficos y videos.
- Recepción de los PQRS y su respectivo tramite
- Temario de los talleres o capacitaciones que lleven a cabo
- La organización y entrega de esta información debe ser por sector o barrio intervenido, la documentación debe estar organizada cronológicamente de forma ascendente.

9.3.17 Valla informativa

Vallas en las obras: se instalarán en sitios visibles previamente determinados por el interventor o por el supervisor del contrato el anclaje de las vallas.

Plazo: las vallas de información deberán instalarse por parte del contratista, al momento del inicio de ejecución de la obra.

Sostenibilidad: las vallas de información deberán mantenerse siempre en perfecto estado de legibilidad, en el caso en que estas se encuentren deterioradas o que no cumplan con los requisitos estipulados deberán ser retiradas y reemplazadas en un plazo no mayor de (15) días calendario. En los contratos de obras se deberán incluir estas disposiciones con el fin de hacerlas cumplir por parte del contratista y verificado por el interventor del contrato.

9.3.18 Cuñas radiales

El profesional del Área Social, debe hacer un levantamiento de información de los medios de comunicación (radio) que se encuentran en la zona de influencia, y a través del mismo debe informar de las acciones ejecutadas para las obras contratadas.

9.3.19 Contratación mano de obra

La generación de empleo en los municipios es uno de los indicadores más importantes, por lo tanto, el control de este, es de carácter prioritario. El contratista deberá contratar la mano de obra no calificada en el municipio donde se realicen las obras, el Profesional del Área Social deberá incluir en los informes mensuales, un

reporte de la mano de obra calificada y no calificada, esto junto con los respectivos pagos de los parafiscales acordes a la fecha de entrega del informe.

9.4 PLAN DE MANEJO FORESTAL Y ARBOLEO

FICHA DE MANEJO FORESTAL O ARBOREO

UBICACIÓN: Miramanga se encuentra ubicada en la vía Bucaramanga a Cúcuta, hace parte de comuna 14 del Municipio de Bucaramanga con coordenadas N 7,130641 W 73.101.465, como se observa en la foto:



DESCRIPCIÓN DE LAS COBERTURAS EXISTENTES

Según la metodología CORINE (Coordination of Information on the Environmental) Land Cover adaptada para el país, El área de estudio se encuentra en la unidad de cobertura;

1.1.1 Tejido urbano continuo

Son espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más de80% de la superficie del terreno. La vegetación y el suelo desnudo representan una baja proporción del área del tejido urbano. La superficie de la unidad debe ser superior a cinco hectáreas.

REGISTRO FOTOGRÁFICO













TIPO VEGETACIÓN EXISTENTE EN EL SITIO

El sitio de estudio se observa una vegetación conformada por gramíneas de porte bajo y arboles aislados como; Pasto Estrella *(Cynodon nlemfuensis*), Pasto elefante (*Pennisetum purpureum),* Cítricos *(Citrus sp*), Aguacate (*Persea americana),* Yarumo *(Cecropia peltata*), *bambú (Bambusa vulgaris)*, Guayacán Rosado *(Tabebuia rosea),* Curo Macho *(Persea caerulea*) los cuales fueron establecidos por los lugareños.

En el sitio se presentó un deslizamiento de tipo rotacional, retrogresión, este deslizamiento se reactivó de nuevo en el último periodo de lluvias.
Se requiere realizar inventario forestal

RECOMENDACIONES GENERALES DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN.

Se debe realizar el inventario forestal de especies arbóreas con DAP superiores a 10 cm**,** Se recomienda realizar una evaluación ecológica rápida utilizando la observación directa en el área de estudio para identificar fauna presente área estudio.

Realizar una revisión previa de los árboles previamente a la intervención con el fin de identificar presencia de epifitas y nidos.

Y de acuerdo con revisión forestal realizada y por la intervención de árboles a talar para la realización de obras de protección mitigación y corrección de erosión se propone realizar medidas de compensación con espeséis forestales y arbustivas como:

guadua (*Guadua angustifolia*), guamo (*Inga sp.*), Guacimo (*Guazuma Ulmifolia*), Aro (*Trichantera gigantea*), búcaro (*Erythrina fusca*), Gallinero (*Phitecellobium dulce*), Gualanday (*Jacaranda caucana*), Nauno (*Pseudosamanea guachapele*), Guayacán rosado (*Tabebuia roseae*), Guayacán amarillo (*Tabebuia chrysantha*),trompeto (Bocconia frutescens).cordoncillo (Piper bogotense).

10. SOCIALIZACIÓN

10.1 METODOLOGÍA

10.1.1 Convocatoria a la socialización de inicio

Para dar inicio a la ejecución del proyecto y actividades en campo se contactó la presidenta de la junta de acción comunal y demás líderes comunitarios con el fin de concretar fecha, hora, lugar para la socialización y medios para la convocatoria de la comunidad.

Dentro de las estrategias establecidas se diseñaron volantes, los cuales se entregaron a las personas habitantes del área directa de estudio.



Figura 131. Folleto Convocatoria Socialización de Inicio de Proyecto.

10.1.2 Desarrollo de la socialización

10.1.2.1 Presentación del consorcio y del equipo de trabajo

El director del proyecto realiza apertura a la socialización, da la bienvenida a la comunidad y presenta el consorcio y su equipo de trabajo el cual está conformado por profesionales en geología, topografía, ingenieros civiles, trabajo social entro otros.

Indica que dentro del proyecto se requieren ayudantes de obra, vigilancia para cuidado de máquinas y acompañamiento para seguridad al personal en campo y refiere que se dará participación a la comunidad para desarrollar dichas labores.

Finalmente solicita a los asistentes la colaboración con la entrega de información que se requiere y recuerda el principio de solidaridad social contemplado en la ley 1523 de 2012.

10.1.2.2 Desarrollo de la temática

Mediante uso de proyector video beam se expuso a la comunidad las técnicas a emplear para el estudio y los componentes del mismo.

- Cartografía base digital y modelado 3D, la cual se compone por ortomosaico, levantamiento Lidar, levantamiento topográfico.
- Geología y Geomorfología
- Hidrología.
- Análisis detallado por movimientos en masa.
- Diseño de obras de mitigación.
- Socialización

10.1.2.3 Cierre

Para concluir la socialización se generó un espacio de preguntas e inquietudes, dando participación a la comunidad y procurando respuestas contundentes a las mismas.

10.2 TIEMPO DE EJECUCIÓN

El contrato tiene un tiempo de ejecución de dos meses a partir de la firma del acta de inicio.

- Fecha de firma de acta de inicio: 08 de mayo de 2023

10.3 ASISTENCIA

La socialización se llevó a cabo con la participan de la comunidad con una asistencia de sesenta y cinco (65) personas; tres (3) profesionales de la interventoría y cinco (5) profesionales de la consultoría. En el Anexo A se adjunta la asistencia de la socialización.



Fotografía 19.Socialización
Fuente: Elaboración propia

11. PRESUPUESTO DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN

De acuerdo al orden de priorización de las obras de mitigación, se definieron tres sectores de obras de mitigación para Miramanga.



Figura 132. Priorización de las obras de mitigación por sectores.

11.1 SECTOR 1 – OBRAS DE MITIGACION DE INTERVENCION INMEDIATA

Para el Sector 1, que corresponde a la zona más próxima a la corona del deslizamiento reciente, se establecieron medidas de intervención inmediata para controlar las deformaciones y afectaciones de los elementos expuestos que se encuentran cerca de la corona del movimiento, compuestas por un sistema de pilotes prebarrenados de 2.0 metros de diámetro y profundidad de 27.00 metros, separados cada 4.80 metros entre ejes con anclajes de 50 toneladas cada 2.0 metros en la viga cabezal.

Estas obras para el sector 1, no garantizan la estabilidad del talud de manera definitiva, se proponen como medidas de intervención inmediata para controlar el

avance del deslizamiento sobre los elementos expuestos localizados atrás de la corona del movimiento.

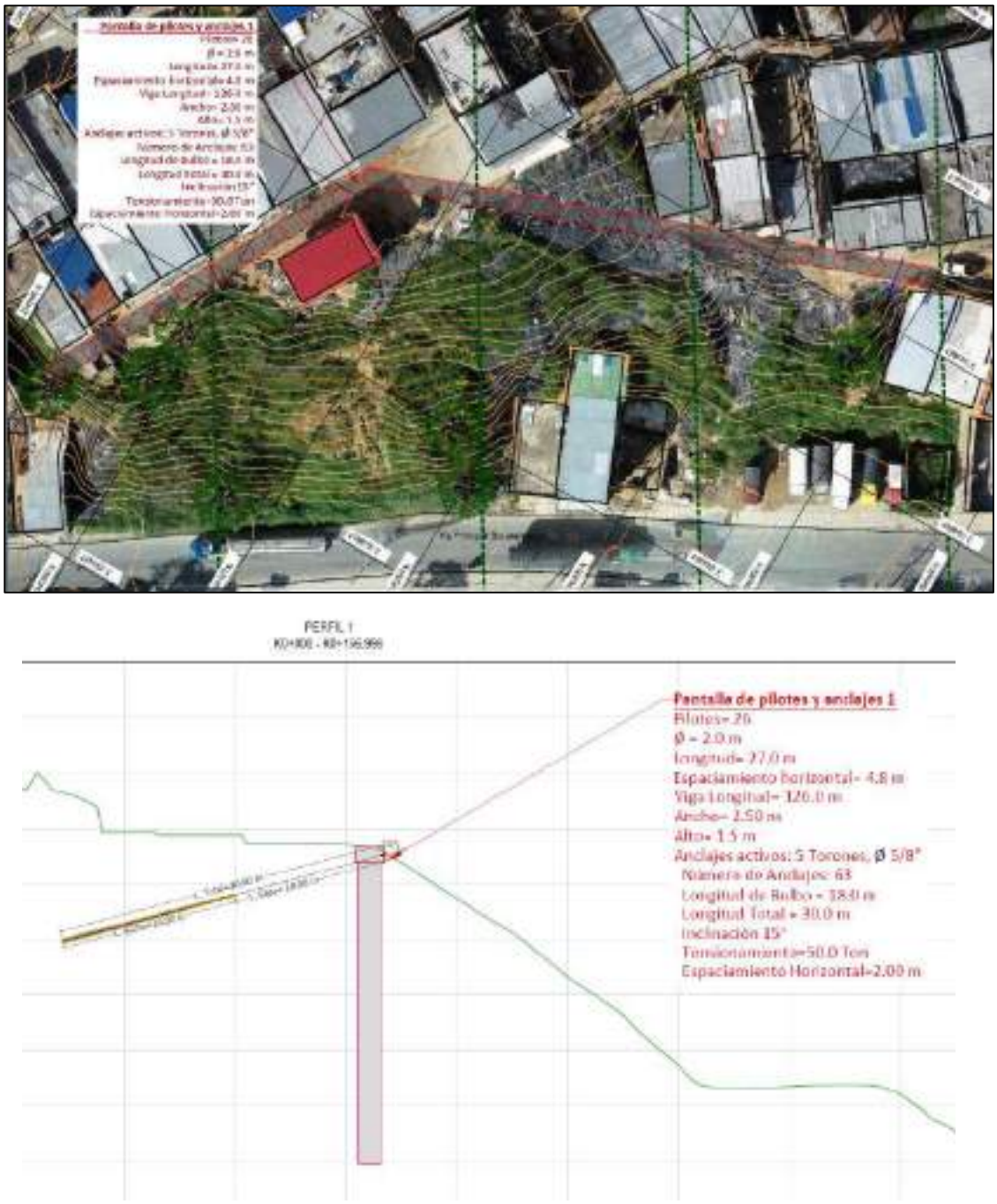


Figura 133. Obra de Mitigación Sector 1.

ESTUDIO Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES MIRAMANGA, LA INDEPENDENCIA, GAITÁN PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PUBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER.

MUNICIPIO	Bucaramanga	CONTRATO No		VERSIÓN	

PRESUPUESTO DE OBRA

BARRIO MIRAMANGA SECTOR I

ITEM	ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/PARCIAL
1	**SECCION PRIMERA - PRELIMINARES**				$ 82,502,178.00
1.1	REPLANTEO, CONTROL Y MEDICIÓN DE LA OBRA	M2	750.00	$ 4,050.00	$ 3,037,500.00
1.4	ENCERRAMIENTO EN LONA VERDE Y POSTE DE MADERA	ML	760.00	$ 26,912.00	$ 6,776,000.00
1.6	CAMPAMENTO	GLB	1.00	$ 6,314,447.00	$ 6,314,447.00
1.8	VALLA TIPO 1A (5.00m x 2.90m)	UND	1.00	$ 2,969,356.00	$ 2,969,356.00
1.10	RETIRO DE BASURAS Y ESCOMBROS	M3	375.00	$ 64,141.00	$ 24,052,875.00
2	**SECCION SEGUNDA - MOVIMIENTOS DE TERRA**				$ 657,661,939.63
2.4	EXCAVACIONES EN MATERIAL GRANULAR A CUALQUIER PROFUNDIDAD	M3	244.96	$ 54,159.00	$ 13,268,662.56
2.5	RELLENOS PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL GRANULAR TIPO SBG (INCLUYE ACARREO)	M3	51.62	$ 171,692.00	$ 14,029,910.99
2.6	TRANSPORTE DE MATERIALES PROVENIENTES DE LA EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN, CANALES Y PRÉSTAMOS PARA DISTANCIAS MAYORES DE MIL METROS (1.000 M) MEDIDO A PARTIR DE CIEN METROS (100 M) (INCLUYE CONFORMACION DE BOTADERO)	M3-KM	67304.14	$ 1,937.00	$ 130,358,128.05
3	**SECCION TERCERA - ESTRUCTURAS**				$ 10,533,270,854.26
3.1	**CONCRETOS**				$ 2,365,755,863.66
3.1.7	CONCRETO DE 4000 PSI PARA MURO ESTRUCTURAL	M3	517.95	$ 803,609.00	$ 416,250,378.20
3.1.9	CONCRETO DE 4000 PSI PARA PILOTES	M3	2439.84	$ 803,609.00	$ 1,946,606,487.37
3.2	**ACEROS**				$ 6,167,514,990.60
3.2.1	ACERO DE REFUERZO Fy 4200 MPa	KG	611154.53	$ 10,089.00	$ 6,167,514,990.60
5	**SECCION QUINTA - ESTABILIZACIÓN DE TALUDES**				$ 2,789,685,047.62
5.1	PERFORACIÓN PARA ANCLAJES EN TALUDES CON EQUIPO DESCOLGADO HASTA 15 METROS	ML	845.00	$ 399,160.00	$ 366,911,200.00
5.2	PERFORACION PARA ANCLAJES EN TALUDES CON EQUIPO DESCOLGADO MAYORES A 15 METROS	ML	845.00	$ 445,915.00	$ 421,369,679.00
5.3	ENCAMISADO DE ANCLAJES - DRENES	ML	1690.00	$ 199,165.00	$ 374,531,950.00
5.4	INYECCION LECHADA DE CEMENTO RESISTENCIA 4357 PSI	M3	38.16	$ 1,437,320.00	$ 79,395,737.62
5.6	TENSIONAMIENTO DE ANCLAJES 40 TONELADAS	UND	63.00	$ 201,126.00	$ 12,670,938.00
5.7	PROTECTOR PUNTA ANCLAJE EN CONCRETO	UND	63.00	$ 22,420.00	$ 1,412,460.00
5.8	SUMINISTRO DE KIT DE CUNAS DE 5/8" *4 PARA ANCLAJE	UND	63.00	$ 86,842.00	$ 5,471,046.00
5.10	SUMINISTRO DE ANCLAJE DE 30 METROS INCLUYE TORON DE 5/8" SEPARADORES Y TUBERIA Y DEMAS ACCESORIO PARA SU CORRECTA INSTALACION	UND	63.00	$ 2,064,051.00	$ 130,035,213.00
5.14	PILA TIPO D=2.0m L=27.0m	ML	702.00	$ 1,995,248.00	$ 1,400,770,096.00
5.15	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE PLATINAS PARA ANCLAJES DE PANTALLA ANCLADA	UND	63.00	$ 83,664.00	$ 5,270,832.00
TOTAL COSTO DIRECTO					$ 13,530,084,019.51
			ADMINISTRACION	28%	$ 3,928,394,398.00
			IMPREVISTOS	1%	$ 135,300,840.00
			UTILIDAD	5%	$ 676,504,201.00
				AIU	$ 4,736,579,467
			ACTUALIZACION Y/O AJUSTES A LOS DISEÑOS		$ 135,300,840
			IVA/UTILIDAD	19%	$ 25,704,206
SUBTOTAL BASICO OBRAS (A)					$ 18,404,994,266.71
			PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	1.65%	$ 303,682,763
			PLAN DE MANEJO DE TRAFICO	1.04%	$ 140,113,700
VALOR TOTAL OBRAS					$ 18,754,716,719.51
			INTERVENTORIA	6.28%	$ 1,121,087,100.00
TOTAL PROYECTO					$ 20,904,268,119.51

Figura 134. Presupuesto Miramanga Sector 1

11.2 SECTOR 2 – OBRAS DE MITIGACION PARA EL CUERPO DEL DESLIZAMIENTO

Para el Sector 2, que corresponde a La zona del cuerpo del deslizamiento reciente, se establecieron medidas de intervención tendientes a mitigar los efectos de la masa de suelo inestable de manera definitiva.

Teniendo en cuenta la problemática presente en el área en estudio se propone como obra de mitigación cortar y remover el material deslizado mediante corte en talud 1.0H:1.0V en conjunto con la construcción de un muro estructural con anclajes activos.

Es importante aclarar que no se puede realizar el corte del material deslizado si no se construye primero la pantalla de pilotes, debido a que es un material muy inestable.

Se recomienda anclajes compuestos por cinco (5) torones de 0,6 Pulgadas de diámetro tensados a una carga de 50 toneladas/anclaje, ángulo de inclinación de 15º, longitud de bulbo de 18.0 metros y longitud total de 30.0 metros.

De manera adicional se establecieron obras para el control de las aguas de escorrentía superficial y obras para mitigar los ascensos de los niveles freáticos.



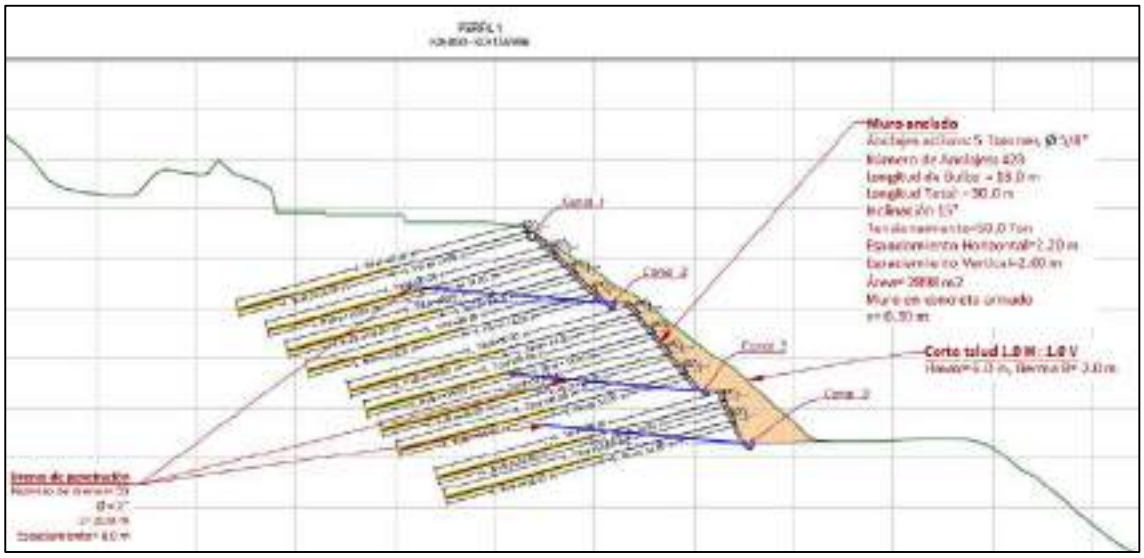
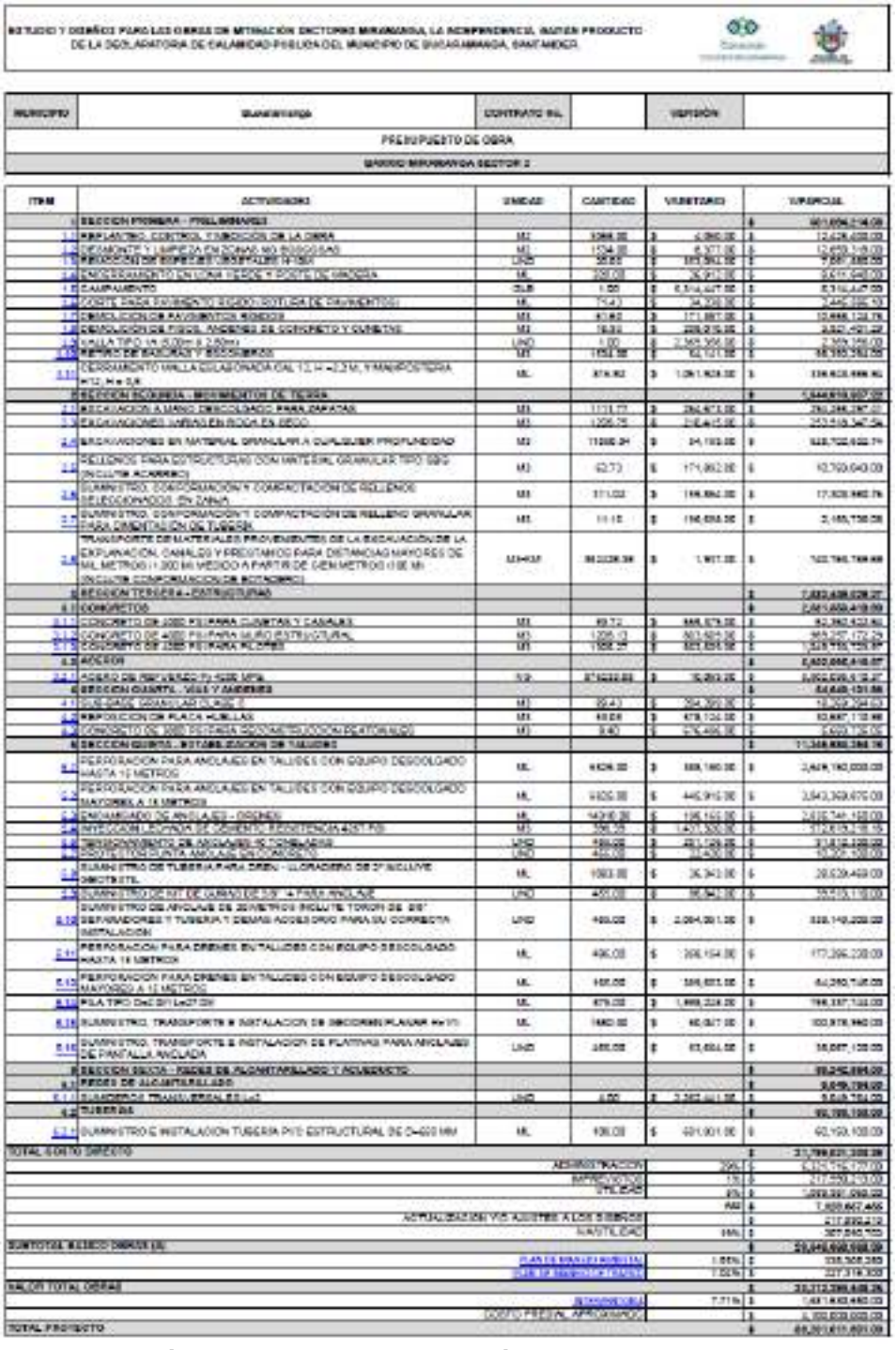


Figura 135. Obra de Mitigación Sector 2



ESTUDIO Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES MIRAMANGA, LA INDEPENDENCIA, GAITÁN PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PUBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER

MUNICIPIO	BUCARAMANGA	CONTRATO No.		VERSIÓN	
PRESUPUESTO DE OBRA					
BARRIO MIRAMANGA SECTOR 2					

ITEM	ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	VR/UNITARIO	VR/PARCIAL
	SECCION PRIMERA - PRELIMINARES				$ 60,000,000.00
1.1	REPLANTEO, CONTROL Y DIRECCION DE LA OBRA	M2	1000.00	$ 12,000.00	$ 12,000,000.00
1.2	DESMONTE Y LIMPIEZA EN ZONAS MEDIANAMENTE BOSCOSAS	M2	1234.00	$ 9,377.00	$ 11,573,618.00
1.3	DEMOLICION DE CONCRETO CICLOPEO (1:3:5)	UND	35.00	$ 181,541.00	$ 6,353,935.00
1.4	EMPRADIZAMIENTO EN LONA VERDE Y POSTE DE MADERA	ML	200.00	$ 36,917.00	$ 7,383,400.00
1.5	CAMPAMENTO	GLB	1.00	$ 6,314,427.00	$ 6,314,427.00
1.6	CORTE PARA EXTRACCION Y RETIRO (BOTELLA DE PAVIMENTOS)	ML	70.43	$ 34,306.00	$ 2,416,286.10
1.7	DEMOLICION DE PAVIMENTOS RIGIDOS	M3	61.83	$ 171,997.00	$ 10,633,128.51
1.8	DEMOLICION DE PISOS, ANDENES DE CONCRETO Y CUNETAS	M3	16.31	$ 205,215.00	$ 3,347,451.65
1.9	CASETA TIPO (4.00m x 2.40m)	UND	1.00	$ 2,369,356.00	$ 2,369,356.00
1.10	RETIRO DE BASURAS Y ESCOMBROS	M3	1153.00	$ 62,121.00	$ 71,620,713.00
1.11	CERRAMIENTO MALLA ESLABONADA CAL 12 H = 2.2 M, Y MANIPOSTERIA H=2, H= 0.8	ML	874.00	$ 1,061,828.00	$ 928,053,896.00
	RECEPCION SEGUNDA - MOVIMIENTOS DE TIERRA				$ 1,544,819,007.00
2.1	EXCAVACION A MANO (MECANIZADO PARA ZAPATAS	M3	1111.77	$ 264,471.00	$ 293,946,387.00
2.3	EXCAVACIONES VARIAS EN ROCA EN SECO	M3	1206.75	$ 315,415.00	$ 380,519,347.25
2.4	EXCAVACIONES EN MATERIAL GRANULAR A CUALQUIER PROFUNDIDAD	M3	11395.24	$ 24,193.00	$ 275,722,622.32
2.5	RELLENOS PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL GRANULAR TIPO SBG (INCLUYE ACARREO)	M3	62.73	$ 171,982.00	$ 10,789,649.09
2.6	SUMINISTRO, CONFORMACION Y COMPACTACION DE RELLENOS SELECCIONADOS (Fx CAMA)	M3	111.03	$ 156,884.00	$ 17,420,982.76
2.7	SUMINISTRO, CONFORMACION Y COMPACTACION DE RELLENO GRANULAR PARA CIMENTACION DE TUBERIA	M3	11.15	$ 156,884.00	$ 2,165,736.00
2.8	TRANSPORTE DE MATERIALES PROVENIENTES DE LA EXCAVACION DE LA EXPLANACION, CANALES Y PRESTAMOS PARA DISTANCIAS MAYORES DE MIL METROS (+ 300 M) MEDIDO A PARTIR DE CIEN METROS (100 M) (INCLUYE CONFORMACION DE BOTADEROS)	M3-KM	80,222.38	$ 1,907.00	$ 152,985,799.66
	SECCION TERCERA - ESTRUCTURAS				$ 7,822,438,226.27
3.1	CONCRETOS				$ 2,861,650,419.00
3.1.1	CONCRETO DE 3000 PSI PARA CUNETAS Y CANALES	M3	83.72	$ 646,574.00	$ 54,392,422.82
3.1.2	CONCRETO DE 4000 PSI PARA MURO ESTRUCTURAL	M3	1206.13	$ 803,484.00	$ 969,247,172.29
3.1.3	CONCRETO DE 3000 PSI MURO RECTO	M3	1395.24	$ 894,895.00	$ 1,248,810,824.89
3.2	ACEROS				$ 5,402,646,418.27
3.2.1	ACERO DE REFUERZO Fy 420 MPa	KG	871,422.68	$ 6,200.00	$ 5,402,646,418.27
	SECCION CUARTA - VIAS Y ANDENES				$ 54,648,151.66
4.1	SUBBASE GRANULAR E=0.20M	M3	99.41	$ 264,399.00	$ 26,282,294.59
4.2	REPOSICION DE PLACA HUELLAS	M3	48.04	$ 479,134.00	$ 23,017,132.66
4.3	CONCRETO DE 3000 PSI PARA ANDENES(INCLUYE ACABADO)	M3	9.40	$ 3,449,466.00	$ 32,429,138.00
	SECCION QUINTA - ESTABILIZACION DE TALUDES				$ 11,348,880,384.76
5.1	PERFORACION PARA ANCLAJES EN TALUDES CON EQUIPO DESCOLGADO HASTA 12 METROS	ML	6434.00	$ 309,160.00	$ 2,429,180,000.00
5.2	PERFORACION PARA ANCLAJES EN TALUDES CON EQUIPO DESCOLGADO MAYORES A 12 METROS	ML	6826.00	$ 445,915.00	$ 3,043,369,675.00
5.3	ENCHARCADO DE ANCLAJES - DRENES	ML	14206.00	$ 195,155.00	$ 2,772,741,430.00
5.4	INYECCION LECHADA DE CEMENTO (PRESENCIA AGUA)	M3	1561.00	$ 1,421,500.00	$ 2,219,276,500.00
5.5	TENSIONAMIENTO DE ANCLAJES 30 TONELADAS	UND	1564.00	$ 451,149.00	$ 705,581,436.00
5.6	CONTROLES DE CALIDAD ANCLAJES (CONCRETO)	UND	400.00	$ 51,400.00	$ 20,560,000.00
5.7	SUMINISTRO DE TUBERIA PARA DREN - LOREADERO DE 3" INCLUYE GEOTEXTIL	ML	1083.00	$ 36,341.00	$ 39,359,403.00
5.8	SUMINISTRO DE KIT DE CABEZA DE 3/8" A PARA ANCLAJE	UND	400.00	$ 90,541.00	$ 36,216,400.00
5.10	SUMINISTRO DE ANCLAJE DE 30 METROS INCLUYE TORON DE 3/8" SEPARADORES Y TUBERIA Y DEMAS ACCESORIO PARA SU CORRECTA INSTALACION	UND	400.00	$ 2,004,291.00	$ 801,716,400.00
5.11	PERFORACION PARA DRENES EN TALUDES CON EQUIPO DESCOLGADO HASTA 12 METROS	ML	496.00	$ 356,154.00	$ 176,692,224.00
5.12	PERFORACION PARA DRENES EN TALUDES CON EQUIPO DESCOLGADO MAYORES A 12 METROS	ML	495.00	$ 356,651.00	$ 176,542,245.00
5.13	PILA TIPO Dx(0.91)x(7.00)	ML	875.00	$ 1,999,224.00	$ 1,749,321,000.00
5.14	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE DECORDEL PLASTICO (0.91)	ML	1960.00	$ 60,917.00	$ 119,396,320.00
5.15	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE PLATINA PARA ANCLAJES DE PANTALLA ANCLADA	UND	200.00	$ 93,604.00	$ 18,720,800.00
	SECCION SEXTA - REDES DE ALCANTARILLADO Y ACUEDUCTO				$ 93,245,894.00
6.1	REDES DE ALCANTARILLADO				$ 2,478,794.00
6.1.1	SUMIDERO TRANSVERSAL E=Lx2	UND	4.00	$ 2,367,441.00	$ 9,469,764.00
6.2	TUBERIAS				$ 90,766,100.00
6.2.1	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA PVS ESTRUCTURAL DE D=400 MM	ML	436.00	$ 481,901.00	$ 40,160,436.00
TOTAL COSTO DIRECTO					$ 21,789,831,330.39
			ADMINISTRACION	20%	$ 4,357,776,127.00
			IMPREVISTOS	1%	$ 217,888,813.00
			UTILIDAD	6%	$ 1,307,332,880.00
				IVA	$ 7,809,847,455.00
			ACTUALIZACION VR AJUSTES A LOS 5 MESES		$ 417,899,812.00
			SANTELIAC	5%	$ 387,840,700.00
SUBTOTAL COSTO DIRECTO (A)					$ 37,048,816,108.39
		PLAN DE MANEJO AMBIENTAL		1.00%	$ 370,488,161.00
		PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD		1.00%	$ 370,488,161.00
VALOR TOTAL OBRAS					$ 38,789,792,430.39
		ADMINISTRACION		7.71%	$ 1,491,400,440.00
		COSTO PREDIAL APROXIMADO			$ 1,000,000,000.00
TOTAL PROYECTO					$ 41,281,192,870.39

Figura 136. Presupuesto Miramanga Sector 2

11.3 SECTOR 3 – OBRAS DE MITIGACION PARA LA ZONA NOR-ORIENTAL

Para el Sector 3, que corresponde a la zona nor-oriental de Miramanga, se establecieron medidas de intervención tendientes a mitigar y controlar los efectos de la antigua corona del deslizamiento que afecto el sector en el año 2010. Con estas obras se busca garantizar la estabilidad de la zona nor-oriental en la cual las viviendas existentes no fueron afectadas por los deslizamientos de los años 2010 y 2022.

Para este sector se recomienda realizar un desabombe del talud y construir un sistema de anclajes pretensionados de mínimo 500 kN, separación horizontal cada 2.5 metros y separación vertical de 2.0 metros, ángulo de inclinación con respecto a la horizontal es de 15°, longitud total del anclaje de 30.0 metros y una longitud de bulbo de 18.0 metros.

Los anclajes están compuestos por cinco (5) torones de 0.6” tensados a una carga de 50 toneladas/ancla. Los anclajes se apoyarán sobre dados en concreto reforzado de dimensiones mínimas de 1.0x1.0 metros y de espesor mínimo de 0.25 metros, el cual debe quedar embebido en el talud (empotrado).

Se recomienda la instalación de malla de alta resistencia de 3.00 mm de diámetro y resistencia a la tracción de 1770 Mpa, con dimensiones de máximo 8.3 x 14.3 centímetros. Se recomienda la malla TECCO G65/3 o similar.

Adicionalmente para proteger el talud contra la erosión, se recomienda la instalación de un manto permanente tipo 5D INVIAS 811-22.

De manera adicional se establecieron obras para el control de las aguas de escorrentía superficial y obras para mitigar los ascensos de los niveles freáticos.



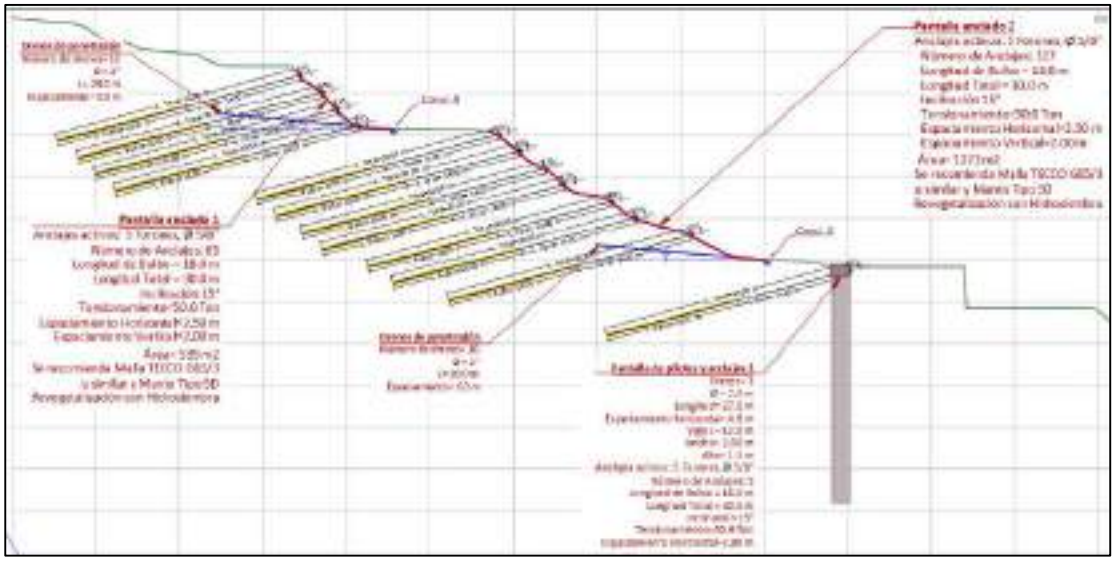


Figura 137. Obra de Mitigación Sector 3

ESTUDIO Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACION SECTORES MIRAMANGA, LA INDEPENDENCIA, GAITÁN PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PUBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER.

MUNICIPIO	Bucaramanga	CONTRATO No.		VERSIÓN	
PRESUPUESTO DE OBRA					
BARRIO MIRAMANGA SECTOR 3					

ITEM	ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	VR/UNITARIO	VR/PARCIAL
1	SECCION PRIMERA - PRELIMINARES				$ 332,858,409.50
1.1	TRASLADO, CONTROL Y MEDICION DE LA OBRA	VR	2000.00	$ 4,835.00	$ 9,100,000.00
1.2	DERRIBOS Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS	M2	6000.00	$ 8,377.00	$ 8,377,000.00
1.3	REMOCION DE BOSQUES VEGETALES H 10M	UND	10.00	$ 352,374.00	$ 3,523,740.00
1.4	CERRAMIENTO EN LONA VERDE Y POSTE DE MADERA	ML	480.00	$ 28,112.00	$ 13,494,000.00
1.5	CAMPAMENTO	GLB	1.00	$ 6,314,447.00	$ 6,314,447.00
1.6	VALLA TIPO TA (8.00m X 3.50m)	UND	1.00	$ 2,500,000.00	$ 2,500,000.00
1.10	RETIRO DE BASURAS Y ESCOMBROS	M3	1000.00	$ 64,141.00	$ 64,141,000.00
1.11	CERRAMIENTO MALLA ESLABONADA CAL 12, H =2.2 M, Y MAMPOSTERIA H=2, H = 3.5	ML	426.00	$ 1,091,526.00	$ 465,256,950.79
2	SECCION SEGUNDA - MOVIMIENTOS DE TIERRA				$ 730,176,378.35
2.1	EXCAVACION A MANO DESCOLGADO PARA ZAPATAS	M3	91.12	$ 364,673.00	$ 31,470,273.76
2.2	CONFORMACION Y PERFILADO DE TALUDES A MANO EN ALTURA	M2	2805.76	$ 161,745.00	$ 453,699,408.87
2.4	EXCAVACIONES EN MATERIAL GRANULAR A CUALQUIER PROFUNDIDAD	M3	427.39	$ 64,365.00	$ 23,652,740.84
2.5	RELLENOS PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL GRANULAR TIPO SBG (INCLUYE ACARREO)	M3	56.56	$ 171,892.00	$ 9,718,816.65
2.6	TRANSPORTE DE MATERIALES PROVENIENTES DE LA EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN, CANALES Y PRESTAMOS PARA DISTANCIAS MAYORES DE MIL METROS (1.000 M) MEDIDO A PARTIR DE CIEN METROS (100 M) INCLUYE CONFORMACION DE BOTADERO)	M3-KM	1163330.78	$ 1,837.00	$ 231,074,139.22
3	SECCION TERCERA - ESTRUCTURAS				$ 5,396,507,007.90
3.1	CONCRETOS				$ 1,260,056,013.85
3.1.1	CONCRETO DE 4000 PSI PARA CUNETAS Y CANALES	M3	46.71	$ 895,378.00	$ 33,073,267.45
3.1.2	CONCRETO DE 3000 PSI PARA MURO ESTRUCTURAL	M3	539.21	$ 903,406.00	$ 192,230,304.30
3.1.3	CONCRETO DE 4000 PSI PARA PILOTES	M3	1212.97	$ 903,406.00	$ 975,752,743.09
3.2	ACEROS				$ 4,396,510,994.05
3.2.1	ACERO DE REFUERZO Fy 4200 MPa	KG	232685.71	$ 18,894.00	$ 4,396,510,994.05
5	SECCION QUINTA - ESTABILIZACION DE TALUDES				$ 7,992,210,523.46
5.1	PERFORACION PARA ANCLAJES EN TALUDES CON EQUIPO DESCOLGADO HASTA 15 METROS	ML	3525.00	$ 386,146.00	$ 1,361,264,000.00
5.4	PERFORACION PARA ANCLAJES EN TALUDES CON EQUIPO DESCOLGADO MAYORES A 15 METROS	ML	3525.00	$ 445,915.00	$ 1,571,668,375.00
5.7	ENCABEZADO DE ANCLAJES - DRENES	ML	7050.00	$ 196,164.00	$ 1,383,073,362.00
5.8	INYECCION LECHADA DE CEMENTO, RESISTENCIA 4297 PSI	M3	233.79	$ 1,437,330.00	$ 336,749,356.37
5.9	DADO EN CONCRETO (INCLUYE PLATINA)	UND	235.00	$ 817,607.00	$ 178,077,658.00
5.10	TENSIONAMIENTO DE ANCLAJES 45 TONELADAS	UND	235.00	$ 201,126.00	$ 47,264,610.00
5.11	PROTECCION PUNTA ANCLAJES CONCRETO	UND	235.00	$ 32,298.00	$ 8,590,530.00
5.6	SUMINISTRO DE TUBERIA PARA DREN - LLORADERO DE 2" INCLUYE GEOTEXTIL	ML	7.00	$ 26,343.00	$ 19,704,564.00
5.13	SUMINISTRO DE KIT DE CUÑAS DE 3/8" "A PARA ANCLAJE	UND	235.00	$ 86,542.00	$ 20,407,570.00
5.14	SUMINISTRO DE ANCLAJE DE 30 METROS INCLUYE TORON DE .5" SEPARADORES Y TUBERIA Y DEMAS ACCESORIO PARA SU CORRECTA INSTALACION	UND	235.00	$ 2,964,501.00	$ 488,091,968.00
5.15	PERFORACION PARA DRENES EN TALUDES CON EQUIPO DESCOLGADO HASTA 15 METROS	ML	480.00	$ 306,164.00	$ 146,053,272.00
5.16	PERFORACION PARA DRENES EN TALUDES CON EQUIPO DESCOLGADO MAYORES A 15 METROS	ML	135.00	$ 368,653.00	$ 52,603,155.00
5.17	MALLA DE ALTO LIMITE ELASTICO, RESISTENCIA MAYOR A 55 KN/M, SE RECOMIENDA MALLA TECCO G65/4	m2	3168.09	$ 307,393.00	$ 662,205,926.37
5.24	PILA TIPO 2=2.5m(L=27.0m)	ML	381.00	$ 1,756,248.00	$ 731,269,049.00
5.25	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE PLATINAS PARA ANCLAJES DE PANTALLA ANCLADA	UND	37.00	$ 63,564.00	$ 2,359,028.00
6	SECCION SEXTA - REDES DE ALCANTARILLADO Y ACUEDUCTO				$ 40,040,742.00
6.1	REDES DE ALCANTARILLADO				$ 4,524,552.00
6.1.1	SUMIDEROS TRANSVERSALES (J4)	UND	2.00	$ 2,262,441.00	$ 4,524,552.00
6.2	TUBERIAS				$ 36,116,063.00
6.2.1	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA PVC ESTRUCTURAL DE D=400 MM	ML	60.00	$ 601,831.00	$ 36,116,063.00
TOTAL COSTO DIRECTO					$ 10,532,408,203.75
				ADMINISTRACION 22%	$ 4,241,750,132.00
				IMPREVISTOS 1%	$ 139,354,004.00
				UTILIDAD 5%	$ 696,624,419.00
				AIU	$ 4,877,770,824
				ACTUALIZACION Y/O AJUSTES A LOS DISEÑOS	$ 139,354,004
				IVA UTILIDAD 19%	$ 132,299,635
SUBTOTAL BARRIO OBRAS (A)					$ 15,553,829,108.25
		PLAN DE MANEJO AMBIENTAL		1.56%	$ 216,890,783
		PUESTA EN MARCHA DE OBRAS		1.29%	$ 180,484,000
VALOR TOTAL OBRAS					$ 15,949,203,891.25
		INTERVENTORIA		10.00%	$ 1,521,304,976.00
		COSTO PREDIAL APROXIMADO			$ 750,000,000.00
TOTAL PROYECTO					$ 31,958,745,458.50

Figura 138. Presupuesto Miramanga Sector 3

11.4 PRIORIZACIÓN DE LAS INTERVENCIONES

Para el sector de Miramanga, y en función del nivel de amenaza, se recomienda priorizar las intervenciones así:

- Iniciar con las obras del sector 1, las cuales tienen un valor de $20,004,368,118.00

- Continuar con las obras del sector 2, las cuales tienen un valor de $36,201,011,901.00

- Seguidamente, se deben ejecutar las obras del sector 3, que corresponde al sector nor-oriental, las cuales tienen un valor de $ 21,634,743,426.00

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.1 DIAGNOSTICO DE LOS PROBLEMAS IDENTIFICADOS

En este sector se presentó un deslizamiento de tipo rotacional, retrogresivo, de gran magnitud que afecto un área aproximada de 2 hectáreas. De acuerdo a la revisión de información existente, se trata de la reactivación de un antiguo deslizamiento, el cual presento afectaciones en los años 2006 y 2010.

Este antiguo deslizamiento se reactivó en la ola invernal de los meses de octubre y noviembre de 2022 y se presume que el aumento de las lluvias y posibles daños en las redes de servicios públicos pudieron generar una saturación gradual del antiguo deslizamiento y de los rellenos antrópicos, que fueron conformados sobre la superficie del antiguo depósito coluvial.

En las inspecciones de campo se identificaron grietas de tracción y superficies de ruptura, sobre el talud superior de la vía Bucaramanga – Cucuta. Los desplazamientos que se han presentado en este sector han ocasionado el colapso de varias viviendas, cierre parcial de la via Bucaramanga – Cucuta y daños en redes de servicios públicos.

De acuerdo a información histórica de la empresa GEOTECNOLOGIA S.A.S, se tiene evidencia relacionada con un deslizamiento presentado en el año 2006 que fue detonado por las excavaciones realizadas para la construcción de un parqueadero junto a la Vía a Pamplona, adicionalmente, en el año 2010, se presentó un deslizamiento en los meses de noviembre y diciembre, producto de la ola invernal de dicho año. El movimiento afecto la cancha, la zona de juegos infantiles y 2 antenas de telecomunicaciones.

En la foto aérea del año 2014, se aprecia que posterior al deslizamiento del año 2010, se realizó una conformación de la zona del movimiento, sin embargo, y de acuerdo a la información recopilada en campo no se construyeron obras de mitigación y/o estabilización para mitigar los efectos del deslizamiento. En el lapso de tiempo entre los años 2010 a 2014, es cuando se incrementa el número de viviendas construidas en este sector.

De acuerdo al análisis de la información histórica de los años 1992 a 2014, se concluye que una gran parte del sector de Miramanga fue construida sobre rellenos

que se conformaron sobre los materiales de los dos deslizamientos de los años 2006 y 2010.

Para el 2022 gran parte de la zona del antiguo movimiento fue ocupada y construida sin que se construyeran obras de mitigación. Adicionalmente y de acuerdo a las inspecciones de campo, las viviendas del sector de Miramanga carecen de sistema de alcantarillado de aguas lluvias y el alcantarillado sanitario existente fue construido por la comunidad. Dado que los sistemas de alcantarillado sanitario y la red de distribución de agua potable, de gran parte del sector de Miramanga, fueron construidos sobre el cuerpo del antiguo deslizamiento, es muy factible que estas redes presentan fugas y estas aguas estén saturando el depósito del antiguo deslizamiento.

Finalmente, En la foto aérea del año 2023 se superpone la superficie de falla o corona del deslizamiento del año 2010 y la superficie de falla del deslizamiento reciente de octubre de 2022. Se aprecia que el deslizamiento reciente corresponde a la reactivación de un sector del antiguo deslizamiento y las casusas más probables están asociadas a la saturación de la masa del deslizamiento antiguo producto de las lluvias, del mal manejo de las aguas de escorrentía y a posibles infiltraciones de agua de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario.

En el presente documento, denominado TOMO II – DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACIÓN, se presentan el resumen de los diferentes trabajos realizados para la caracterización del suelo del presente estudio.

Las medidas de reducción de la amenaza están orientadas a mitigar o reducir los efectos de inestabilidad de sectores que se zonificaron con amenaza alta.

A partir de la exploración de campo, ensayos de laboratorio y la geología realizada en el área de estudio, se identificaron tres (3) unidades geológicas las cuales son:

- Suelo Residual de Neis Biotitico Anfibolitico.
- Neis de Bucaramanga Neis Biotitico Anfibolitico Meteorizado -Cataclastico.
- Deposito coluvial activo o deslizamiento.

12.2 EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LAS CONDICIONES ACTUALES

La evaluación de la amenaza se efectuó teniendo en cuenta la metodología propuesta por la Guía Metodológica del Servicio Geológico Colombiano, la cual se basa en el cálculo de probabilidades de falla, obteniéndose al determinar la probabilidad anual de falla considerando los eventos sísmicos y de lluvia.

Adicionalmente se realizó el análisis de amenaza como lo establece el decreto 1807 de 2014 mediante el análisis de mínimo tres (3) escenarios, sin embargo, para el presente estudio se consideró el análisis de cuatro escenarios.

Para determinar la zonificación de la amenaza más real, se ponderaron los diferentes escenarios, en donde se aprecia, que la probabilidad de ocurrencia de un deslizamiento es mayor para aquellos escenarios en los cuales no se registraría un evento sísmico.

Para la ponderación se tuvo en cuenta el periodo de exposición (50 años) el cual está relacionado con los periodos de retorno del evento sísmico.

Tabla 121. Ponderación propuesta para los escenarios de análisis de la evaluación de la amenaza.
Fuente: Elaboración propia.

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN (%)
1	Estático	43.4
2	Estático parcialmente saturado	41.7
3	Dinámico	10.5
4	Dinámico parcialmente saturado	4.4

De acuerdo a los resultados se pudo concluir que casi la totalidad del barrio se encuentra en amenaza alta, sin embargo, tan solo el sector sur donde se trazó el perfil 4 del presente estudio se presenta una amenaza media a movimientos en masa.

Los principales factores detonantes para activar los movimientos en masa, son los niveles freáticos o niveles de agua subterránea y el sismo.

12.3 OBRAS DE MITIGACIÓN

Teniendo en cuenta la problemática presente en el área en estudio se propone como obra de mitigación cortar y remover el material deslizado mediante corte en talud 1.0H:1.0V en conjunto con la construcción de una pantalla de pilotes con anclajes activos.

Se recomiendan pantallas de pilotes de 2.0 metros de diámetro y profundidad de 27.00 metros, separados cada 4.80 metros entre ejes con anclajes de 50 toneladas cada 2.0 metros.

Es importante aclarar que no se puede realizar el corte del material deslizado si no se construye primero la pantalla de pilotes, debido a que es un material muy inestable.

Se recomienda anclajes compuestos por cinco (5) torones de 0,6 Pulgadas de diámetro tensados a una carga de 50 toneladas/anclaje, ángulo de inclinación de 15º, longitud de bulbo de 18.0 metros y longitud total de 30.0 metros.

Los anclajes en los taludes superiores del sector del perfil 4, se apoyarán sobre dados en concreto reforzado de dimensiones mínimas de 1.10x1.10 metros y de espesor mínimo de 0.25 metros, el cual debe quedar embebido en el talud (empotrado).

Para el diseño estructural del dado se debe contemplar un Kv de 40289 kN/m3.

12.4 OBRAS DE SUBDRENAJE

Se recomienda construir drenes de 20.0 metros de longitud, con separación horizontal variable entre 8.0 y 6.0 metros y una inclinación de 6º, en la base de los taludes.

12.5 MANEJO DE LA EROSIÓN

Se recomienda la instalación de malla de alta resistencia de 3.00 mm de diámetro y resistencia a la tracción de 1770 Mpa, con dimensiones de máximo 8.3 x 14.3 centímetros. Se recomienda la malla TECCO G65/3 o similar.

Adicionalmente para proteger el talud contra la erosión, se recomienda la instalación de un manto permanente tipo 5D INVIAS 811-22.

12.6 MANEJO DE LA ESCORRENTÍA

Para el manejo de las aguas de escorrentía se recomienda en la base del talud, construir un canal trapezoidal en concreto reforzado de 0.30m de base menor, 0.80m de base mayor y 0.50m de altura.

12.7 PROCEDIMIENTO PARA LA EXCAVACIÓN MANUAL DE PILAS Y/O CAISSON (DIÁMETRO 2.0 METROS)

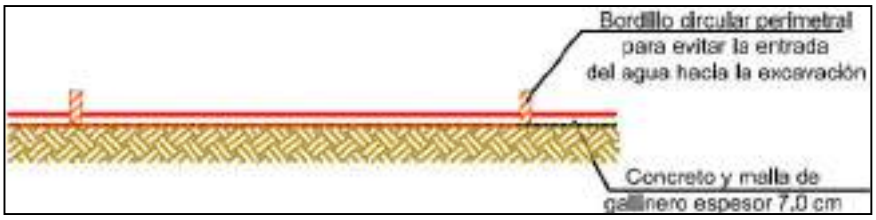
Las pilas y/o caisson son un tipo de cimentación profunda que consiste en la fundida de anillos de concreto a medida que se va realizando la excavación manualmente. Estos elementos se construyen para soportar grandes cargas.
El personal debe contar con equipos de protección y seguridad industrial para todo el proceso constructivo.
A continuación, se presenta un procedimiento para la construcción de las pilas:

1. Realizar la excavación hasta el nivel localizado debajo de la cimentación.

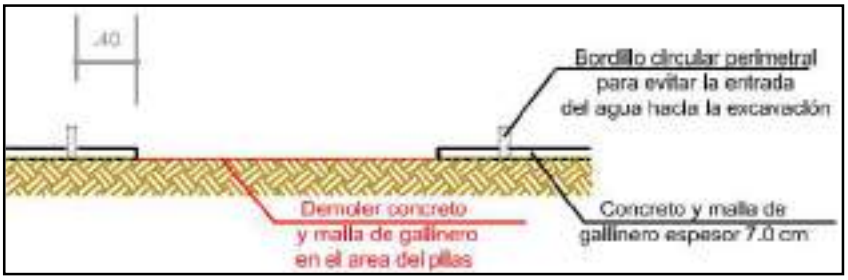
2. Fundir la capa de concreto de 7.0 centímetros de espesor y la malla de gallinero para la conformación del piso de trabajo.



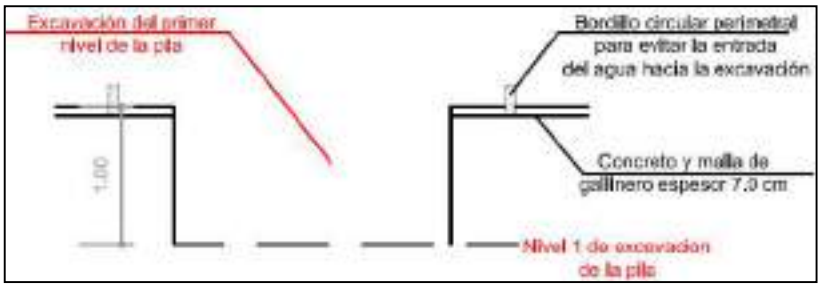
3. Construir los bordillos circulares perimetrales a las pilas proyectados para el manejo de aguas de escorrentía.



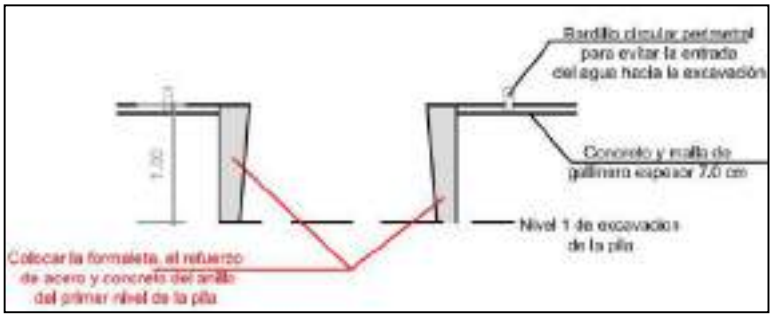
4. Demoler el concreto y malla de gallinero de la pila a excavar.



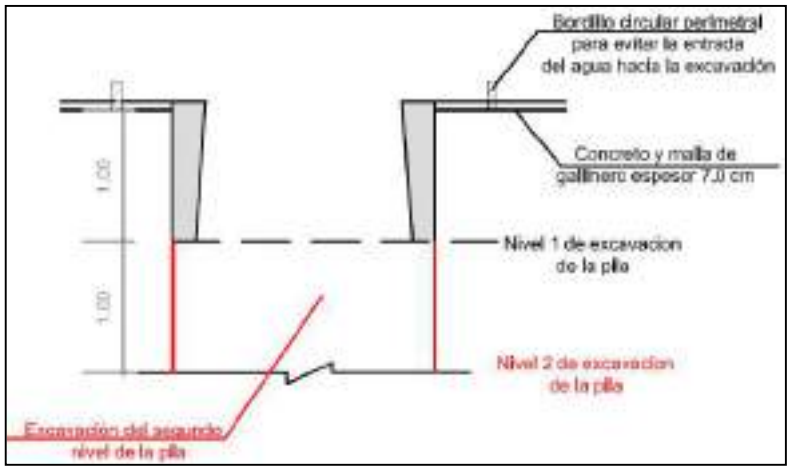
5. Realizar la excavación manual correspondiente al primer nivel de la pila.



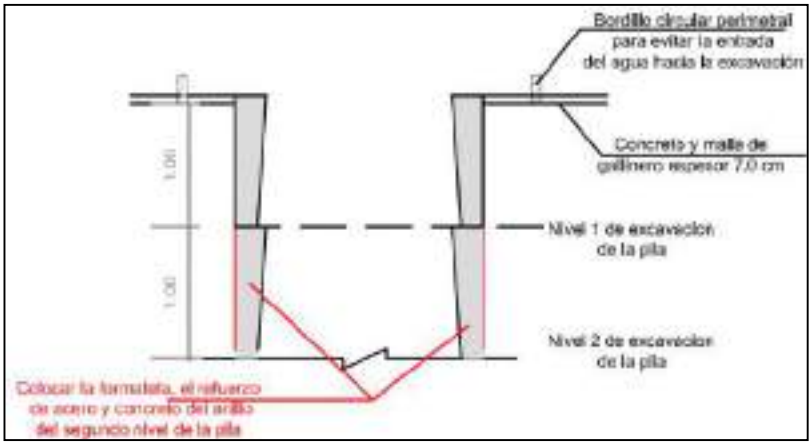
6. Colocar la formaleta, el refuerzo y concreto del anillo del primer nivel de la pila. La forma del anillo es en forma de cuña, como se indica en el esquema.



7. Realizar la excavación del segundo nivel de la pila.



8. Colocar la formaleta, el refuerzo y concreto del anillo del segundo nivel de la pila. La forma del anillo es en cuña, como se indica en el esquema.



9. Se repiten los pasos del 5 al 8 hasta llegar al nivel inferior de la pila, de acuerdo al diseño.

12.8 RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS PILOTES

- Es importante que al momento de la construcción se proyecte en las perforaciones algún tipo de manejo de agua subterránea con el fin de permitir el bombeo continuo.
- Se debe llevar un registro de la localización de los pilotes, dimensiones relevantes de perforación, fechas de perforación y de fundida, la profundidad y los espesores de los estratos y las características del material de apoyo.

- La localización en planta de los pilotes se aceptará una tolerancia del 10% de su diámetro. La tolerancia en la verticalidad será del 2% de su longitud para profundidades de hasta 25.0 metros.
- Como medida de control de calidad y de continuidad de los pilotes fundidos in situ, se recomienda la ejecución de pruebas de integridad (PIT).
- Cubrir el terreno sobre el cual se proyectan las edificaciones con membranas impermeables que impidan la filtración de agua hacia el subsuelo.

12.9 RECOMENDACIONES GENERALES

Teniendo en cuenta las características de los suelos presentes en el área de estudio, se recomienda implementar las siguientes medidas de manejo para garantizar un mejor comportamiento a futuro.

- No dejar las excavaciones expuestas a las infiltraciones de agua.
- De igual forma se evitará la exposición prolongada de las excavaciones, a intemperismos, para lo cual se recomienda programar las excavaciones de tal forma que transcurra el menor tiempo posible entre su terminación y las operaciones de mejoramiento proyectadas, vaciado de los cimientos y/o construcción de la estructura.
- Se recomienda construir las obras proyectadas en temporadas de verano, con el fin de evitar problemas de estabilidad al momento de realizar los cortes proyectados.
- Se recomienda colocar un sistema de monitoreo permanente durante la construcción de las estructuras de estabilidad, para chequear cualquier tipo de desplazamiento.
- El óptimo comportamiento de las estructuras de estabilidad diseñadas depende del procedimiento constructivo y del seguimiento riguroso del mismo. Es muy importante que el diseñador realice el acompañamiento durante la construcción.
- Realizar mantenimiento y limpieza de los canales para prevenir obstrucciones y que estos se rebosen, generando focos de erosión.
- Control de resistencia de la lechada de cemento utilizada de acuerdo a especificación INVIAS.
- Se recomienda al inicio del proyecto realizar pruebas de carga a los anclajes. Si se produce falla de los anclajes, se requiere ajustar el diseño aumentando la longitud de bulbo o mejorando el sistema de inyección.
- Es muy importante la supervisión técnica de la obra durante la construcción.

- Se deberá consultar con el Ingeniero Geotecnista, cualquier cambio que se realice al proyecto en cuanto a su nivel de cimentación y excavaciones planteadas

12.10 RECOMENDACIONES PARA LA OCUPACION DEL TERRITORIO

De acuerdo a las áreas afectadas por los deslizamientos de los años 2010 y 2022, y una vez se construyan las obras de mitigación propuestas en el presente documento, se recomienda restringir la construcción de edificaciones en las áreas de influencia del deslizamiento.

Bajo las actuales condiciones de estabilidad de la zona (sin obras de mitigación), se recomienda de igual forma restringir la construcción de edificaciones en las áreas de influencia del deslizamiento ya que se esperan nuevos desplazamientos del deslizamiento.

Aunque el deslizamiento no presente nuevos desplazamientos, no se recomienda la ocupación de las viviendas más próximas a las coronas de los dos deslizamientos, debido a que la masa de suelo presenta condiciones metaestables y se pueden presentar nuevos movimientos en cualquier momento debido a que la masa de suelo presenta parámetros de resistencia residual, lo cual la hace muy susceptible a que se detonen nuevos deslizamientos ante cualquier incremento de lluvias.

Se estudio la alternativa de reubicación de la totalidad de las viviendas localizadas dentro del área de influencia de los dos deslizamientos, sin embargo, los procesos de reasentamiento de estas viviendas no descarta la necesidad de construcción de las obras de mitigación, debido a que si no se estabiliza de manera definitiva la masa de suelo inestable, los continuos desplazamientos y la reactivación de nuevos movimientos podría afectar zonas aledañas al Barrio Buenos Aires y de la vía Bucaramanga – Pamplona.

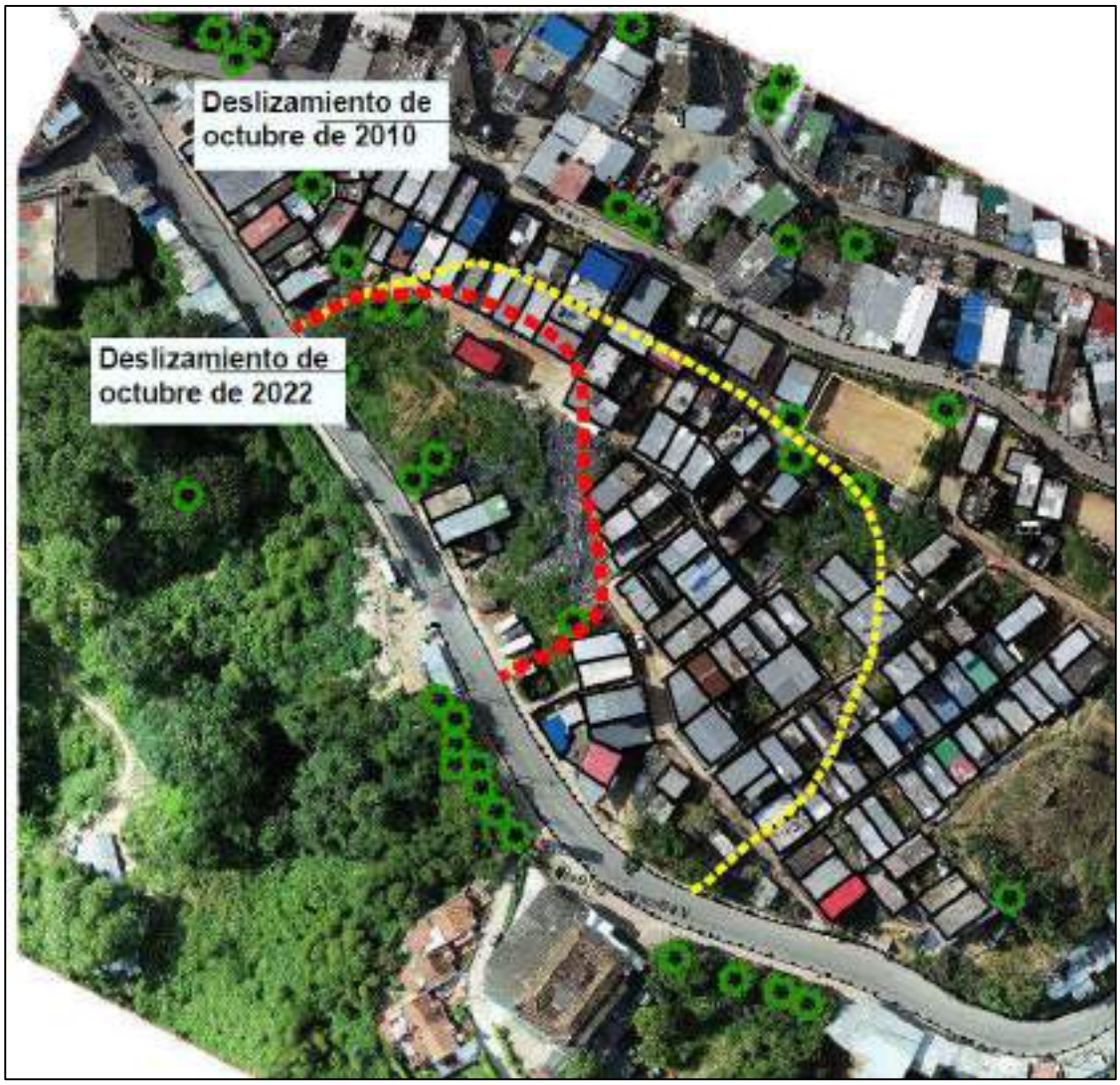


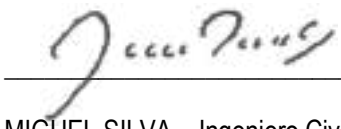
Figura 139. Zonas afectadas por los deslizamientos de los años 2010 y 2022

12.11 LIMITACIONES

Los resultados, conclusiones y recomendaciones fueron obtenidos a partir de los resultados de la exploración de campo y ensayos de laboratorio realizados, visitas de campo y otras actividades relacionadas en capítulos anteriores. En caso de encontrarse condiciones del subsuelo diferentes a las descritas en este informe, en el momento de la construcción de obras o geometría general del esquema de cortes y rellenos para el área de trabajo, se deberá comunicar al Ingeniero Geotecnista para emitir las observaciones que amerite el caso.

12.12 FIRMA DEL ESPECIALISTA

El ingeniero da fe que conoce el sitio y lo ha visitado para efectos de la elaboración del presente estudio.



MIGUEL SILVA – Ingeniero Civil - Magister en Geotecnia

REVISION GEOLOGICO-GEOTECNICA Y ESTRUCTURAL DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES MIRAMANGA, LA INDEPENDENCIA, GAITÁN PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PÚBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER.

SECTOR LA INDEPENDENCIA



BUCARAMANGA, SANTANDER

JULIO DE 2023

1 TABLA DE CONTENIDO

1 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 4
1.1 GEOLOGÍA REGIONAL 4
1.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 4
1.3 GEOLOGÍA LOCAL 4
1.3.1 Suelo coluvial reciente (Sco1) 4
1.3.2 Suelo transportado movimientos en masa (Stmm) 4
1.3.3 Suelo del miembro limos rojos (Sfl2) 5
1.3.4 Suelo del miembro gravoso (Sft2) 5
1.3.5 Suelo del miembro finos (Sfl1) 5
1.3.6 Suelo de lleno antrópico de basuras y escombros (Stlab)) 5
1.3.7 Suelo de llenos antrópicos de excavación y/o relleno (Stla) 5
1.4 GEOMORFOLOGÍA 5
2 MODELO GEOLÓGICO-GEOTECNICO 6
3 EVALUACIÓN DE AMENAZA POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA. 6
3.1 FACTORES CONDICIONANTES 6
3.1.1 TOPOGRAFÍA 6
3.1.2 PRESENCIA DE CARGAS PERMANENTES 6
3.1.3 PARÁMETROS GEOMECÁNICOS 6
3.2 FACTORES DETONANTES 7
3.2.1 ACELERACIÓN SÍSMICA 7
3.2.2 LLUVIA 7
3.3 DEFINICIÓN DE AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA 7
4 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD POR REMOCIÓN EN MASA 8
4.1 SUSCEPTIBILIDAD DE LAS VIVIENDAS 8
4.2 INTENSIDAD 8
4.3 ZONIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD 9
5 EVALUACIÓN DEL RIESGO 10
6 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS 12
7 DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN 12
7.1 Pantalla 1: Perfil 1 12
7.2 Pantalla 2: Perfil 2 13

7.3 Pantalla 3: Perfil 3. 13
7.4 Diseño de las medidas de estabilización mecánicas. 14
7.5 Diseño del sistema de drenaje subsuperficial. 14
7.6 Diseño del sistema de control de erosión 14
8 REVISION DOCUMENTAL. 15
9 CONCLUSIONES 19

TABLA DE IMAGENES

Figura 1. Mapa de zonificación de la vulnerabilidad física de edificaciones. Tomado del informe de consultoría. 9
Figura 2. Mapa de zonificación del riesgo físico de edificaciones. Tomado del informe de consultoría. 11

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros geomecánicos de los materiales ajustados. 6
Tabla 2. Cálculo del coeficiente de aceleración máxima para análisis pseudoestático de taludes. 7
Tabla 3. Escenarios de amenaza y probabilidad de ocurrencia. 7
Tabla 4. Clasificación de la amenaza por remoción en masa. 8
Tabla 5. Matriz de riesgo aplicada. 10
Tabla 6. Comparativo de las alternativas de estabilización. 12
Tabla 7. Resumen de factores de seguridad con obras. 14

1 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

1.1 GEOLOGÍA REGIONAL

Los taludes a intervenir se ubican sobre los escarpes del norte de la formación Bucaramanga. La descripción realizada de la geología regional coincide con las propuestas de INGEOMINAS (1997) con la subdivisión que actualmente se emplea ampliamente en la geología de la ciudad de Bucaramanga presentando la siguiente secuencia estratigráfica en orden descendente: miembro Limos Rojos (Qblr), miembro Gravoso (Qbg), miembro Finos (Qbf) y miembro Órganos (Qbo).

El cuerpo de los taludes a intervenir se desarrolla principalmente sobre los miembros limos rojos (Qblr) y el miembro gravoso (Qbg). El miembro limos rojos lo constituyen arenas arcillosas gravosas y limos de colores rojo, amarillo y naranjado donde esporádicamente es posible encontrar bloques angulares de arenisca con un alto grado de meteorización, mientras que el miembro gravoso presenta principalmente gravas con presencia de arenas y lodos.

1.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

A nivel regional, el área de estudio se ubica en el bloque central del esquema tectónico de Santander, limitando al oriente con el sistema de fallas de Bucaramanga y al occidente con el sistema de fallas La Salina. Localmente, el área de estudio se ubica muy próxima a la confluencia de la falla Suárez con el sistema de fallas de Bucaramanga.

1.3 GEOLOGÍA LOCAL

Las unidades geológicas superficiales se proponen de manera que se agrupan en función de la clasificación litológica, dureza o resistencia, sistema de discontinuidades, grado de meteorización y rasgos estructurales.

Las unidades geológicas superficiales propuestas se pueden entender como depósitos cuaternarios recientes y antiguos. Se verifica el modelo geológico y a continuación, se presenta una breve descripción de las unidades cartografiadas.

1.3.1 Suelo coluvial reciente (Sco1)

Depósitos de suelo transportado del tipo coluvial con meteorización de media a alta asociado a movimientos de remoción en masa reciente. Suelo inconsolidado, permeable, susceptible a la erosión.

1.3.2 Suelo transportado movimientos en masa (Stmm)

Suelo depositado por movimientos de remoción en masa generados recientemente por la acción de la gravedad y la saturación por agua de lluvia como factor detonante. En comparación con el suelo coluvial reciente, esta unidad cartografiada es producto de movimientos mucho más reciente. La ausencia de material vegetal como cobertura, hace de esta unidad más erodable.

1.3.3 Suelo del miembro limos rojos (Sfl2)

Suelo del miembro superior de la formación Bucaramanga compuesto por arcillas y limos rojos. Puede presentar bloques de areniscas y neis.

1.3.4 Suelo del miembro gravoso (Sft2)

Suelo subyacente al miembro limos rojos de la formación Bucaramanga con un grado de consolidación intermedio y grado de meteorización muy variable. Presenta una estructura clasto-soportada con una matriz areno arcillosa donde los clastos se distribuyen aproximadamente en 60% de gravas y 20% de bloques.

1.3.5 Suelo del miembro finos (Sfl1)

Capa que subyace al miembro gravoso conformada por material que varía entre arcilloso, limo-arenoso y areno-limoso.

1.3.6 Suelo de lleno antrópico de basuras y escombros (Stlab))

Material dispuesto por el hombre sin ningún tipo de control técnico ni control de desechos con presencia de material orgánico y escombros de construcción.

1.3.7 Suelo de llenos antrópicos de excavación y/o relleno (Stla)

Agrupa los suelos producto de excavación y/o conformación del terreno para la construcción de las terrazas de las viviendas y la banca de la vía nacional que conecta Matanza con Bucaramanga.

Se considera apropiada y representativa la clasificación propuesta por el consultor respecto a los materiales encontrados en la zona de estudio.

1.4 GEOMORFOLOGÍA

Se identifican en campo las siguientes geoformas agrupadas según su origen en denudacionales y antrópicas.

En denudacionales se identifican las geoformas del tipo depósito de movimientos en masa (D15) ubicadas en recorrido del cuerpo del deslizamiento que produjo el depósito. Hacia la zona del escarpe se identifican laderas muy inclinadas (D10) con pendientes de 40° a 70°, donde se observan los afloramientos de los miembros que subyacen a limos rojos. Sobre estas unidades es donde se desarrollan principalmente las cuñas de fallas que movilizan material.

Finalmente, en el grupo de geoformas de origen antrópico se observan los llenos mixtos (A5) dispuestos de forma caótica por acción humana y llenos (A7) con mejores especificaciones destinados para fines ingenieriles o de construcción de viviendas y carreteras.

La descripción local se considera representativa del ambiente geomorfológico del sitio.

2 MODELO GEOLÓGICO-GEOTECNICO

El modelo geológico-geotécnico presentado en las secciones de análisis del 1 al 4 es congruente con el modelo geológico y las observaciones realizadas sobre las muestras de material recuperado durante la campaña de exploración geotécnica. Se respeta la secuencia de los miembros de la formación Bucaramanga y los materiales transportados se identifican plenamente en zonas de baja energía potencial.

3 EVALUACIÓN DE AMENAZA POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA.

3.1 FACTORES CONDICIONANTES

3.1.1 TOPOGRAFÍA

La topografía como elemento condicionante principalmente por la pendiente de las laderas que condicionan la dirección del movimiento.

3.1.2 PRESENCIA DE CARGAS PERMANENTES

Los modelos de estabilidad consideran una carga de 15 kN/m2 por cada nivel de piso.

3.1.3 PARÁMETROS GEOMECÁNICOS

Los parámetros mecánicos de los materiales cartografiados en el modelo geológico han sido definidos estadísticamente empleando los valores de resistencia encontrados en el presente estudio y considerando también los valores obtenidos para los mismos materiales en estudios realizados en los barrios La Joya, Santander, Nazareth (CDMB-2016), Nazareth (2023) e Ingeominas (2009).

Una vez definidos los valores estadísiticamente se ha aplicado el método de análisis inverso con el objetivo de representar una condición metaestable (Factor de seguridad igual a 1.0) para un escenario estático no saturado de una cuña de falla desarrollada en el contacto del depósito coluvial con los materiales de la formación Bucaramanga. A continuación, se presentan los valores finalmente empleados en el análisis de estabilidad.

Tabla 1. Parámetros geomecánicos de los materiales ajustados.

Nombre	**Material**	**C [kPa]**	**Phi [°]**	**Gamma [kN/m^3]**
SFL2	Suelo - Miembro limos rojos	25.0	32.77	18.51
SFT2	Suelo - Miembro gravoso	28.0	33.19	18.73
SFT3	Suelo - Miembro Órganos	29.0	42.88	20.67
SCO1	Suelos - Coluvial	4.25	23.13	20.00

Los parámetros geomécanicos han sido considerados como variables determinísticas sustentadas en la estadística descriptiva de los datos disponibles.

3.2 FACTORES DETONANTES

3.2.1 ACELERACIÓN SÍSMICA

Se emplean los parámetros sísmicos presentados en la NSR10 para evaluar la aceleración horizontal asociada a un evento con periodo de retorno de 475 años. Dado que la condición dinámica para el análisis de estabilidad de taludes corresponde a un análisis pseudo-estático, se emplea el coeficiente K_{ST} para obtener el valor de la aceleración máxima como fracción de la gravedad a_{max}.

Tabla 2. Cálculo del coeficiente de aceleración máxima para análisis pseudoestático de taludes.

COEFICIENTE DE ACELERACIÓN Aa	0.25
COEFICIENTE DE ACELERACIÓN Av	0.25
PERFIL DE SUELO:	TIPO C
COEFICIENTE Fa	1.15
COEFICIENTE Fv	1.55
COEFICIENTE K_{ST}	0.80
COEFICEINTE a_{max}	0.23g

3.2.2 LLUVIA

La exploración geotécnica no identificó presencia de aguas freáticas hasta los niveles explorados. Se reportan niveles de concentración de agua en el cuerpo de los depósitos coluviales debido al mal manejo de la escorrentía. Por lo tanto, la condición de lluvias no es evaluada con un aumento en el nivel de la tabla de agua.

Sin embargo, dadas las condiciones de drenaje del talud el consultor propone conservadoramente evaluar la condición de lluvia aplicando un factor de presión de poros igual a 0.5 (Ru=0.5) con el objetivo de simular la saturación de los materiales superficiales en los que se pueden desarrollar superficies de falla.

3.3 DEFINICIÓN DE AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA

La evaluación de la amenaza se realiza ponderando las condiciones extremas más favorables y desfavorables para la estabilidad del talud ponderando los resultados con la probabilidad de ocurrencia de cada escenario. Los escenarios surgen de realizar la combinación de las variables consideradas como estocásticas. A continuación, se presenta la tabla resumen.

Tabla 3. Escenarios de amenaza y probabilidad de ocurrencia.

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN	SISMO	LLUVIA	PROBABILIDAD
1	Estático no saturado	NO APLICA	NO APLICA	0.434
2	Estático saturado.	NO APLICA	APLICA	0.417
3	Pseudoestático no saturado	APLICA	NO APLICA	0.105

4	Pseudoestático saturado.	APLICA	APLICA	0.044

El escenario asociado a los movimientos detonados por factores antrópicos se relaciona con la falla del sistema de redes de aguas y se clasifica como un escenario estático saturado empleando un factor Ru igual a 0.5 en los materiales involucrados.

Los resultados de la evaluación de la amenaza se presentan a continuación. Una vez se han realizado los análisis 2D de estabilidad aplicando el método de equilibrio límite para encontrar el factor de seguridad de cada escenario descrito se aplica la ponderación según la probabilidad de ocurrencia obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 4. Clasificación de la amenaza por remoción en masa.

PERFIL	PROBABILIDAD DE FALLA TOTAL	NIVEL DE AMENAZA	FACTOR SEGURIDAD	SIMBOLOGÍA
PERFIL 1	0.0380	MEDIA	1.10<F.S.<1.50	
PERFIL 2	0.7437	ALTA	<1.10	
PERFIL 3	0.0521	MEDIA	1.10<F.S.<1.50	
PERFIL 3	0.0397	MEDIA	1.10<F.S.<1.50	

4 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD POR REMOCIÓN EN MASA

El consultor aplica una metodología ajustada para la evaluación de la vulnerabilidad física enfatizada en las edificaciones. El valor de la vulnerabilidad se determina como el producto de la intensidad del movimiento y la susceptibilidad del elemento expuesto.

4.1 SUSCEPTIBILIDAD DE LAS VIVIENDAS

El consultor presenta el cálculo de la susceptibilidad de las edificaciones en función de 2 parámetros: susceptibilidad asociada al tipo de estructura (Stipo) y la susceptibilidad asociada al estado de conservación o mantenimiento de las edificaciones (Smant).

Cada parámetro presenta una clasificación de cero a uno. Donde los valores cercanos a uno representan condiciones de la edificación que hacen menos susceptible la edificación.

Los valores de los parámetros de susceptibilidad se combinan con la siguiente ecuación para definir la susceptibilidad.

$$S = 1 - (1 - Stipo)(1 - Smant)$$

4.2 INTENSIDAD

La intensidad de los movimientos como medida de la magnitud del fenómeno de remoción en masa que afecta los elementos expuestos está en función de las características cinemáticas y geométricas de los deslizamientos. De forma alternativa, el consultor propone

caracterizar la intensidad en función de las unidades geológicas de superficie cartografiadas en la geología local sustentando la relación directa que existe entre las unidades geológicas y la profundidad y velocidad de los deslizamientos como medida de la magnitud.

4.3 ZONIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Las edificaciones ubicadas sobre la ladera en estudio se clasifican con una vulnerabilidad alta según como se presenta en la figura 32 del informe de consultoría. Estos resultados son congruentes con el comportamiento esperado de las viviendas al ser sometidas a deslizamientos con posibilidad física de generarse en dichas unidades de ladera.



Figura 1. Mapa de zonificación de la vulnerabilidad física de edificaciones. Tomado del informe de consultoría.

5 EVALUACIÓN DEL RIESGO

El consultor aplica el método matricial para la evaluación del riesgo físico de las edificaciones. Este método propone el cruce de las variables de amenaza y vulnerabilidad de forma cualitativa según la matriz de riesgo presentada a continuación.

Tabla 5. Matriz de riesgo aplicada.

	Niveles de Amenaza		
Niveles de Vulnerabilidad	**Alta**	**Media**	**Baja**
Alta	Alto	Alto	Medio
Media	Alto	Medio	Medio
Baja	Medio	Medio	Bajo

Si bien la guía del servicio geológico colombiano presenta una metodología para la evaluación del riesgo en términos económicos y probabilísticos, el anexo técnico del proyecto no exige puntualmente una metodología para la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo, razón por la cual el consultor adopta una metodología que también es ampliamente aplicada y aceptada en los estudios de riesgo. El resultado se presenta en el mapa de riesgo donde se identifican las viviendas de interés en riesgo alto.



Figura 2. Mapa de zonificación del riesgo físico de edificaciones. Tomado del informe de consultoría.

6 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

El consultor evalúa cualitativamente tres (3) alternativas para la estabilización del talud. Las tres alternativas propuestas se enmarcan dentro de una misma filosofía de mitigación del riesgo ya que las tres buscan reducir hasta un nivel bajo de amenaza. A continuación, se presenta un cuadro resumen comparativo de las alternativas.

Tabla 6. Comparativo de las alternativas de estabilización.

Alternativa 1	**Alternativa 2**	**Alternativa 3**
Anclajes pasivos o pernos	**Micropilotes**	**Anclajes activos**
El sistema funciona una vez se han generado deformaciones en la masa de suelo. Dichas deformaciones pueden ser suficientes para que generen daños en las edificaciones clasificadas como elementos altamente vulnerables. Requiere de barras de alto módulo que requieren ser importadas. Baja disponibilidad de las barras de alto módulo en el mercado nacional y costo elevado. Requiere de un número de elementos muy elevado para lograr los factores de seguridad objetivo.	El sistema funciona una vez se han generado deformaciones en la masa de suelo. Dichas deformaciones pueden ser suficientes para que generen daños en las edificaciones clasificadas como elementos altamente vulnerables. Cada elemento individualmente aporta una resistencia a flexión y cortante muy baja, por lo tanto, se requieren un número elevado de elementos para estabilizar el talud. La accesibilidad del equipo requerido puede ser compleja dado el espacio reducido en el sitio.	El sistema funciona gracias a cargas de tensionamiento prestablecidas. Altamente eficiente para aumentar la resistencia al corte de los taludes de alta pendiente. Se pueden emplear torones disponibles en el mercado nacional. Cada elemento representa un aumento considerable en la resistencia al corte del talud, por lo tanto, se requiere un número menor de elementos respecto a las alternativas 1 y 2.
NO SELECCIONADA	NO SELECCIONADA	SELECCIONADA

7 DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN

El consultor propone realizar la estabilización del talud del barrio La Independencia de la siguiente manera:

7.1 Pantalla 1: Perfil 1

Como medida mecánica de estabilización se plantean siete (7) filas de anclajes activos compuestos por cuatro torones de 0.6 pulgadas de diámetro con carga de tensionamiento

de 40 toneladas inclinados 15° respecto a la horizontal con una longitud de bulbo de 16 metros y longitud total de 31 metros. Separación horizontal de 2.60 metros y vertical entre anclajes de 2.0 metros.

Como medidas de disipación de la presión de poros se plantea la interceptación de las aguas superficiales con una canal trapezoidal en concreto reforzado de ancho en la base de 0.30 metros y ancho en la parte superior de 0.80 metros y una altura de 0.50 metros. A nivel subsuperficial, para el perfil 1 se plantean tres (3) filas de drenes inclinados un 5% con diámetro de 2 pulgadas de longitud de 20 metros espaciados longitudinalmente cada 6.0 metros.

7.2 Pantalla 2: Perfil 2

Como medida mecánica de estabilización se plantean veintiún (21) filas de anclajes activos compuestos por cuatro torones de 0.6 pulgadas de diámetro con carga de tensionamiento de 40 toneladas inclinados 15° respecto a la horizontal con una longitud de bulbo de 16 metros y longitud total de 31 metros. Separación horizontal de 2.60 metros y vertical entre anclajes de 2.0 metros.

Como medidas de disipación de la presión de poros se plantea la interceptación de las aguas superficiales con una canal trapezoidal en concreto reforzado de ancho en la base de 0.30 metros y ancho en la parte superior de 0.80 metros y una altura de 0.50 metros. A nivel subsuperficial, para el perfil 2 se plantean tres (3) filas de drenes inclinados un 5% con diámetro de 2 pulgadas de longitud de 20 metros espaciados longitudinalmente cada 6.0 metros.

7.3 Pantalla 3: Perfil 3

Como medida mecánica de estabilización se plantean siete (7) filas de anclajes activos compuestos por cuatro torones de 0.6 pulgadas de diámetro con carga de tensionamiento de 40 toneladas inclinados 15° respecto a la horizontal con una longitud de bulbo de 16 metros y longitud total de 31 metros. Separación horizontal y vertical entre anclajes de 2.0 metros.

Como medidas de disipación de la presión de poros se plantea la interceptación de las aguas superficiales con una canal trapezoidal en concreto reforzado de ancho en la base de 0.30 metros y ancho en la parte superior de 0.80 metros y una altura de 0.50 metros. A nivel subsuperficial, para el perfil 3 se plantean dos (2) filas de drenes inclinados un 5% con diámetro de 2 pulgadas de longitud de 20 metros espaciados longitudinalmente cada 6.0 metros.

A continuación, se presenta un cuadro resumen con los resultados de los análisis de estabilidad para las condiciones de saturación del talud en el escenario estático y pseudo estático. Se verifica que los factores de seguridad objetivo de la NSR10 para la condición estática (>1.50) y para la condición pseudo-estática (>1.05) se han atendido.

La presión de poros en el modelo ha sido determinada a partir de un modelo de elementos finitos para analizar la red de flujo en la masa de suelo adoptando valores de permeabilidad típicos recomendados en la literatura para los materiales encontrados en campo. Finalmente, se determinan los factores de seguridad.

Tabla 7. Resumen de factores de seguridad con obras.

PERFIL	FACTORES DE SEGURIDAD CON OBRAS	
	ESTATICO	PSEUDOESTATICO
No.1	1.711	1.110
No.2	1.678	1.142
No.3	1.883	1.274

7.4 Diseño de las medidas de estabilización mecánicas

Se verifica las recomendaciones geométricas de la CCP 14 para la ubicación del primer anclaje garantizando las distancias hacía la corona del talud y longitudes libres mínimas recomendadas en los anclajes propuestos.

Se valida el cálculo de los anclajes permanentes evaluado según las recomendaciones de la guía para el diseño y ejecución de anclajes al terreno en obras de carreteras verificando los siguientes estados límites:

- Tensión admisible de los torones. OK
- Deslizamiento del tirante dentro del bulbo. OK
- Arrancamiento del bulbo en el terreno. OK
- Capacidad portante de la zapata. OK
- Diseño estructural de la zapata de anclaje. OK

7.5 Diseño del sistema de drenaje subsuperficial.

Se validan los modelos de flujo para la propuesta de las dos líneas de flujo donde es posible observar el abatimiento del nivel freático en las zonas de influencia de los drenes. Se presenta el cálculo para determinar la separación máxima horizontal entre los drenes.

7.6 Diseño del sistema de control de erosión

El objetivo del diseño para control de erosión es evitar el transporte y desprendimiento de material superficial que generaría inestabilidad progresiva y deterioro rápido del material que conforma el talud.

Se verifican los cálculos que soportan el valor de la fuerza de empuje generada por la cuña a nivel local esperada. Seguidamente, se valida el cálculo de la presión lateral para la propuesta de membrana flexible. Finalmente, se verifican los cálculos de punzonamiento (cortante) de la malla propuesta.

La propuesta de control de erosión del talud corresponde a una malla con alambre de resistencia 1770 MPA y diámetro 3.0 mm con tamaño máximo de aberturas de 8.4x14.3 centímetros en conjunto con un manto permanente tipo 5D INVIAS 811-22.

8 REVISION DOCUMENTAL

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
1	CARTOGRAFÍA BASE DIGITAL Y MODELADO 3D	1.1	Recopilación y análisis de la información secundaria	1. Informe técnico.	X	
		1.2	Ortomosaico fotografía aérea digital UAV	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales *(PDF, MXD, MPK)* e impresos de: - Ortomosaico fotografía aérea digital UAV *(TIFF)*	X	
		1.3	Levantamiento LIDAR	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales *(PDF, MXD, MPK)* e impresos de: - Levantamiento LIDAR	X	
				3. Anexo digital de nube de puntos LIDAR (LAS)	X	
		1.4	Levantamiento topográfico	1. Informe técnico	X	
				2. Plano topográfico escala 1:1000 (DWG, PDF).	X	
				3. Carteras topográficas (XISX, PDF)	X	
				4. Dos mojones de concreto ligado al sistema satelital de referencia.	X	
				5. Plano batimétrico con secciones transversales en planta y perfil indicando niveles de agua y estructuras hidráulicas presentes.	X	

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
2	GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	2.1	Caracterización Unidades Geológicas para Ingeniería y geología local	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Unidades Geológicas superficiales, escala 1:1.000.	X	
				3. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Geología estructural y Geología Local	X	
		2.2	Caracterización de Elementos Geomorfológicos	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Elementos Geomorfológicos, escala 1:1.000.	X	
				3. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Procesos morfodinámicos	X	
				4. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Pendientes	X	
3	EXPLORACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA	3.1	Ensayos para caracterización de muestras de suelos (humedad, granulometría, límites, compresión, peso unitario, cortes directos)	1. Informe técnico anexando registros y ensayos de campo	X	
				2. Informe técnico anexando registros fotográficos metro a metro de las muestras recuperadas.	X	
				3. Informe técnico anexando resultados de ensayos de laboratorio	X	
				4. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Puntos de exploración geotécnica directa, escala 1:1.000.	X	
		3.2	Ensayos de refracción sísmica para determinación de perfiles del suelo	1. Informe técnico	X	
				2. Planos digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de líneas de refracción sísmica, escala 1:1.000	X	

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
3	EXPLORACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA	3.3	Ensayo de MASW para detectar presencia de mantos de suelos duros o blandos en el perfil estratigráfico	1. Informe técnico	X	
				2. Planos digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de las Líneas de refracción sísmica, escala 1:1.000	X	
		3.4	Ensayo de tomografía eléctrica	1. Informe técnico	X	
				2. Planos digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de las Líneas de tomografía eléctrica, escala 1:1.000	X	
4	HIDROLOGÍA	4.1	Estudio Hidrológico y climatológico: delimitación y caracterización de cuencas, estimación estadística de crecientes para diferentes períodos de retorno	1. Informe técnico	X	
				2. Planos digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos	X	
				3. Anexo Récords (IDEAM, CDMB, etc.); datos hidroclimatológicos crudos	X	
				4. Anexo de tratamiento estadístico de datos hidroclimatológicos	X	
				5. Anexo de modelos hidrológicos	X	
5	ANALISIS DETALLADO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA	5.1	Caracterización, Zonificación y Modelación Geotécnica	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos	X	
		5.2	Determinación y Zonificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de zonificación de la amenaza por movimientos en masa, escala 1:1.000	X	
6	ANALISIS DETALLADO DE AMENAZA VULNERABILIDAD Y RIESGO POR INUNDACIÓN	6.1	Elaboración de Modelos hidráulicos bidimensionales de la red de drenaje superficial de agua limpia, para diferentes escenarios probabilísticos 1:1.000	1. Informe técnico	X	
				2.Anexo de modelos hidráulicos, profundidades y secciones.	X	

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
6	ANALISIS DETALLADO DE AMENAZA VULNERABILIDAD Y RIESGO POR INUNDACIÓN	6.2	Determinación y zonificación de la amenaza por inundaciones	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de zonificación de la amenaza por inundación, escala 1:1.000	X	
7	DISEÑO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	7.1	Diseño a nivel de ingeniería de detalle de obras de mitigación	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK, CAD) e impresos de localización de las obras de mitigación.	X	
				3. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK, CAD) e impresos Diseño Arquitectónico (Planta – Perfil).	X	
				4. Plano digital (CAD, PDF, MXD, MPK) que contenga Detalles de ingeniería (Planta – Perfil).	X	
				5. Especificaciones técnicas	X	
		7.2	Elaboración de presupuestos, especificaciones técnicas y lineamiento ambientales	1. Presupuesto de obras de mitigación (XLS, PDF)	X	
				2. Especificaciones técnicas y lineamientos ambientales (XLS, PDF)	X	
				3. Programaciones de obra con recursos	X	
				4. Informe técnico (incluir precios de mercado)	X	
8	IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD	8.1	Recolección, análisis e interpretación de los documentos de propiedad de las construcciones del área de estudio, diagnóstico predial y catastral.	1. Informe técnico	X	
				2. Formato de recolección de información relacionada a la viabilidad jurídica para la inclusión en procesos de regularización de la ocupación del territorio en zonas susceptibles a amenazas por remoción en masa, inundación o avenidas torrenciales	X	

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
8	IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD	8.1	Recolección, análisis e interpretación de los documentos de propiedad de las construcciones del área de estudio, diagnóstico predial y catastral.	3. Documentación anexa	X	
9	SOCIALIZACIÓN	9.1	Jornadas de socialización con la comunidad y la Alcaldía de Bucaramanga, para dar a conocer actividades de desarrollo y resultados obtenidos en el estudio	1. Informe técnico anexos de Actas de Reunión	X	
				2. Informe técnico anexos Registros Fotográficos	X	
10	PLANES DE GESTIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL	10.1	Plan de manejo Ambiental	1. Informe técnico	X	
		10.2	Plan de Manejo de Tránsito	1. Informe técnico	X	
		10.3	Plan de Gestión Social	1. Informe técnico	X	
		10.4	Plan de Manejo Forestal y arbóreo	1. Informe técnico	X	

9 CONCLUSIONES

La zonificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo presentada por el consultor se considera representativa de la condición del talud en cuestión. La descripción y evaluación de la vulnerabilidad de las viviendas representa la condición de las mismas ante posibles eventos de deslizamientos.

La mitigación del riesgo se aborda activamente desde la propuesta de obras para reducir el nivel de amenaza. Incluso para la condición en que los elementos expuestos no realicen ningún tipo de intervención, el riesgo se considera mitigado.

La propuesta del sistema de control de erosión flexible y permeable se considera apropiada con el objetivo de mantener las condiciones de drenaje natural a través de la cara del talud pero evitando con la malla y el manto el desprendimiento de material entre los ejes de los anclajes.

La alternativa de estabilización propuesta cuenta con el soporte técnico y la viabilidad económica para su ejecución.

Las obras de estabilización se entienden como todo un conjunto, por lo tanto, su eficiencia está condicionada a que la obra se ejecute en su totalidad, es decir, se requiere que tanto los anclajes como las obras de drenaje superficial y subsuperficial sean ejecutadas.

REVISION HIDROLÓGICA-HIDRÁULICA DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES MIRAMANGA, LA INDEPENDENCIA, GAITÁN PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PÚBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER.

SECTOR LA INDEPENDENCIA



BUCARAMANGA, SANTANDER

JULIO DE 2023

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 4
2. OBJETIVOS 5
2.1 OBJETIVO GENERAL 5
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 5
3. REVISIÓN HIDROLÓGICA 6
3.1 DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MICROCUENCAS 6
3.2 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE PRECIPITACIÓN 7
3.3 CURVAS INTENSIDAD DURACIÓN FRECUENCIA IDF 9
3.4 VOLUMENES DE ESCORRENTIA E INFILTRACION y CAUDALES 10
4. REVISIÓN HIDRÁULICA 12
4.1 DISEÑO DE OBRAS DE SUBDRENAJES 12
5. CONCLUSIONES 17

TABLA DE IMAGENES

Imagen 1. Ubicación del sitio de interés 6
Imagen 2. Estaciones hidrometeorológicas cercanas 7
Imagen 3. Ajuste de series de datos con Gumbel realizada por el consultor 8
Imagen 4. Curva IDF Bucaramanga IDEAM 9
Imagen 5. Hietograma de tormenta de diseño mostrada por el consultor 10
Imagen 6. Modelo de infiltración en el terreno presentado por el consultor. 12
Imagen 7. Análisis perfil 1 con drenes de penetración mostrados por el consultor 13
Imagen 8. Análisis perfil 2 con drenes de penetración mostrados por el consultor 13
Imagen 9. Análisis perfil 3 con drenes de penetración mostrados por el consultor 14
Imagen 10. Cálculo de separación de drenes perfil 1 mostrado por el consultor. 14
Imagen 11. Cálculo de separación de drenes perfil 2 mostrado por el consultor. 15
Imagen 12. Cálculo de separación de drenes perfil 3 mostrado por el consultor. 15
Imagen 13. Canal en concreto propuesto por el consultor para manejo de escorrentía superficial. 16

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Área de la hoya analizada 6
Tabla 2. Estación adyacente al proyecto adoptada por el consultor 7
Tabla 3. Precipitación máxima 24h en mm para TR por Gumbel realizada por el consultor 8
Tabla 4. Tiempos de retorno para diferentes tipos de obra INVIAS 10
Tabla 5. Cálculo de caudales mostrados por el consultor 11

INTRODUCCIÓN

Colombia es un país ubicado en la zona de confluencia intertropical (ZCIT) lo cual propicia la variabilidad climática que cambia en función de la temperatura del océano pacífico sur dando paso a un fenómeno conocido como ENSO cuya oscilación se manifiesta en años predominantemente secos (años El Niño), años predominantemente húmedos (años La Niña) y años neutrales debido al cambio de la dirección de los vientos Alisios.

El 2022 y 2023 han sido años marcados por la predominancia de eventos de lluvia la mayor parte del tiempo en el territorio colombiano sobre todo en la zona Andina. Las precipitaciones presentadas han sido detonantes de eventos como inestabilidad de taludes, inundaciones y flujo hiperconcentrado dando paso a avalanchas. Específicamente en la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana se presentaron eventos de precipitación de alta intensidad que compromete la integridad de zonas específicas.

Es necesario resaltar la importancia del adecuado manejo del agua en la zona generada por eventos de lluvia, siendo la hidrología la herramienta con la cual se estima la escorrentía máxima de una cuenca aportante sobre una zona específica donde se diseñará obras hidráulicas para un periodo de retorno definido con el fin de mitigar los posibles riesgos y amenazas.

Para poder evaluar la cantidad de agua a ser manejada es necesario efectuar un estudio hidrológico de las cuencas que drenan hacia los tramos dicha zona. En este documento se presentan los cálculos y el procedimiento para estimar la cantidad de agua que pasará sobre el área del proyecto en eventos extremos de lluvia y los caudales de diseño para las obras hidráulicas que den lugar.

Para llevar a cabo este análisis es necesario analizar los datos de precipitación para la determinación de curvas Intensidad-Frecuencia-Duración, calculadas con base a las precipitaciones máximas en 24 horas. Para los parámetros hidrológicos e hidráulicos necesarios se deben tener en cuenta las normas del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básicos “RAS” 2000, como el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS.

El presente documento supone una exhaustiva revisión de los parámetros técnicos de referencia para el proyecto hidrológico e hidráulico correspondiente al sector llamado La Independencia.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la revisión de los diseños hidrológicos e hidráulicos correspondientes de las obras propuestas de acuerdo a los apartados técnicos contratados y el compendio normativo vigente.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar la revisión de la delimitación y caracterización de microcuencas.
- Revisar el análisis estadístico de información histórica de precipitaciones en la zona.
- Revisar los criterios de obtención de las curvas IDF y las lluvias de diseño (Hietogramas) a partir de ellas.
- Revisar los volúmenes de escorrentía e infiltración de acuerdo con el modelo lluvia escorrentía adoptado.
- Revisión del diseño de obras de manejo de caudales para posterior chequeo de estabilidad con obras propuestas.

3. REVISIÓN HIDROLÓGICA

3.1 DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MICROCUENCAS

El proyecto se ubica en el municipio de Bucaramanga en el departamento de Santander y pretende cubrir la necesidad de generar obras de mitigación para eventos de inundación, remoción en masa y socavación en el sector de La Independencia en la comuna 2 al norte del municipio.



Imagen 1. Ubicación del sitio de interés

En el estudio el consultor establece los parámetros espaciales correspondientes a la delimitación de una hoya hidrológica parcialmente urbana. Son verificados los tiempos de concentración que tienen que ver con parámetros espaciales como pendientes y longitudes. Las características morfométricas no se consideran relevante por cuanto la mayor parte de la hoya se encuentra en zona urbanizada. El tiempo de concentración estimado por los diferentes métodos enunciados en el Manual de Drenaje de Carreteras INVIAS 2009 permite apreciar el patrón del comportamiento del drenado y tiempo que tarda en evacuar la hoya todo el caudal captado por eventos de lluvia.

NOMBRE	ÁREA DE INFLUENCIA (Km^2)
Área 1	0.051351

Tabla 1. Área de la hoya analizada

De acuerdo al reconocimiento del área realizado por parte del consultor, es lógico entender que se podrán asumir métodos directos de obtención de escorrentía tal como lo permite el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS en donde indica que el método racional de diseño es recomendable para hoyas hidrográficas de superficies inferiores a 2,5 km^2.

3.2 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE PRECIPITACIÓN

En el estudio presentado por el consultor se hace uso de la información histórica de precipitación correspondiente de las estaciones hidrológicas en la zona, específicamente de la estación Bucaramanga IDEAM ubicada en zona urbana de la ciudad siendo de tipo pluviométrica y estando activa desde su instalación en 1972.

La información se presume extraída de la página oficial del IDEAM y se desarrolla un tratamiento de datos para determinar la fiabilidad de las series encontrando datos particularmente altos o particularmente bajos (outliers). De igual manera, se genera un análisis de llenado de datos faltantes y prueba de bondad de ajuste para las series estudiadas.



Imagen 2. Estaciones hidrometeorológicas cercanas

Nombre	Código	Tipo	Estado	Operada	Departamento	Municipio	Fecha de instalación
Bucaramanga IDEAM	38015030	Pluviométrica	Activa	IDEAM	Santander	Bucaramanga	14/06/1972

Tabla 2. Estación adyacente al proyecto adoptada por el consultor

Los estudios hidrológicos requieren análisis estadísticos de valores extremos (máximos o mínimos) como anteriormente mencionado. Para el caso del presente estudio, para la determinación de estos el consultor utilizó la distribución de Gumbel tipo I.

El cálculo de la probabilidad de ocurrencia fue realizado mediante el software HidroEsta que se alimenta con los datos de precipitación máxima en 24 horas. Inicialmente el programa verifica la bondad de ajuste escogida (Gumbel) y determina su confiabilidad de acuerdo con el número de datos y valores.

Una vez realizada la prueba de bondad de ajuste se inserta, en una nota, el delta (paso) teórico y se repite el procedimiento cambiando el periodo de retorno y los datos de acuerdo con la estación analizada.

De acuerdo con la estimación, los valores de precipitación máximos para los diferentes periodos de retorno son presentadas en la tabla de precipitación máxima en 24 horas y se muestran los análisis estadísticos realizados con el software anteriormente mencionado.

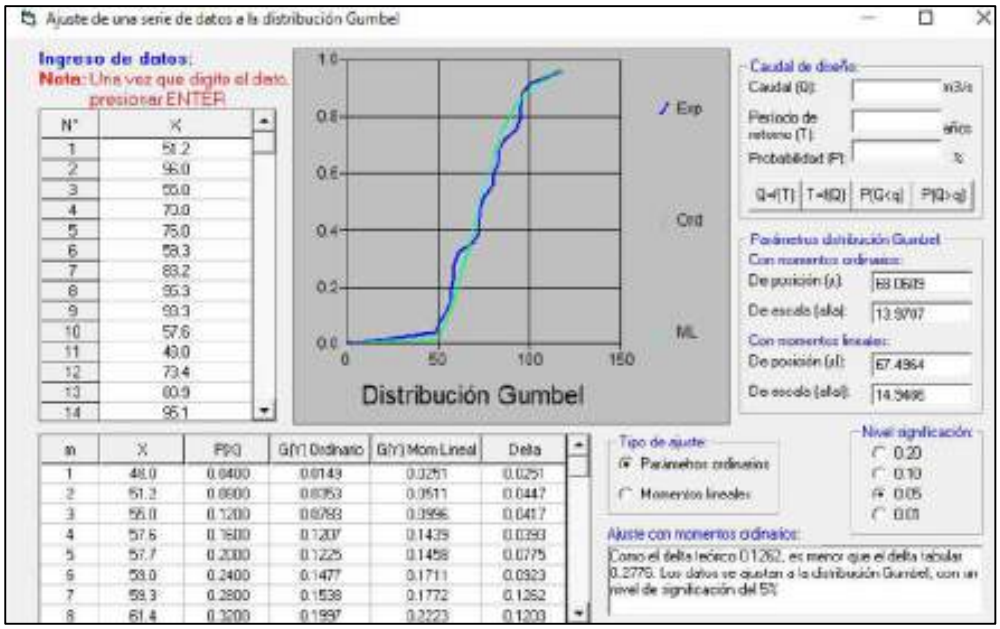


Imagen 3. Ajuste de series de datos con Gumbel realizada por el consultor

Estación	Tr 10 años	Tr 25 años	Tr 50 años	Tr 100 años	Tr 500 años
Bucaramanga IDEAM	104.5	120.1	131.7	143.3	169.9

Tabla 3. Precipitación máxima 24h en mm para TR por Gumbel realizada por el consultor

3.3 CURVAS INTENSIDAD DURACIÓN FRECUENCIA IDF

Una vez revisado el tratamiento de datos de las series de lluvia de la estación escogida para la caracterización climática, se presentan las curvas IDF las cuales representan la probabilidad de ocurrencia de las precipitaciones intensas caracterizándose mediante períodos de retorno obtenidos a partir de la inversa de la frecuencia acumulada. Se adoptan los periodos de retorno: 2, 3, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años.

El consultor utiliza la metodología estandarizada mostrada en el Manual de Drenaje para Carreteras con parámetros de ajuste de regresión regionalizados en Colombia, en dicho procedimiento se escogen parámetros de sectorización para cada región del territorio al igual que la precipitación máxima promedio anual en 24 horas a nivel multianual. Los parámetros de ajuste de la regresión se adoptan, por parte del consultor, para la región Andina a la cual corresponde la ciudad de Bucaramanga.

Teniendo en cuenta la variación de la intensidad de la lluvia respecto a la duración de la tormenta se lleva a cabo el desarrollo de las curvas y se muestran en la siguiente imagen.

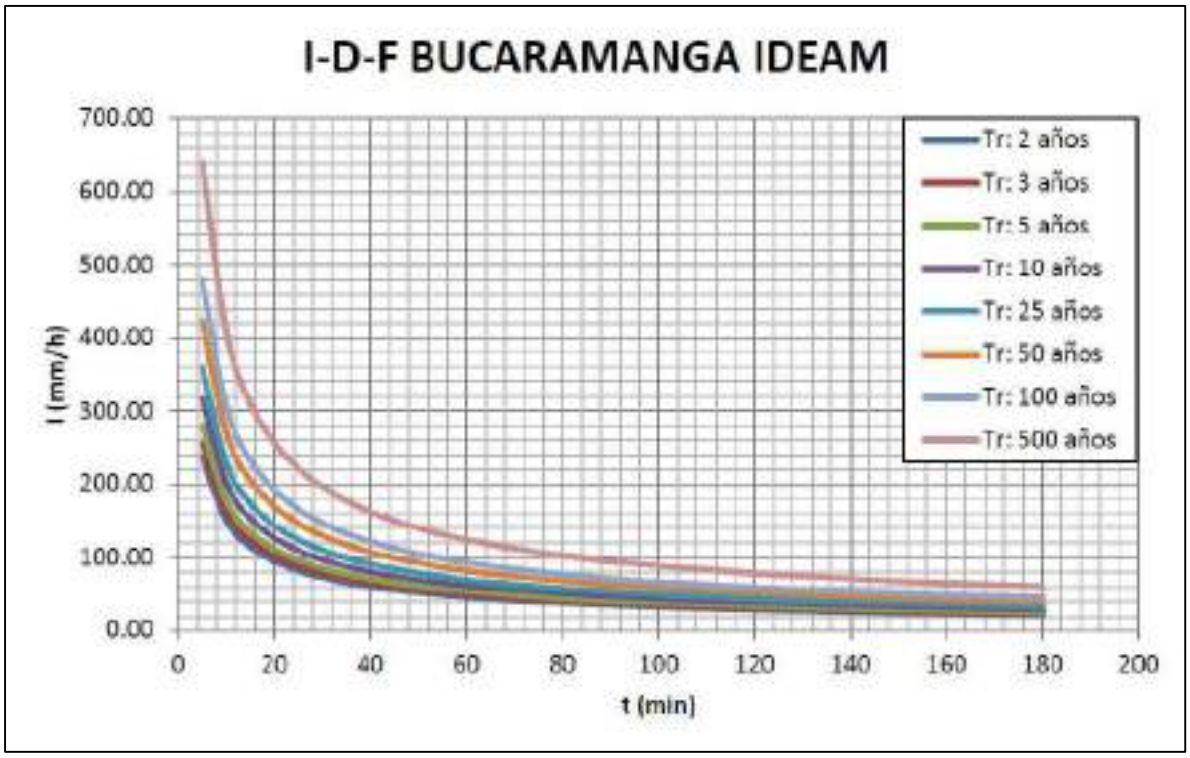


Imagen 4. Curva IDF Bucaramanga IDEAM

Se revisan los hietogramas utilizados para la obtención del modelo hidrológico de lluvia escorrentía adoptado. Los cálculos son representados gráficamente y se

presume que fueron desarrollados mediante el método de los bloques alternos. Se resalta la importante de su obtención y se observan valores típicos esperados.



Imagen 5. Hietograma de tormenta de diseño mostrada por el consultor

3.4 VOLUMENES DE ESCORRENTIA E INFILTRACION y CAUDALES

Es adoptado un modelo de lluvia escorrentía mediante método directo conocido como método racional de diseño. El método racional es uno de los métodos de mayor aplicación para el cálculo de caudales extremos en cuencas pequeñas, está basado en el concepto de que, si una lluvia de intensidad I comienza instantáneamente y continúa indefinidamente, la tasa de escorrentía aumentará hasta que se alcance el tiempo de concentración Tc, tiempo en el cual toda la cuenca está contribuyendo al flujo de salida en el cierre.

Tipo de Obra	Tiempo de retorno (años)
Cunetas	5
Zanjas de coronación	10
Estructuras de caída	10
Alcantarillas de 0.90m de diámetro	10
Alcantarillas mayores a 0.9m de diámetro	20
Puentes menores (luz menor a 10m)	25
Puentes de luz mayor o igual a 10m y menor a 50m	50
Puentes de luz mayor o igual a 50m	100
Drenaje subsuperficial	2

Tabla 4. Tiempos de retorno para diferentes tipos de obra INVIAS

En el presente estudio, el consultor estima los caudales para cada uno de los periodos de retorno y escoge el de 10 años para el diseño de las estructuras de drenaje tal y como lo recomienda el Manual. El valor adimensional C que indica la capacidad de infiltración del suelo es adoptado como 0.50 al ser una zona parcialmente residencial con casas multifamiliares separadas como se propone en la tabla 2.9. del Manual de Drenaje para Carreteras.

NOMBRE	ÁREA DE INFLUENCIA (Km^2)	TC (min)	Intensidad (mm/hr)	C	Q (m^3/s)	Q (LPS)
Área 1 Tr 10	0.051351	15.00	129.47	0.5	0.92	924.10

Tabla 5. Cálculo de caudales mostrados por el consultor

El valor del caudal para el manejo de agua es de 0.92 m3/s para una intensidad de 129.47 mm/h y un tiempo de concentración de 15 minutos. Se resalta que el tiempo de concentración para hoyas de menor tamaño de debe limitar a 15 minutos cuando este sea menor de acuerdo a los cálculos.

4. REVISIÓN HIDRÁULICA

4.1 DISEÑO DE OBRAS DE SUBDRENAJES

Para analizar el comportamiento del área en estudio frente a diferentes tipos de lluvia, la influencia de las lluvias sobre el nivel freático y la capacidad de infiltración de los materiales presentes en la zona, el consultor realizó un modelo de infiltraciones y régimen de flujo con el software SLIDE.

Este análisis tiene como objetivo identificar la afectación que presenta la ladera ante una precipitación, confirmar que las lluvias son un factor detonante a los deslizamientos presentados en la zona y determinar las obras de subdrenaje mínimas requeridas para mitigar las amenazas.

Para el desarrollo del análisis el consultor selecciona los adecuados coeficientes de permeabilidad, la cual se define como la capacidad que tiene un material de permitirle a un flujo que lo atraviese sin alterar su estructura interna.

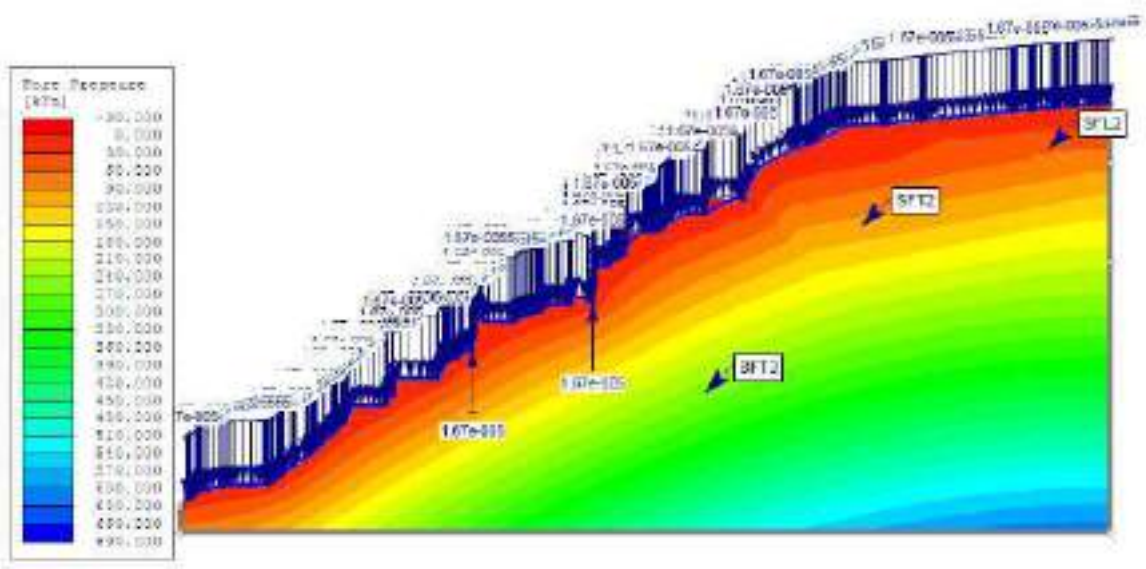


Imagen 6. Modelo de infiltración en el terreno presentado por el consultor.

A partir del análisis realizado y con el fin de establecer una mitigación objetiva de la influencia de las presiones de poros en la resistencia de los suelos del talud, el consultor propone construir drenes horizontales.

Para determinar el número de filas y la separación de los drenes horizontalmente el consultor realizó el análisis de infiltración con la implementación de dichos sistemas de abatimiento de caudales de infiltración.

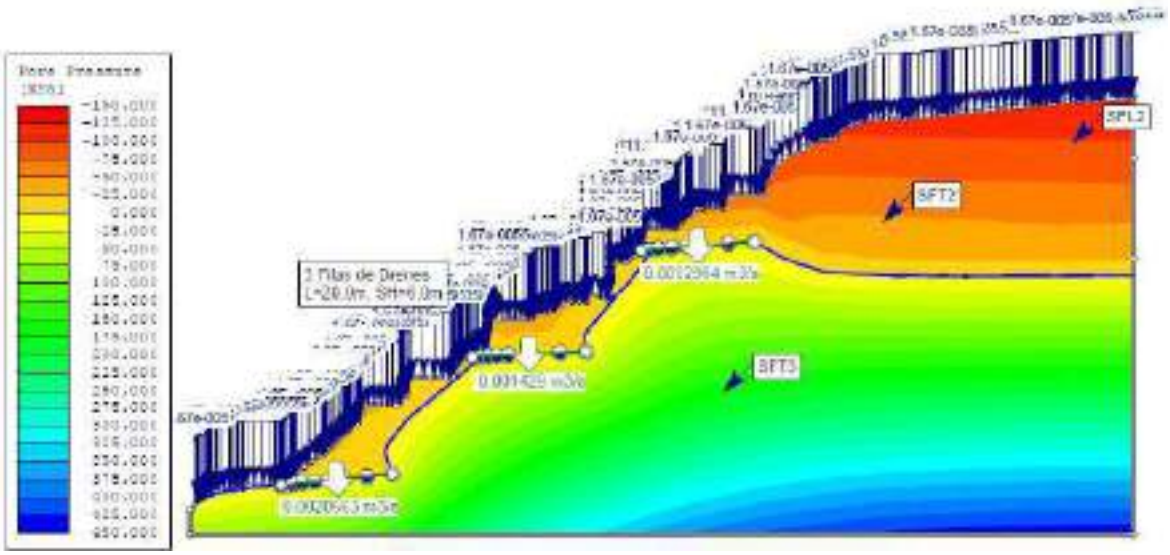


Imagen 7. Análisis perfil 1 con drenes de penetración mostrados por el consultor

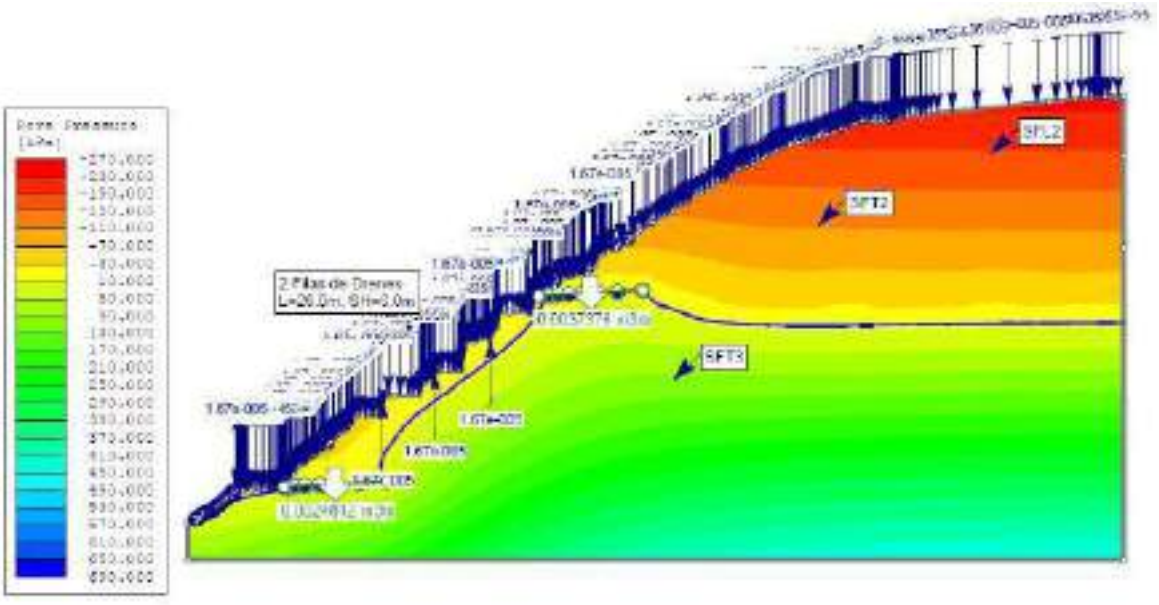


Imagen 8. Análisis perfil 2 con drenes de penetración mostrados por el consultor

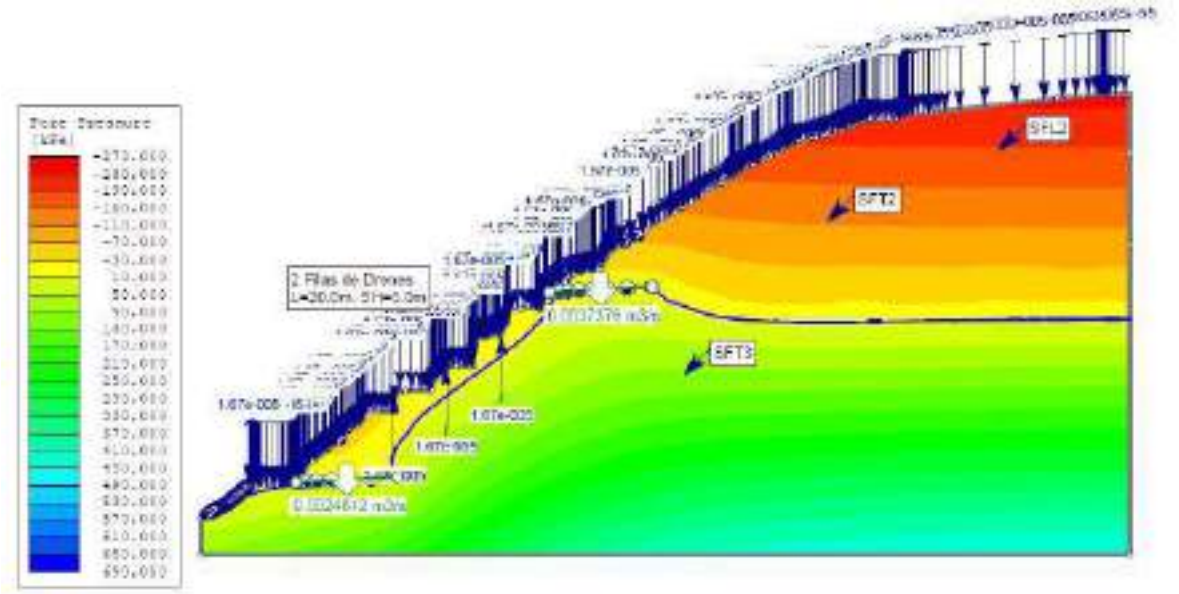


Imagen 9. Análisis perfil 3 con drenes de penetración mostrados por el consultor

El consultor muestra el cálculo de la separación horizontal de los drenes de penetración para el alivio del nivel freático. Se estima, por parte del mismo, el caudal total captado por los drenes por metro lineal y lo compara con la capacidad total de un dren de 2 pulgadas de diámetro en PVC con una pendiente de 5%. Adopta un factor de seguridad de 2.0.

Qmax DREN	0.036	m3/s
F.S.	2.0	
Qamd DREN	0.018	m3/s
Numero de Filas	3.0	
Q Fila 1	6.30E-03	m3/s
Q Fila 2	1.43E-03	m3/s
Q Fila 3	2.07E-03	m3/s
Qsolicitado Total	9.79E-03	m3/s
Separacion Minima	6.0	m

Imagen 10. Cálculo de separación de drenes perfil 1 mostrado por el consultor.

El consultor recomienda dos filas de drenes de penetración con diámetro 2 pulgadas en PVC y 20 metros de longitud cada 6 metros horizontales para el perfil número uno (01).

Qmax DREN	0.036	m3/s
F.S.	2.0	
Qamd DREN	0.018	m3/s
Numero de Filas	3.0	
Q Fila 1	4.66E-04	m3/s
Q Fila 2	6.82E-03	m3/s
Q Fila 3	2.61E-03	m3/s
Qsolicitado Total	9.90E-03	m3/s
Separacion Minima	6.0	m

Imagen 11. Cálculo de separación de drenes perfil 2 mostrado por el consultor.

El consultor recomienda dos filas de drenes de penetración con diámetro 2 pulgadas en PVC y 20 metros de longitud cada 6 metros horizontales para el perfil número dos (02).

Qmax DREN	0.036	m3/s
F.S.	2.0	
Qamd DREN	0.018	m3/s
Numero de Filas	2.0	
Q Fila 1	3.74E-03	m3/s
Q Fila 2	2.48E-03	m3/s
Qsolicitado Total	6.22E-03	m3/s
Separacion Minima	6.0	m

Imagen 12. Cálculo de separación de drenes perfil 3 mostrado por el consultor.

El consultor recomienda dos filas de drenes de penetración con diámetro 2 pulgadas en PVC y 20 metros de longitud cada 6 metros horizontales para el perfil número tres (03).

Para el manejo complementario de los caudales de escorrentía superficial el consultor recomienda construir un canal en la base del talud de configuración trapezoidal en concreto reforzado de 0.30 m de base menor, 0.80 m de base mayor y 0.50 m de altura como se observa en la figura. El consultor chequea su eficiencia hidráulica cumpliendo con la carga de caudal al que será sometida la estructura.

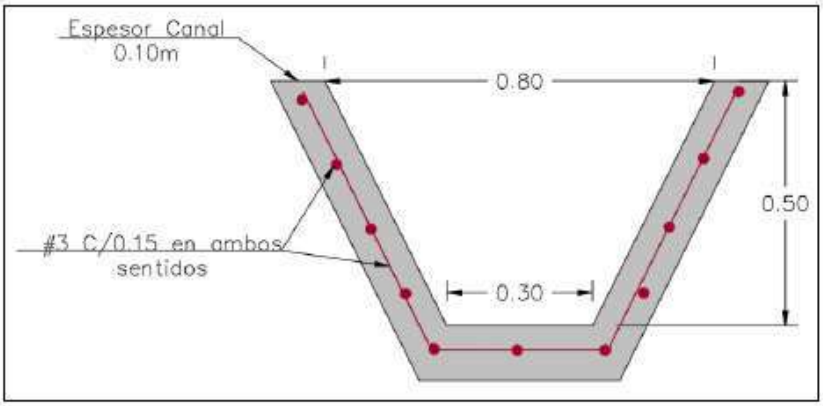


Imagen 13. Canal en concreto propuesto por el consultor para manejo de escorrentía superficial.

5. CONCLUSIONES

- Se realiza la revisión de los estudios hidrológicos, hidráulicos y de socavación de acuerdo con los parámetros normativos vigentes consignados en el Manual de Drenaje para Carreteras INVIAS y RAS 2017.

- Se encuentra una delimitación y caracterización de microcuencas realizada por el consultor como paso inicial para el procedimiento de cálculo, en este caso, para manejo de agua y niveles freáticos de ladera.

- El consultor recopila información hidrológica de precipitación de las estaciones hidrometeorológico de la red dispuesta por el IDEAM y realiza el tratamiento de datos con los procedimientos estadístico necesarios para tal fin.

- El consultor hace referencia a curvas IDF estimadas para periodos de retorno de 2.33, 5, 10, 25, 50, 100, 300 y 500 años de acuerdo a los parámetros técnicos dispuestos para el proyecto.

- Se propone por parte del consultor el uso de un modelo directo lluvia escorrentía conocido como método racional de diseño.

- El consultor muestra la modelación del escenario de estabilidad con el abatimiento del nivel freático mediante drenes de penetración de 2 pulgadas de diámetro en PVC de 20 metros a 5% de pendiente espaciados cada 6 metros. El consultor muestra los cálculos de eficiencia hidráulica de los drenes.

- El consultor propone un canal de recepción de caudal de escorrentía superficial al pie de ladera en los tres perfiles en estudio chequeando su eficiencia hidráulica y confirmando su funcionalidad para la carga de caudal al que sería sometido.

ESTUDIO Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES MIRAMANGA, LA INDEPENDENCIA, GAITÁN PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PUBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER.

SECTOR LA INDEPENDENCIA

PARA: **MUNICIPIO DE BUCARAMANGA.**

FECHA: 07 de julio 2023

ASUNTO: TOMO II – DISEÑOS DE OBRAS DE MITIGACIÓN

P	07-07-2023	EMISIÓN PARA COMENTARIOS			
			M.S	M.S	M.S
REVISIÓN	**FECHA DE REVISIÓN**	**DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN**	**PREPARÓ**	**APROBÓ**	**AUTORIZÓ**

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 14
2. OBJETIVOS 15
2.1 OBJETIVO GENERAL 15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 15
3. HIDROLOGÍA 16
3.1 GENERALIDADES 16
3.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 16
3.3 FASE HIDROLÓGICA 17
3.3.1 Área Aferente (Área Hidrográfica) y sus Características Físicas 18
3.3.2 Características Climáticas 19
3.3.3 Cálculo de Caudales 30
4. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 33
4.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 33
4.2 GEOLOGÍA 34
4.2.1 Geología Regional 34
4.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 37
4.3.1 Falla de Bucaramanga – Santa Marta 41
4.3.2 Falla de Suarez 42
4.4 UNIDADES GEOLÓGICAS PARA INGENIERÍA (LOCAL) 42
4.4.1 Factores considerados para caracterizar las unidades geológicas superficiales (UGS) 43
4.4.2 Barrio Independencia 44
4.5 GEOMORFOLOGÍA 52
4.5.1 Metodología 52
4.5.2 Geomorfología de la zona de estudio según (SGC) 53
4.6 UNIDADES Y SUBUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO 57

4.6.1 Geoformas de Origen Denutativo (D) 58
4.6.2 Geoformas de Origen Antrópico (A) 60
5. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO PARA ESTABILIDAD DE TALUDES 63
5.1 DEFINICIÓN DE CONTACTOS LITOLÓGICOS 63
5.2 NIVELES FREÁTICOS 63
5.3 PERFILES GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO 63
6. AVR REMOCIÓN EN MASA Y DISEÑOS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN 67
6.1 PARÁMETROS SÍSMICOS 67
6.1.1 Caracterización Geomecánica de los Suelos 67
6.1.2 Efectos Locales 68
6.1.3 Parámetros para Análisis Seudo Estático de Taludes 69
6.1.4 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA 70
6.1.5 Calibración de Parámetros de Resistencia - Back Analysis o Retro Calculo. . 76
6.2 METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA 78
6.2.1 Factores Condicionantes 80
6.2.2 Factores Detonantes 80
6.2.3 Escenarios de Amenaza 81
6.3 ZONIFICACIÓN DETALLADA DE LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA 82
6.3.1 Evaluación de la Amenaza Bajo Condiciones Actuales 84
6.3.2 Resultados de la Evaluación de la Amenaza por Movimientos en Masa 86
6.4 ZONIFICACION DE LA AMENAZA 87
6.5 EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD 90
6.5.1 Factores para determinar la vulnerabilidad 90
6.5.2 Análisis de la vulnerabilidad 91
6.5.3 Resultados de la Vulnerabilidad 94
6.6 EVALUACIÓN DE RIESGO 96
6.6.1 Resultados de la evaluación del riesgo 97

6.7 PLANTEAMINTO, ANALISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACION 100
6.7.1 Medidas estructurales 100
6.7.2 Medidas No estructurales 100
6.8 ALTERNATIVAS DE OBRAS DE MITIGACIÓN 101
6.9 DISEÑO DE LAS OBRAS DE ESTABILIZACIÓN 106
6.9.1 Cálculo de la Fuerza Estabilizadora 106
6.9.2 Diseño de los Anclajes Pretensionados 112
6.9.3 Cálculo de la Capacidad de Soporte del Dado de Tensionamiento 119
6.9.4 Diseño de Protección contra la Erosión 123
6.9.5 Diseño de Obras de Subdrenaje 131
6.9.6 Manejo de la Escorrentía 137
6.9.7 Análisis de Estabilidad Global con Obras 138
6.10 DISEÑO DE LA ZAPATA 145
6. PLANES DE GESTIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL 147
6.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 147
6.1.1 Normatividad Ambiental Aplicable 147
6.1.2 Descripción de Actividades 152
6.1.3 Definición del Área de Influencia 152
6.1.4 Área de Influencia Directa 153
6.1.5 Área de Influencia Indirecta 153
6.1.6 Caracterización Ambiental del Área De Influencia Directa 154
6.1.7 Evaluación Ambiental 160
6.1.8 Programas de Manejo Ambiental 168
6.2 PLAN DE MANEJO DE TRANSITO 197
6.2.1 Tipo de Obra 197
6.2.2 Tiempo de Ejecución 197
6.2.3 Equipo a Emplear 198
6.2.4 Características de la Zona de Influencia 198

6.2.5 Plan Específico de Manejo de Trafico 206
6.2.6 Señalización y Adecuaciones Temporales 207
6.2.7 Información y Divulgación del Plan 220
6.2.8 Control y Seguimiento de la Puesta en Marcha del PMT 220
6.2.9 Seguridad Vial 221
6.3 PLAN DE GESTIÓN SOCIAL 224
6.3.1 Alcance 225
6.3.2 Objetivos 225
6.3.3 Marco Legal 225
6.3.4 Perfil Profesional 227
6.3.5 Preliminares de Obra 228
6.3.6 Reuniones con la Comunidad 231
6.3.7 Interferencias presentadas durante la Obra 233
6.3.8 Actividades a realizar durante la Ejecución de las Obras 234
6.3.9 Actividad de Entrega de Obra a la Comunidad 237
6.3.10 Presentación de Informes 240
6.3.11 Informes Preliminares 240
6.3.12 Matriz de Impactos Generados durante la Obra 240
6.3.13 Cronograma de Actividades 240
6.3.14 Censos de Inmuebles 240
6.3.15 Informes Mensuales 241
6.3.16 Informe Final 241
6.3.17 Valla Informativa 242
6.3.18 Cuñas Radiales 242
6.3.19 Contratación Mano de Obra 242
6.4 PLAN DE MANEJO FORESTAL O ARBOLEO 243
7. SOCIALIZACIÓN 246
7.1 METODOLOGÍA 246
7.1.1 Convocatoria Socialización de Inicio 246

7.1.2 Desarrollo de la Socialización 247
7.2 TIEMPO DE EJECUCIÓN..... 249
7.3 ASISTENCIA 249
8. PRESUPUESTO DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN 251
8.1 SECTOR 1 – OBRAS DE MITIGACION COSTADO ORIENTAL..... 252
8.2 SECTOR 2 – OBRAS DE MITIGACION COSTADO OCCIDENTAL 255
8.3 PRIORIZACIÓN DE LAS INTERVENCIONES 257
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 258
9.1 EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LAS CONDICIONES ACTUALES... 258
9.2 OBRAS DE MITIGACIÓN 259
9.3 OBRAS DE SUBDRENAJE 260
9.4 MANEJO DE LA EROSIÓN 260
9.5 MANEJO DE LA ESCORRENTÍA 260
9.6 RECOMENDACIONES GENERALES 260
9.7 LIMITACIONES 261
9.8 FIRMA DEL ESPECIALISTA 262

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Ubicación del sector..... 17
Figura 2. Área aferente 18
Figura 3. Ubicación de estaciones climatológicas adyacentes al proyecto..... 20
Figura 4. Software de aplicación de las fórmulas explicadas a usar..... 23
Figura 5. Verificación de bondad de ajuste para datos de la estación Bucaramanga IDEAM 23
Figura 6. Ajuste de probabilidad Gumbel estación Bucaramanga IDEAM 24
Figura 7. Regiones de Colombia para definición de parámetros a, b, c y d..... 26
Figura 8. Curvas IDF para la estación Bucaramanga IDEAM 27
Figura 9. Hietograma de tormenta de diseño, estación Bucaramanga IDEAM..... 30
Figura 10. Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional 32
Figura 11. Localización Barrio Miramanga, entre la calle 18 y la vía principal que de morrorico conduce a Cúcuta, Norte de Santander. 33
Figura 12. Localización zona de estudio Barrio la Independencia (Cuadro rojo) en la plancha Geología del Departamento de Santander. 34

Figura 13. Localización de la zona de estudio Barrio la Independencia (Señalado en rojo), en el mapa geológico de la zonificación sismo geotectónica del área metropolitana de Bucaramanga. Fuente: Tomado y modificado de INGEOMINAS,2001. 35
Figura 14. Esquema tectónico departamento de Santander, la zona de estudio esta demarcada en rojo. Fuente: Tomado y modificado de memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001)..... 39
Figura 15. Esquema tectónico departamento de Santander, la zona de estudio esta demarcada en rojo. Fuente: Tomado y modificado de memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001)..... 40
Figura 16. Mapas de Unidades Geológicas para Ingeniería área de estudio Barrio la Independencia. Fuente: Este estudio, 2023 52
Figura 17. Esquema de Jerarquización geomorfológica. Fuente: Tomado y Modificado de Velásquez (1999), Carvajal (2002-2008)..... 53
Figura 18. Localización zona estudio en el mapa Geomorfoestructura de Colombia. Fuente: Tomado y Modificado de Mendivelso (2009). 54
Figura 19. Localización zona estudio en el mapa de Provincias de Colombia. Fuente: Tomado y Modificado de Mendivelso (2009)..... 55
Figura 20. Unidades Geomorfológicas para la zona de estudio Barrio La independencia. 62
Figura 21. Localización de perfiles..... 64
Figura 22. Perfil 1 geológico – geotécnico 65
Figura 23. Perfil 2 geológico – geotécnico 65
Figura 24. Perfil 3 geológico – geotécnico 66
Figura 25. Perfil 4 geológico – geotécnico 66
Figura 26. Caracterización del perfil del suelo 72
Figura 27. Calibración parámetros de resistencia con retro cálculo. 78
Figura 28. Metodología para la evaluación de la amenaza por movimientos en masa. 79
Figura 29.Mapa de amenaza Barrio La Independencia condición estatica saturada. 88
Figura 30.Mapa de amenaza Barrio Independencia condición Seudo estático – saturada. 89
Figura 31.Mapa de vulnerabilidad ante fenómenos de remoción en masa. 95
Figura 32.Mapa de riesgo ante fenómenos de remoción en masa. 98
Figura 33. Métodos para estabilización de taludes Fuente: Briaud, J.-L. (2013). Geotechnical engineering: Unsaturated and saturated soils. 101
Figura 34. Fuerza activa para análisis estático Perfil 1 – Pantalla 1. 107
Figura 35. Fuerza activa para análisis seudo estático Perfil 1 – Pantalla 1. 108
Figura 36. Fuerza activa para análisis estático Perfil 2 – Pantalla 2. 108
Figura 37. Fuerza activa para análisis seudo estático Perfil 2 – Pantalla 2. 109
Figura 38. Fuerza activa para análisis estático Perfil 3 – Pantalla 3. 109
Figura 39. Fuerza activa para análisis seudo estático Perfil 3 – Pantalla 3. 110

Figura 40. Nomenclatura de los muros anclados y lineamientos para longitud empotrada de los anclajes. CCP14. 112
Figura 41. Valores de α para relación (L/B). 122
Figura 42. Bloque de suelo determinado por la superficie inestable y la localización de los anclajes. Fuente: MacRO 1 Design approach- Hand calculation EN -R2.... 124
Figura 43. Descomposición de la fuerza resultante en dirección de la fuerza por punzonamiento. Fuente: MacRO 1 Design approach- Hand calculation EN -R2.. 125
Figura 44. Parámetros a considerar. Fuente: Estudio y análisis de las membranas flexibles como elemento de soporte para la estabilización de taludes y laderas de suelos y/o materiales sueltos, Daniel Casto 2000. 127
Figura 45. Detalle anclaje del revestimiento contra la erosión. 131
Figura 46. Modelo de infiltración al realizar el corte del terreno y al presentarse una lluvia intensa. 133
Figura 47. Detalle de los caudales de los drenes proyectados – Pantalla 1 (Perfil 1). 134
Figura 48. Detalle de los caudales de los drenes proyectados – Pantalla 2 (Perfil 2). 135
Figura 49. Detalle de los caudales de los drenes proyectados – Pantalla 3 (Perfil 3). 135
Figura 50. Canal trapezoidal en la base del talud. 138
Figura 51. Análisis de estabilidad estático con obras – Perfil 1. 138
Figura 52. Análisis de estabilidad seudo estático con obras – Perfil 1. 139
Figura 53. Análisis de estabilidad estático con obras – Perfil 2. 140
Figura 54. Análisis de estabilidad seudo estático con obras – Perfil 2. 141
Figura 55. Análisis de estabilidad estático con obras – Perfil 3. 142
Figura 56. Análisis de estabilidad seudo estático con obras – Perfil 3. 143
Figura 57.Mapa de amenaza Barrio La Independencia condición seudo estatica saturada – Con Obra. 144
Figura 58. Área de influencia indirecta. 153
Figura 59. Zonas de vida. 157
Figura 60.Impactos identificados. 167
Figura 61.Importancia de los impactos. 168
Figura 62.Área de influencia del Proyecto. Fuente:POT ONLINE. 199
Figura 63.U1 Subsistema de infraestructura Vial. Fuente:POT 2da generación Bucaramanga. 200
Figura 64.Plano de Señalización general 206
Figura 65.Flecha luminosas 209
Figura 66.Flecha luminosas Fuente:http://bmargentina.com/Balizas/index.htm 209
Figura 67.Señal SPO-01 trabajo en la vía. 210
Figura 68.Señal SPO-03 Auxiliar de tránsito. 211
Figura 69.Señal SRO-02 Desvió. 211
Figura 70.SPO-01. Aproximación a obra en la vía. 212
Figura 71.SIO-02 y SIO-03. Inicio y fin de la obra. 212

Figura 72.Elementos canalizadores. Fuente: Seguridad vial: equipos e implementos. http://www.reygada.cl/nuestros-productos/seguridad-vial/ 213
Figura 73.Barricada con desvió y sin desvió. FUENTE: Manual de señalización vial Colombia Ministerio de Transporte,2015. 215
Figura 74.Delineador tubular y canalización con cinta de señalización. Fuente: Manual de señalización vial Colombia Ministerio de Transporte,2015. 215
Figura 75.Controlador de Trafico. 216
Figura 76.Controlador de Riesgos en obras de construcción. Fuente: Señales en obra para vía pública. 216
Figura 77.Controlador de Riesgos en obras de construcción. Fuente: Señales en obra para vía pública. 217
Figura 78. Folleto Convocatoria Socialización de Inicio de Proyecto..... 246
Figura 79. Folleto Generalidades Socialización de Inicio de Proyecto. 248
Figura 80. Folleto Generalidades Socialización de Inicio de Proyecto. 248
Figura 81. Priorización de las obras de mitigación por sectores..... 251
Figura 82. Obra de Mitigación Sector 1..... 253
Figura 83. Presupuesto Indepedencia sector 1..... 254
Figura 84. Obra de Mitigación Sector 2..... 255
Figura 85. Presupuesto Independencia Sector 2 257

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Coordenadas aproximadas del sitio de interés..... 16
Tabla 2. Características físicas de las áreas aferentes del proyecto de interés 19
Tabla 3. Estaciones adyacentes al proyecto..... 19
Tabla 4. Datos de precipitación máxima en 24 horas para las estaciones adyacentes 21
Tabla 5. Precipitación máxima 24h en mm para TR por Gumbel 24
Tabla 6. Parámetros de ajuste de regresión regionalizados en Colombia..... 25
Tabla 7. Cálculo de tormenta de diseño, estación Bucaramanga IDEAM 28
Tabla 8. Tiempos de retorno para diferentes tipos de obra..... 31
Tabla 9. Caudal de diseño..... 32
Tabla 10. Condición de fractura miento de las rocas. 44
Tabla 11. Clasificación genética de las unidades de suelo. Modificado de Montero (2001). 45
Tabla 12. Unidades geológicas de Ingeniería. 51
Tabla 13. Clasificación de Unidades Geomorfológicas según su origen (Ingeominas, 2001). 56
Tabla 14. Unidades geomorfológicas de la zona de estudio (Carvajal, 2001) 57
Tabla 15. Clasificación de los perfiles de suelo..... 67

Tabla 16. Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro. 68
Tabla 17. Valores del coeficiente Fv, para la zona de períodos intermedios del espectro. 68
Tabla 18. Valores de K_{ST}/a_{max} mínimos para análisis seudo estático de taludes. 69
Tabla 19. Correlación entre el número de golpes del ensayo SPT y la densidad relativa de suelos granulares. 70
Tabla 20. Correlación entre el número de golpes del ensayo SPT y Consistencia de los suelos cohesivos. 71
Tabla 21. Resumen parametros de resistencia al corte 73
Tabla 22. Parámetros de resistencia del Miembro Limos Rojos (SFL2). 74
Tabla 23. Parámetros de resistencia del Miembro Gravoso (SFT2). 74
Tabla 24. Parámetros de resistencia del Miembro Órganos (SFT3). 75
Tabla 25. Parámetros de resistencia del Coluvial Activo (SCO1). 75
Tabla 26. Escenarios propuestos para la evaluación de la amenaza. 81
Tabla 27. Ponderación propuesta para los escenarios de análisis de la evaluación de la amenaza. 82
Tabla 28. Parámetros geotécnicos ingresados al software. 83
Tabla 29. Grados de estabilidad según los resultados del factor de seguridad. 83
Tabla 30. Resultados factor de seguridad y probabilidad de falla para taludes en condiciones actuales Perfil 1 84
Tabla 31. Resultados factor de seguridad y probabilidad de falla para taludes en condiciones actuales Perfil 2..... 84
Tabla 32. Resultados factor de seguridad y probabilidad de falla para taludes en condiciones actuales Perfil 3..... 85
Tabla 33. Resultados factor de seguridad y probabilidad de falla para taludes en condiciones actuales Perfil 4..... 85
Tabla 29. Clasificación de la amenaza de un talud ante deslizamiento. 87
Tabla 35.Valores propuestos para el factor de susceptibilidad asociada con el tipo de estructura..... 92
Tabla 36.Valores propuestos para el factor de susceptibilidad por el estado de la edificación..... 92
Tabla 37.Valores de intensidad para cada una de las unidades geológicas..... 93
Tabla 38.Calificación de la Vulnerabilidad..... 94
Tabla 39.Clasificación de los niveles de vulnerabilidad. 96
Tabla 40.Matriz de riesgos..... 97
Tabla 41.Clasificación de los niveles de riesgo. 99
Tabla 1.Alternativa No.1 anclajes pasivos 103
Tabla 6. Alternativa No.2 Micropilotes sobre corona de talud 104
Tabla 7. Alternativa No.3 Anclajes activos 105
Tabla 42. Cálculo de fuerza por anclaje Pantalla 1 (Perfil 1). 110
Tabla 43. Cálculo de fuerza por anclaje Pantalla 2 (Perfil 2). 111
Tabla 44. Cálculo de fuerza por anclaje Pantalla 3 (Perfil 3). 111
Tabla 45. Mayoración de las cargas. 113

Tabla 46. Comprobación de la tensión admisible del acero para anclajes de 40 Ton. 113
Tabla 47. Comprobación del deslizamiento del tirante en la lechada, dentro del bulbo para anclajes de 40 Ton. 115
Tabla 48. Esfuerzos de adherencia unitario ultimo asumido para anclajes en rocas. Tabla 11.9.4.2-3 del CCP14. 116
Tabla 49. Esfuerzos de adherencia unitario ultimo asumido para anclajes en suelos cohesivos. Tabla 11.9.4.2-1 del CCP14. 117
Tabla 50. Esfuerzos de adherencia unitario ultimo asumido para anclajes en suelos no cohesivos. Tabla 11.9.4.2-2 del CCP14. 117
Tabla 51. Factores de resistencia para muros de contención permanentes. Tabla 11.5.7-1 del CCP14. 118
Tabla 52. Comprobación de la seguridad frente al arrancamiento del para anclajes de 40 Ton. 118
Tabla 53. Parámetros de diseño para el cálculo de la capacidad de soporte. 121
Tabla 54. Cálculo de la capacidad de soporte de acuerdo a estados límite de falla. 121
Tabla 55. Cálculo de la capacidad de soporte de acuerdo a estados límite de falla. 123
Tabla 56. Cálculo de presión y fuerza por falla de cuña. 125
Tabla 57. Cálculo de presión y fuerza por talud infinito. 127
Tabla 58 Calculo de fuerza a tracción de la malla. 128
Tabla 59 Verificación a cortante y tracción de la malla por carga de tensionamiento de anclajes para malla de 8.0 x 10.0 cm, de 2.7 mm de diámetro y resistencia de 500 MPa 129
Tabla 60 Verificación a cortante y tracción de la malla por carga de tensionamiento de anclajes para malla de 8.3 x 14.3 cm, de 3.0 mm de diámetro y resistencia de 1770 MPa. 130
Tabla 61. Rango de valores del coeficiente de permeabilidad en suelos. Fuente: Ingeniería Geológica - Luis I. González de Vallejo. 132
Tabla 62. Valores típicos de permeabilidad de la matriz rocosa. Fuente: Ingeniería Geológica - Luis I. González de Vallejo. 132
Tabla 63. Clasificación de la precipitación según la intensidad. Fuente: AEMET. . 133
Tabla 64. Calculo separación minina horizontal de los drenes – Pantalla 1 (Perfil 1). 136
Tabla 65. Calculo separación minina horizontal de los drenes – Pantalla 2 (Perfil 2). 136
Tabla 66. Calculo separación minina horizontal de los drenes – Pantalla 3 (Perfil 3). 137
Tabla 67. Diseño dado de anclaje pantalla anclada 146
Tabla 68.Normatividad Ambiental vigente 147
Tabla 69. Identificación de permisos requeridos 160
Tabla 70. Listado de actividades y aspectos ambientales 160
Tabla 71. Listado de impactos ambientales a evaluarse por componente 161

Tabla 72. Rango de probabilidad (Pr). 164
Tabla 73. Rango de Desarrollo (De). 164
Tabla 74. Rango de Permanencia (Pe). 165
Tabla 75. Valores de Gravedad (Gr). 165
Tabla 76. Valores de Cobertura (Co). 165
Tabla 77. Valores de Magnitud(M). 166
Tabla 78. Rango del Índice de Importancia Ambiental. 166
Tabla 79. Matriz de evaluación de impactos ambientales 167
Tabla 80. Listado de programación de manejo Ambiental. 169
Tabla 81. Evaluación de efectividad PMA-1 171
Tabla 82. Evaluación de efectividad PMA-2 173
Tabla 83. Evaluación de efectividad PMA-3 175
Tabla 84. Evaluación de efectividad PMA-4 177
Tabla 85. Evaluación de efectividad PMA-5 179
Tabla 86. Evaluación de efectividad PMA-6 183
Tabla 87. Evaluación de efectividad PMA-7 185
Tabla 88. Evaluación de efectividad PMA-8 187
Tabla 89. Evaluación de efectividad PMA-9 189
Tabla 90. Evaluación de efectividad PMA-10 191
Tabla 91. Evaluación de efectividad PMA-11 193
Tabla 92. Evaluación de efectividad PMA-12 195
Tabla 93.Relación de maquinaria Fuente: Elaboración propia. 198
Tabla 94.Usos del suelo por sector. Fuente: Elaboración propia. 199
Tabla 95.Tipología vial por sectores. Fuente: Elaboración propia. 200
Tabla 96.Sitios especiales Fuente: Elaboración propia. 201
Tabla 97.Señalización existente. Fuente: Elaboración propia. 202
Tabla 98.Perfiles viales Fuente: Elaboración propia. 203
Tabla 99.Rutas de transporte Fuente: AMB. 204
Tabla 100.Elementos mínimos de adecuación 218
Tabla 101. Ponderación propuesta para los escenarios de análisis de la evaluación de la amenaza. 259

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Pág.

Fotografía 1. Se observa Suelo transportado de movimiento en masa por acción de gravedad en la parte baja donde se ubica el talud sobre el Barrio La independencia. Fuente: Este estudio, 2023 46
Fotografía 2. Se evidencia miembro gravoso sobre el talud donde se encuentra el barrio la Independencia. Fuente: Este estudio,2023 47
Fotografía 3. En la parte baja del barrio la independencia sobre la calle 3 que conduce hacia el municipio de matanza se evidencia suelo del miembro órganos pertenecientes a la Formación Bucaramanga. Fuente: Este estudio,2023 48

Fotografía 4. Se observa diversos materiales los cuales se clasifican como llenos antrópicos de basuras y escombros ubicados en el área donde se evidencia movimiento en masa. Fuente: Este estudio,2023..... 49
Fotografía 5. Se evidencia vía que de Bucaramanga comunica al municipio de Matanza la cual corresponde a un suelo de llenos antrópicos de excavación Fuente: Este estudio,2023..... 50
Fotografía 6. Vista de sector en donde se aprecia Depósito de movimiento en masa. Fuente: Este estudio, 2023. 59
Fotografía 7. Se observa ladera muy inclinada (D10) sobre viviendas del Barrio Independencia y vía la cual corresponde a obras civiles (A7) Fuente: Este estudio, 2023. 60
Fotografía 8. Se evidencia llenos mixtos (A5) zona del movimiento en masa en el Barrio La independencia. Fuente: Este estudio, 2023. 61
Fotografía 9. Área de influencia directa. 153
Fotografía 10.Suelo transportado de movimiento en masa por acción de gravedad en la parte baja donde se ubica el talud sobre el Barrio Independencia..... 156
Fotografía 11. Socialización..... 250

1. INTRODUCCIÓN

CONSORCIO ESTUDIOS BUCARAMANGA, en calidad de ejecutor del contrato de consultoría No.74 de 2023 "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES MIRAMANGA, LA INDEPENDENCIA, GAITÁN PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PUBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER", cuya área directa del estudio está localizada en el sector de Independencia en la comuna 2 municipio de Bucaramanga, departamento de Santander ,presenta a continuación, la entrega correspondiente a los resultados obtenidos del estudio realizado para el Tomo II - Diseño de las obras de estabilización.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar estudios y diseños para las obras de mitigación para el sector de La Independencia, producto de la declaratoria de calamidad pública del municipio de Bucaramanga, Santander.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una caracterización geológica y geotécnica de los diferentes estratos que conforman el perfil estratigráfico.
- Delimitación de Áreas de Drenaje, Estimación de caudales mediante el método racional y determinación de sección transversal de obras para el manejo de aguas de escorrentía directa.
- Mediante las características geológicas y geotécnicas de la zona, diagnosticar el comportamiento sobre la estabilidad de los suelos.
- Evaluar la amenaza por fenómenos de movimientos en masa, a la cual se encuentra expuesta el área en estudio.
- Realizar el análisis de la amenaza para diferentes escenarios y plantear las recomendaciones que se requieran para garantizar la estabilidad del área en estudio.
- Diseñar obras de mitigación y/o estabilización para los problemas identificados en el área de estudio.
- Realizar plan de manejo ambiental, plan de manejo de tránsito, plan de gestión social y plan de manejo forestal y arbóreo relacionados con el área en estudio.

3. HIDROLOGÍA

3.1 GENERALIDADES

La ejecución de obras de mitigación para la disminución del riesgo de deslizamiento o remoción en masa, son altamente susceptibles al efecto de la lluvia y flujo subsuperficial. Para el control de dicho detonante es necesaria la proyección de obras de arte o estructuras hidráulicas que permitan el adecuado control y drenaje del flujo de escorrentía del talud y las obras para su estabilización.

Con base en lo expuesto anteriormente, el presente informe comprende los cálculos hidrológicos e hidráulicos de las obras de arte para el control de la escorrentía en el área de interés, con base en fundamentos de la hidrología y las recomendaciones del manual de drenaje para carreteras INVIAS y la guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada del servicio geológico colombiano.

3.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se localiza en el sector La Independencia del municipio de Bucaramanga, departamento de Santander, localizado en cartografía IGAC 1:25000 en la plancha 109-IV-D y con coordenadas aproximadas de:

Tabla 1. Coordenadas aproximadas del sitio de interés

COORDENADAS DEL PUNTO		
ESTE	**NORTE**	**COTA**
1105185.389	1281646.632	922



Figura 1. Ubicación del sector
Fuente: Google Earth

3.3 FASE HIDROLÓGICA

El presente capitulo comprende los cálculos y procedimientos para la obtención de estadísticas precisas para la determinación del comportamiento de las variables climatológicas en el área de estudio.

Todos los procedimientos matemáticos se elaboran con base en los cálculos estadísticos de los datos climatológicos de las estaciones del IDEAM adyacentes y con información suficiente para un adecuado análisis. Adicionalmente, las características físicas del área hidrográfica al punto de interés se desarrollan con base en la cartografía vigente del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y se determina la cobertura del suelo con base en las coberturas de tierra para Colombia Corine Land Cover.

Se entiende que la precipitación (Lluvia) es el factor de mayor relevancia para la generación de inundaciones. Se conoce que la precipitación es variable tanto espacial como temporalmente, por lo que se debe hacer una aproximación al comportamiento

de la precipitación medida y almacenada en la base de datos. Estos aspectos serán explicados a continuación.

3.3.1 Área Aferente (Área Hidrográfica) y sus Características Físicas

El área aferente corresponde al estado físico natural para toda operación hidrológica. Esta área se define como la superficie topográficamente limitada, la cual se drena por uno o varios recorridos de agua, de tal manera que la totalidad del flujo efluente es drenado a partir de una salida (conductos en sistemas de alcantarillado).

El límite topográfico del área aferente (divisoria), corresponde a la línea imaginaria que divide la precipitación en áreas aferentes adyacentes y orientan la escorrentía resultante a un sistema de drenaje[1].



Figura 2. Área aferente

[1] INVIAS. (2011). Manual de drenaje para carreteras.

Tabla 2. Características físicas de las áreas aferentes del proyecto de interés

NOMBRE	ÁREA DE INFLUENCIA (Km^2)
Área 1	0.051351

Considerando el hecho de que son obras de arte de orden menor, se asumen los parámetros mínimos de tiempo de concentración según INVIAS, el cual corresponde a 15min[2] para cada colector a analizar en el presente estudio.

3.3.2 Características Climáticas

La naturaleza es por excelencia impredecible, lo que hace necesario el desarrollo de modelos matemáticos que permitan con un grado de confianza en un determinado rango, la proyección del comportamiento de la variable en estudio. Para el caso de la precipitación en lo temporal, se propone la creación de curvas que relacionen la intensidad, la frecuencia de ocurrencia y el tiempo de duración de un evento de precipitación, configurando así las curvas IDF (intensidad-duración-frecuencia).

3.3.2.1 Análisis de la Precipitación

Los análisis de las series de datos de las estaciones climatológicas adyacentes al proyecto deben elaborarse de tal manera que se obtenga una estimación con baja incertidumbre del comportamiento de la lluvia en esta zona. En el presente caso corresponde a la precipitación, cuya información debe ser analizada y procesada para la obtención de resultados satisfactorios.

Para la zona de interés, se tienen varias estaciones adyacentes, con un tiempo representativo de datos, de las cuales se escoge las más cercana al proyecto, ya que comprende la información de la precipitación más precisa para el área aferente de interés. Dicha estación es:

Tabla 3. Estaciones adyacentes al proyecto
Fuente: IDEAM

Nombre	Código	Tipo	Estado	Operada	Departamento	Municipio	Fecha de instalación
Bucaramanga IDEAM	38015030	Pluviométrica	Activa	IDEAM	Santander	Bucaramanga	14/06/1972

[2] INVIAS, Manual de drenaje para carreteras, 2011

Nota: Se toma esta estación, ya que es la que contiene registros pluviométricos completos y su cercanía al área del proyecto.



Figura 3. Ubicación de estaciones climatológicas adyacentes al proyecto
Fuente: IDEAM

Los estudios hidrológicos requieren análisis estadísticos de valores extremos (máximos o mínimos), para la determinación de estos se conocen dos distribuciones comúnmente usadas, la distribución de Gumbel tipo I.

Tabla 4. Datos de precipitación máxima en 24 horas para las estaciones adyacentes
Fuente: IDEAM

Bucaramanga	
Año	**Pmax en 24 Horas**
1997	51.2
1998	96
1999	55
2000	70
2001	76
2002	59.3
2003	83.2
2004	95.3
2005	93.3
2006	57.6
2007	48
2008	73.4
2009	80.9
2010	95.1
2011	117.5
2012	80.6
2013	57.7
2014	100.5
2015	59
2016	72.8
2017	83.3
2018	73
2019	61.4
2020	86.9

En el presente estudio se utilizó la distribución de valores extremos Gumbel tipo I comúnmente utilizada y de bastante aceptación en el medio, que es un caso especial de la distribución GEV de tres parámetros descrita por el British Flood Studies Report en 1975.

La distribución acumulada viene dada por la Ecuación:

$$F(x) = \frac{1}{\alpha} e^{-e^{\left(-\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$$

Dónde:

$$\alpha = \frac{s\sqrt{6}}{\pi}$$
$$u = \bar{x} - 0.5772$$

Definiendo la variable reducida:

$$b = \frac{x-u}{\alpha}$$

Se tiene entonces que:

$$P(X \leq x) = \frac{1}{T} = e^{-e^{-b}}$$

Dónde:
x = Variable en estudio (Precipitación)

$\bar{X}$ = Media de la variable en estudio
S = Desviación estándar de la variable en estudio
T=Tiempo de retorno en años
La probabilidad de ocurrencia de un evento con un valor igual o mayor que un valor dado x se expresa con la Ecuación, la cual permite determinar la magnitud de la variable hidrológica correspondiente a un periodo de retorno dado.

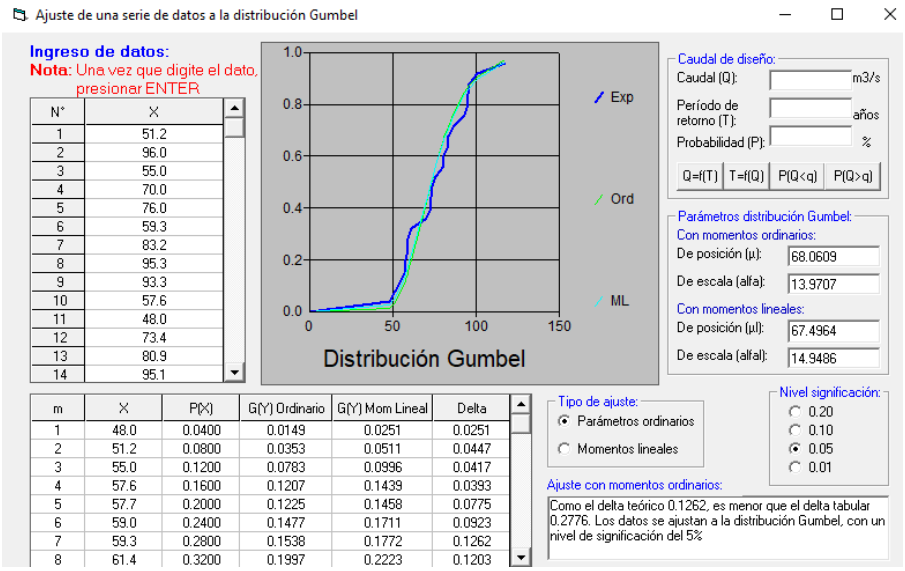
$$P(X \leq x) = \frac{1}{T} = e^{-e^{-b}}$$

Para este cálculo se utiliza el software HidroEsta, este se alimenta con los datos de precipitación máxima en 24 horas. Primero el programa verifica la bondad de ajuste escogida, para este caso Gumbel y determina su confiabilidad de acuerdo con el número de datos y valores.

Este software fue desarrollado por Villon Bejar, Maximo. Software para cálculos hidrológicos y su uso es libre.



Figura 4. Software de aplicación de las fórmulas explicadas a usar
Fuente: software Hidroesta



N°	X
1	51.2
2	96.0
3	55.0
4	70.0
5	76.0
6	59.3
7	83.2
8	95.3
9	93.3
10	57.6
11	48.0
12	73.4
13	80.9
14	95.1

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	48.0	0.0400	0.0149	0.0251	0.0251
2	51.2	0.0800	0.0353	0.0511	0.0447
3	55.0	0.1200	0.0783	0.0996	0.0417
4	57.6	0.1600	0.1207	0.1439	0.0393
5	57.7	0.2000	0.1225	0.1458	0.0775
6	59.0	0.2400	0.1477	0.1711	0.0923
7	59.3	0.2800	0.1538	0.1772	0.1262
8	61.4	0.3200	0.1997	0.2223	0.1203

Figura 5. Verificación de bondad de ajuste para datos de la estación Bucaramanga IDEAM
Fuente: software Hidroesta.

Realizada la prueba de bondad se despliega una nota donde informa que el delta teórico es menor que el delta tabular ajustándose los datos a una distribución Gumbel.

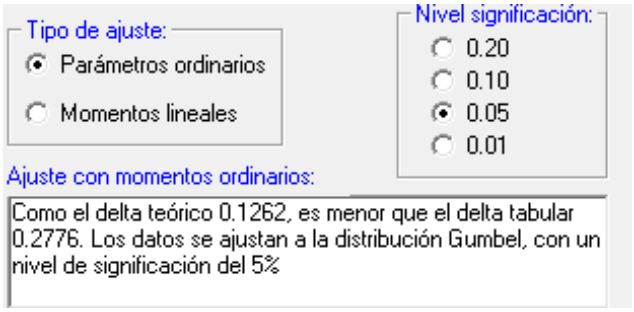


Figura 6. Ajuste de probabilidad Gumbel estación Bucaramanga IDEAM
Fuente: Software Hidroesta

El procedimiento se repite cambiando el periodo de retorno y los datos de acuerdo con la estación analizada.

De acuerdo con esta estimación, los valores de precipitación máximos para los periodos de retorno de 10, 25, 50, 100 y 500 años se registran en la siguiente tabla.

Tabla 5. Precipitación máxima 24h en mm para TR por Gumbel
Fuente: Elaboración propia del Consultor

Estación	Tr 10 años	Tr 25 años	Tr 50 años	Tr 100 años	Tr 500 años
Bucaramanga IDEAM	104.5	120.1	131.7	143.3	169.9

3.3.2.2 Curvas IFD

Las curvas IDF, son graficas en las cuales se exponen las lluvias mediante la intensidad de la precipitación, como ordenadas de la duración de la lluvia y la probabilidad (periodo de retorno).

Para el presente proyecto, se construyen curvas IDF sintéticas mediante la metodología propuesta por (Vargas & Díaz-Granados, 1998)[3] ya que este estudio correlaciona la precipitación máxima en 24 horas, el numero promedio de días de

[3] Vargas, R., & Díaz-Granados, M. (1998). Curvas sintéticas regionalizadas de intensidad duración-frecuencia para Colombia. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes

lluvia al año, la precipitación total media anual y la elevación de la estación, con unos parámetros de ajuste de regresión adaptados para cada una de las regiones del país.

La formulación general para encontrar la intensidad media I en mm/hr se da como sigue:

(1) $I = a\frac{T^b}{t^c}M^d$

(2) $I = a\frac{T^b}{t^c}M^dN^e$

(3) $I = a\frac{T^b}{t^c}M^dN^ePT^f$

Dónde:
I = Intensidad de precipitación, en milímetros por hora (mm/h)
T = Período de retorno en años
M = Precipitación máxima promedio anual en 24 horas a nivel minutal
t = Duración de la tormenta en horas.
N = Promedio de número de días con lluvia al año (días)
PT = Precipitación media anual (mm)
a, b, c, d, e, f = Parámetros de ajuste de regresión, regionalizados

Los valores de los parámetros para las diferentes regiones se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6. Parámetros de ajuste de regresión regionalizados en Colombia Fuente: Vargas, R., & Díaz-Granados, M. (1998). Curvas sintéticas regionalizadas de intensidad duración-frecuencia para Colombia. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes.

Región	Ecuación	a	b	c	d	e	f
Andina (R1)	1	0.94	0.18	0.66	0.83		
	2	1.22	0.19	0.66	0.83	-0.05	
	3	1.61	0.19	0.65	0.75	-0.15	0.08
Caribe (R2)	1	24.85	0.22	0.5	0.1		
	2	16.66	0.21	0.5	0.03	0.15	
	3	8.51	0.21	0.5	-0.01	-0.08	0.28
Pacifico (R3)	1	13.92	0.19	0.58	0.2		
	2	3.02	0.19	0.58	0.04	0.44	

	3	2.31	0.19	0.58	-0.2	0.12	0.4
Orinoquia (R4)	1	5.53	0.17	0.63	0.42		
	2	75.03	0.17	0.63	0.12	-0.23	
	3	1.3E-26	0.19	0.58	1.19	-1.46	8.28

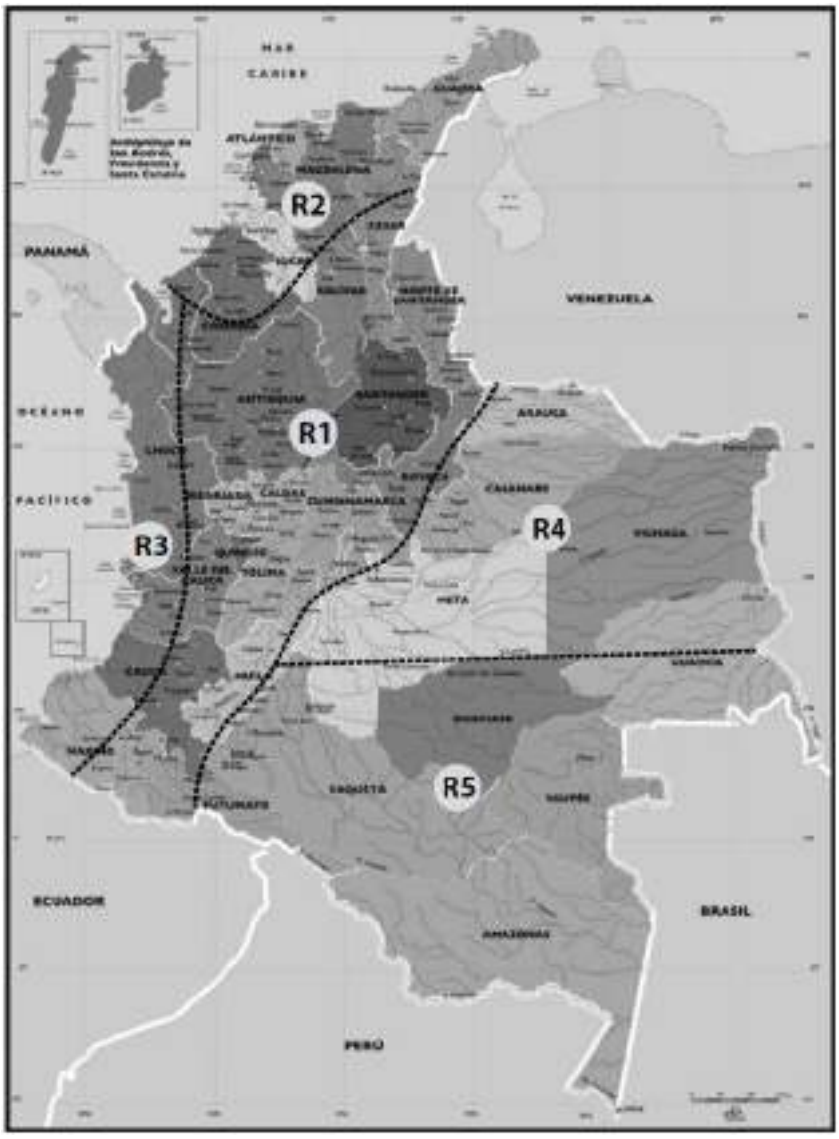


Figura 7. Regiones de Colombia para definición de parámetros a, b, c y d
Fuente: INVIAS. (2015). Guía de diseño de pavimento con placa-huella.

Con base en lo anterior, se construyen las curvas IDF a partir de la ecuación 1 de la metodología presentada.

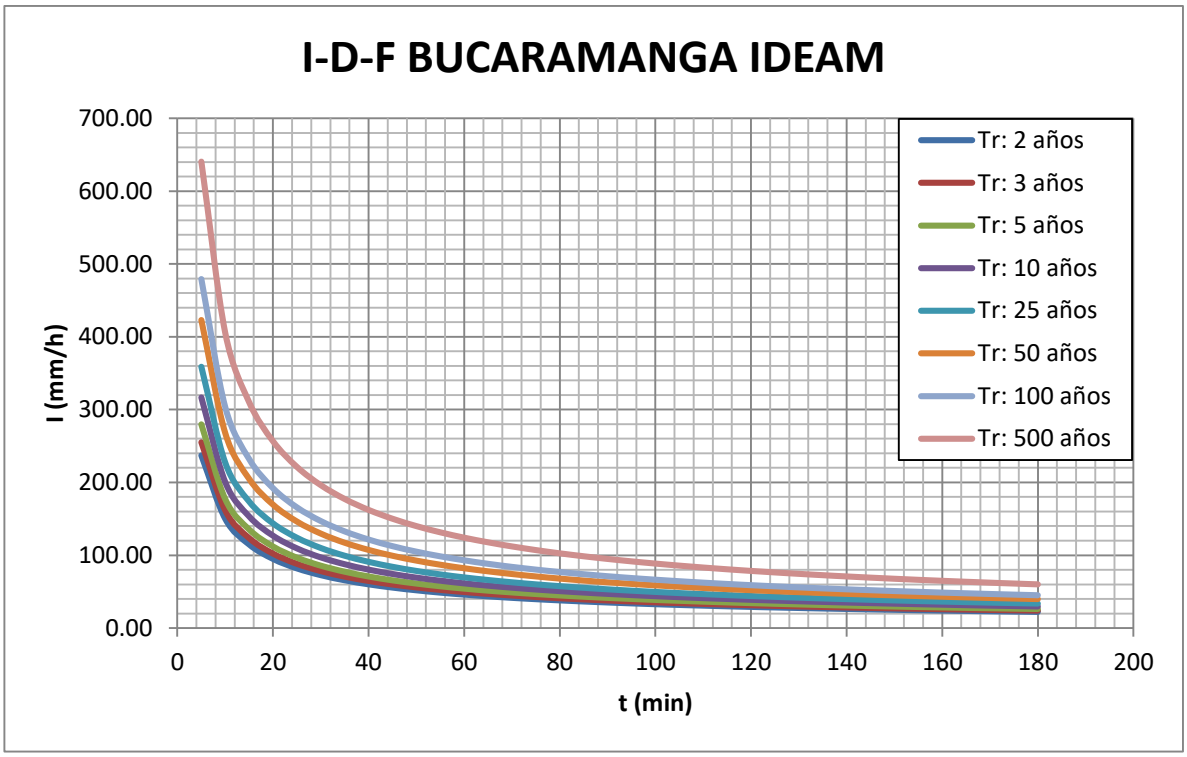


Figura 8. Curvas IDF para la estación Bucaramanga IDEAM
Fuente: Elaboración propia del Consultor

Teniendo en cuenta la variación de la intensidad de la lluvia con respeto a la duración de la tormenta. Se lleva a cabo el desarrollo de las curvas Lamina Duración y Frecuencia teniendo encienta que Lamina corresponde a los valores de intensidad por la duración.

3.2.2.2.1 Hietogramas de tormenta de diseño

Hietogramas puntuales de aguaceros de diseño con curvas intensidad-duración-frecuencia.

Las bases teóricas para la deducción de las curvas intensidad-duración-frecuencia se presentaron en documentación explicada anteriormente.

El procedimiento para elaborar la tormenta de diseño es el siguiente:

1) Con base en los datos de las curvas intensidad-duración-frecuencia para la estación analizada, representativa de la hoya hidrográfica hasta el sitio del proyecto, se calculan las curvas de masas de los aguaceros puntuales para duraciones entre 0 y 180 min, por ejemplo, y los periodos de retorno seleccionados, en intervalos de tiempo congruentes con la duración de la lluvia efectiva del hidrograma de escorrentía superficial seleccionado, igual a tr.

2) Posteriormente, con base en estas curvas de masas, se deberán calcular los hietogramas de los aguaceros puntuales respectivos.

3) Para dar una secuencia más crítica del aguacero, como es usual en este tipo de análisis, y por medio del método del Bloque Alterno, los incrementos de lluvia de los hietogramas mencionados previamente se deben arreglar de la siguiente manera: el valor más bajo se colocará en el primer lugar, el segundo valor en orden creciente se colocará en último lugar, el tercer valor en tal orden se ubicará en segundo lugar, el cuarto valor en el penúltimo lugar, y así sucesivamente. El resultado corresponde con los hietogramas de lluvia puntual de los aguaceros de diseño.

Tabla 7. Cálculo de tormenta de diseño, estación Bucaramanga IDEAM

T (min)	P (mm) 10 años	P (mm) 25 años	P (mm) 50 años	P (mm) 100 años	P (mm) 500 años
5	0.72	0.81	0.96	1.09	1.45
10	0.75	0.85	1.00	1.13	1.51
15	0.78	0.88	1.04	1.18	1.57
20	0.81	0.92	1.08	1.23	1.64
25	0.85	0.96	1.14	1.29	1.72
30	0.89	1.01	1.19	1.35	1.81
35	0.94	1.07	1.26	1.43	1.91
40	1.00	1.13	1.34	1.51	2.02
45	1.07	1.21	1.42	1.61	2.16
50	1.15	1.30	1.53	1.73	2.32
55	1.24	1.41	1.66	1.88	2.51
60	1.36	1.54	1.82	2.06	2.75
65	1.51	1.71	2.02	2.29	3.06
70	1.72	1.94	2.29	2.60	3.47
75	2.01	2.27	2.68	3.04	4.05

T (min)	P (mm) 10 años	P (mm) 25 años	P (mm) 50 años	P (mm) 100 años	P (mm) 500 años
80	2.46	2.79	3.29	3.73	4.98
85	3.33	3.77	4.44	5.03	6.73
90	5.92	6.71	7.91	8.96	11.97
95	22.28	25.24	29.76	33.72	45.05
100	4.17	4.72	5.57	6.31	8.43
105	2.81	3.19	3.76	4.26	5.69
110	2.20	2.50	2.95	3.34	4.46
115	1.85	2.09	2.47	2.79	3.73
120	1.61	1.82	2.14	2.43	3.25
125	1.43	1.62	1.91	2.17	2.89
130	1.30	1.47	1.73	1.96	2.62
135	1.19	1.35	1.59	1.80	2.41
140	1.10	1.25	1.48	1.67	2.23
145	1.03	1.17	1.38	1.56	2.09
150	0.97	1.10	1.30	1.47	1.96
155	0.92	1.04	1.23	1.39	1.86
160	0.87	0.99	1.16	1.32	1.76
165	0.83	0.94	1.11	1.26	1.68
170	0.79	0.90	1.06	1.20	1.61
175	0.76	0.86	1.02	1.15	1.54
180	0.73	0.83	0.98	1.11	1.48

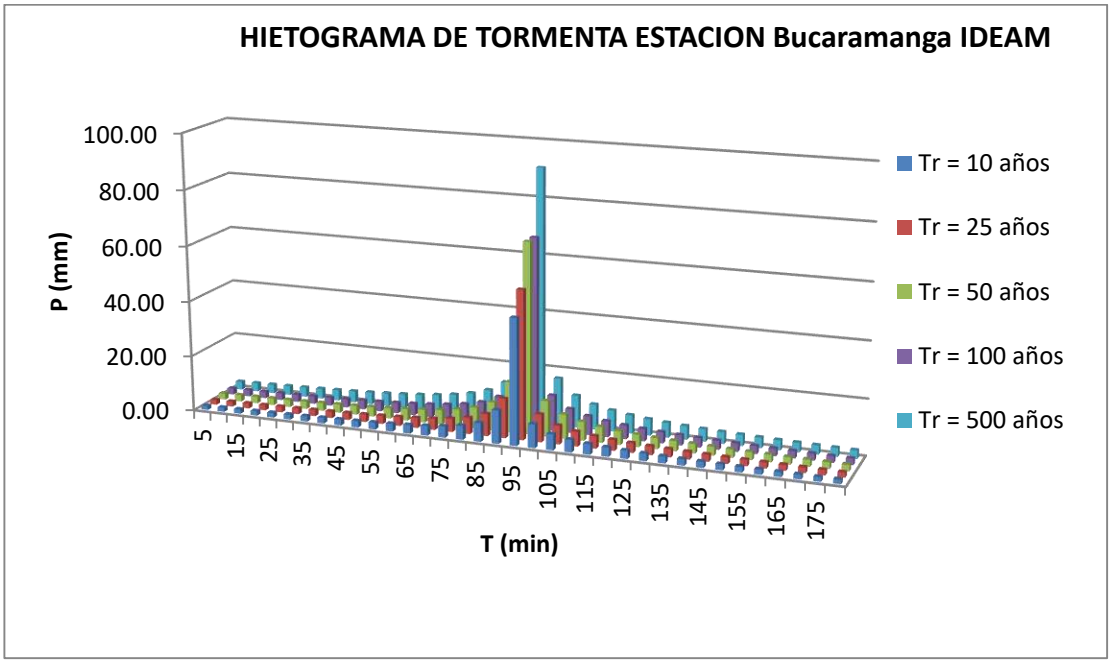


Figura 9. Hietograma de tormenta de diseño, estación Bucaramanga IDEAM

Con las intensidades de las estaciones utilizadas iniciando en 5 minutos y hasta 180 minutos se encuentra la precipitación para cada intervalo de 5 minutos, para un tiempo de retorno Tr =10, 25, 50, 100 y 500 años.

3.3.3 Cálculo de Caudales

Según el manual de drenajes del INVIAS para áreas menores a 2.5 km^2, permite utilizar el método racional para el cálculo de caudales, áreas superiores debe usarse el método del hidrograma de escorrentía superficial, con un tiempo de retorno diferente para cada uno de los métodos, dependiendo del tipo de estructura a evaluar.

A continuación, se muestra el tiempo de retorno para calcular caudales de diferentes estructuras:

Tabla 8. Tiempos de retorno para diferentes tipos de obra
Fuente: Manual de drenajes para carreteras INVIAS

Tipo de Obra	**Tiempo de retorno (años)**
Cunetas	5
Zanjas de coronación	10
Estructuras de caída	10
Alcantarillas de 0.90m de diámetro	10
Alcantarillas mayores a 0.9m de diámetro	20
Puentes menores (luz menor a 10m)	25
Puentes de luz mayor o igual a 10m y menor a 50m	50
Puentes de luz mayor o igual a 50m	100
Drenaje subsuperficial	2

Partiendo de que el área aferente para el proyecto tiene una superficie menor de 2.5km2, y por esta razón se utiliza el método racional, con un periodo de retorno de 10 años, el adecuado para zanjas de coronación según lo expuesto en la 0.

Dicho método se explica a continuación.

3.3.3.1 Método Racional

Es uno de los métodos de mayor aplicación para el cálculo de caudales extremos en cuencas pequeñas, está basado en el concepto de que si una lluvia de intensidad i, comienza instantáneamente y continúa indefinidamente, la tasa de escorrentía aumentará hasta que se alcance el tiempo de concentración Tc, tiempo en el cual toda la cuenca está contribuyendo al flujo de salida en el cierre.

$$Q = kCI_{tr}A$$

Dónde:

Q = Caudal pico (m^3/s) para un periodo de retorno T años
K = 0.278 (factor de conversión para garantizar unidades de Km^2)
C = Coeficiente de escorrentía para un periodo de retorno T años
I_{tr} = Intensidad promedio de la lluvia (mm/h) para una duración de lluvia Tc horas y un periodo de retorno T años
A = Área de la cuenca (Km^2)

Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional

Característica de la superficie	Periodo de retorno (años) 2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas							
Área de cultivos							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Figura 10. Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional Fuente: Chow Ven Te, Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). Applied Hydrology. New York, USA: McGraw-Hill International Editions, Civil Engineering Series.

Tabla 9. Caudal de diseño

NOMBRE	ÁREA DE INFLUENCIA (Km^2)	TC (min)	Intensidad (mm/hr)	C	Q (m^3/s)	Q (LPS)
Área 1 Tr 10	0.051351	15.00	129.47	0.5	0.92	924.10

4. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

4.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El municipio de Bucaramanga está localizado al nororiente del país en el departamento de Santander sobre la Cordillera Oriental. La zona de estudio se encuentra ubicada al nororiente de la ciudad, exactamente en el barrio Miramanga en mediaciones de la calle entre calle 18 y la vía principal que conduce de Morrorico a Cúcuta. Presenta coordenadas Origen Único N: 2.345.886,449 y E: 4.988.848,122.



Figura 11. Localización Barrio Miramanga, entre la calle 18 y la vía principal que de morrorico conduce a Cúcuta, Norte de Santander.
Fuente: Elaboración propia

4.2 GEOLOGÍA

4.2.1 Geología Regional

La zona de estudio ubicada en el Barrio La independencia se localiza dentro del área de influencia de la plancha geológica del Servicio Geológico Colombiano Plancha geológica del departamento de Santander donde se presenta en la Figura 12.

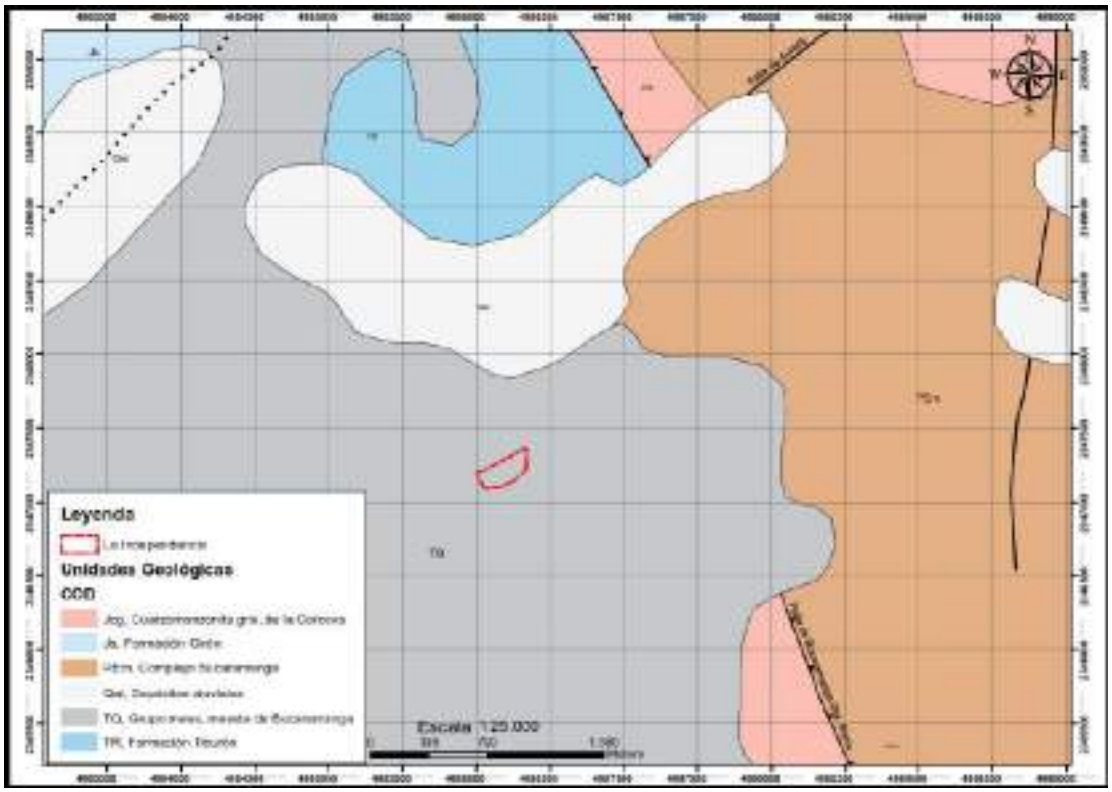


Figura 12. Localización zona de estudio Barrio la Independencia (Cuadro rojo) en la plancha Geología del Departamento de Santander.
Fuente: Tomado y adaptado del SGC,1999.

De acuerdo con lo observado en la Figura 12 el escarpe, se encuentra ubicado en medio del Grupo meseta de Bucaramanga (TQ), por consiguiente, la zona del escarpe estará conformada en su mayoría por areniscas, limolitas y conglomerados débilmente consolidados y considerados como depósitos de origen fluvial.

Grupo Mesa, Meseta de Bucaramanga (TQ). La unidad está constituida por areniscas, limolitas y conglomerados débilmente consolidados y considerados como depósitos de origen fluvial, los cuales están representados por el grupo Mesa y la Unidad Meseta de Bucaramanga, de edad pliocena-pleistocena.

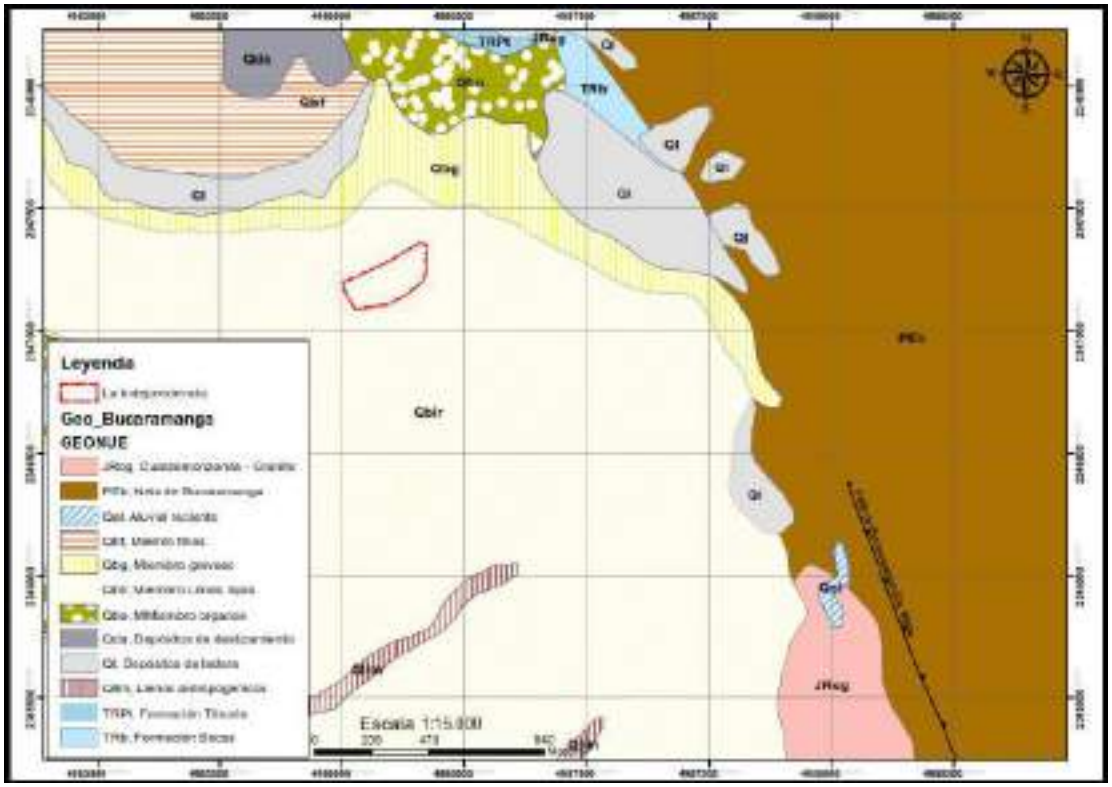


Figura 13. Localización de la zona de estudio Barrio la Independencia (Señalado en rojo), en el mapa geológico de la zonificación sismo geotectónica del área metropolitana de Bucaramanga. Fuente: Tomado y modificado de INGEOMINAS,2001.

Formación Bucaramanga: La Formación Bucaramanga hace parte de los depósitos cuaternarios descritos por Ward et al., (1973). Esta unidad inicialmente fue propuesta por Hubach (1951), quien la subdivide en: Miembro Órganos (Qbo) y Miembro Finos (Qbf). Posteriormente De Porta (1959) divide la formación Bucaramanga en tres paquetes: uno inferior conformado por niveles discontinuos de gravas clasto soportados y con lentes arenosos intercalados con un espesor de 150m; un segundo paquete con un espesor de 18m ubicado en la parte superior, compuesto de sedimentos arcillosos y un tercer paquete de 8 a 15 metros de espesor, constituido

por una mezcla de fragmentos angulares gruesos y finos arenosos. Sin embargo, después de trabajos de campo detallados el INGEOMINAS subdivide esta unidad en cuatro miembros: Órganos (Qbo), Finos (Qbf), Gravoso (Qbg) y Limos Rojos (Qblr); de acuerdo con las dataciones publicadas en el proyecto hidroeléctrico Fonce-Suárez, la edad de la Formación Bucaramanga es menor que 730.000 años (Pleistoceno) (INGEOMINAS, 1997).

Morfológicamente esta unidad corresponde a un abanico aluvial erosionado posiblemente asociado en gran parte al Río Suratá, acumulado sobre una depresión de origen tectónico, sobre la cual se ubica el casco urbano de la ciudad de Bucaramanga. Este abanico limita al nororiente y oriente con el Macizo de Santander, al noroccidente y occidente con el Cerro de Palonegro y el Río de Oro, y al sur con la Mesa de Ruitoque. Presenta una superficie suavemente ondulada, con pendiente ligeramente inclinada al occidente, entre 2º y 7º, y una extensión aproximada de 60 a 80 km². El valor real del espesor de la Formación Bucaramanga es aún desconocido, sin embargo, a partir de cortes geológicos se ha estimado un valor promedio de 250 m en las zonas con mayor espesor.

Miembro Órganos (Qbo). Definido por Hubach (1952). aflora en las laderas y escarpes de la parte occidental de la Meseta de Bucaramanga y el Área metropolitana. Se caracteriza por erosionarse fácilmente, formando surco, cárcavas y tierras malas que dan formas de estoraques que alcanzan alrededor de 15mdealturay sobre él se desarrolla un drenaje dendrítico subparalelo. De acuerdo con Bueno y Solarte (1994), corresponde a una serie monótona de niveles polimícticos de fragmentos gruesos, de aspecto conglomerático, en alternancia con capas y lentes limo arenosos, con variaciones laterales y verticales en composición y textura. Hubach (1952) describe niveles lenticulares limo arenosos, con espesores hasta de 5 m. los niveles de aspecto “conglomerático” conforman depósitos de gravas y bloques, débilmente consolidados, dispuestos en forma de capas gruesas a muy gruesas con espesores de hasta 15m.

Miembro Finos (Qbf). Este nivel fue reconocido y definido por Hubach (1952). Se ubica estratigráficamente entre el nivel inferior de la Formación Bucaramanga (miembro órganos) yel nivel superior (miembro gravoso) en contactos netos plano paralelos.es una extensa capa lenticular horizontal. Donde alternan niveles arcillosos, limos arenosos y areno limosos de colores gris verdosos y el conjunto arenoso de color pardo amarillento.

Miembro Gravoso (Qbg). Definido por Niño y Vargas (1992), ubicado sobre la escarpa occidental y norte de Bucaramanga, también conforma los escarpes superiores de la parte alta del nacimiento de la iglesia. La morfología que presenta el miembro gravoso es similar a la del Órganos en los sectores de los valles de las quebradas. Su espesor varía entre los 8 y 30m; presenta niveles gravosos, gravo arenosos y gravo lodosos.

Miembro Limos Rojos (Qblr). Nivel definido por Julivert (1963). Este momento se localiza en el sector urbanizado de Bucaramanga, aunque no en forma uniforme y se continua hacia el sur, hasta el sector norte del municipio de Floridablanca. Está constituido por arenas arcillosas gravosas y limos de colores rojizos, amarillentos y naranjas. Se observó la presencia esporádica de bloques angulares de arenisca asociados superficialmente a este miembro; estos cantos pueden estar embebidos dentro de limos rojos y se caracterizan por estar meteorizados. Suprayace al segmento gravoso y su contacto con este es gradacional. La parte más superficial de este miembro se encuentra altamente meteorizada, formándose en algunos sectores niveles de oxidación que le ayudan a incrementar su compactación y resistencia a la erosión.

4.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El nororiente colombiano de Los Andes es un territorio geológicamente complejo y tectónicamente dinámico; su conformación está relacionada con la interacción de las placas tectónicas Nazca, Caribe y Suramérica. El área de Santander por encontrarse dentro de este dominio despierta gran interés y genera discusiones sobre su origen y su conformación geológica.

El Departamento de Santander se encuentra localizado en una región tectónica compleja y dinámica, que representa a una zona de influencia entre los límites de las placas tectónicas del Caribe y la suramericana, conocida como bloque Andes del Norte o bloque Norandino en los trabajos de Kellogg (1984); Case, et al. (1984); Kellogg, et al. (1985); James (1985) y Boinet (1985), entre otros.

Para la caracterización tectónica del territorio de Santander se ha subdividido en tres provincias tectónicas como son la del Macizo de Santander, que está conformada por los bloques de Floresta, Cucutilla, Pamplona y de Ocaña; la del Valle Medio de Magdalena, y la de la Cordillera Oriental.

El área de estudio se encuentra en la provincia tectónica de la Cordillera Oriental (Ilustración 4). La cual se caracteriza por pliegues anticlinales y sinclinales amplios, limitados por fallas inversas y de cabalgamiento, de direcciones NE y NW, con inclinación predominante hacia el oriente.

Constituye una cobertera sedimentaria con cubrimiento de una gran extensión de la Cordillera Oriental. En el Departamento de Santander, está restringida a dos bloques, el principal localizado en la región central estructural y el menor ubicado en la región oriental. Esta provincia está conformada por rocas sedimentarias generalmente plegadas, de edades jurásicas y cretácitas; el bloque principal o central está limitado al oriente por las fallas Riachuelo y Bucaramanga-Santa Marta, y al occidente por la Falla La Salina, mientras el bloque oriental está limitado al oriente por la Falla de Servitá y al occidente por las fallas Bucaramanga-Santa Marta y de Baraya.

El territorio santandereano se caracteriza por presentar tres estilos estructurales diferenciables, los cuales identifican tres regiones estructuralmente bien definidas del departamento: uno de fallamiento en bloques en la región oriental; otro de plegamientos en la región central, y el graben del Magdalena, en la región occidental Figura 14 se toma como referencia la descripción en la memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001).

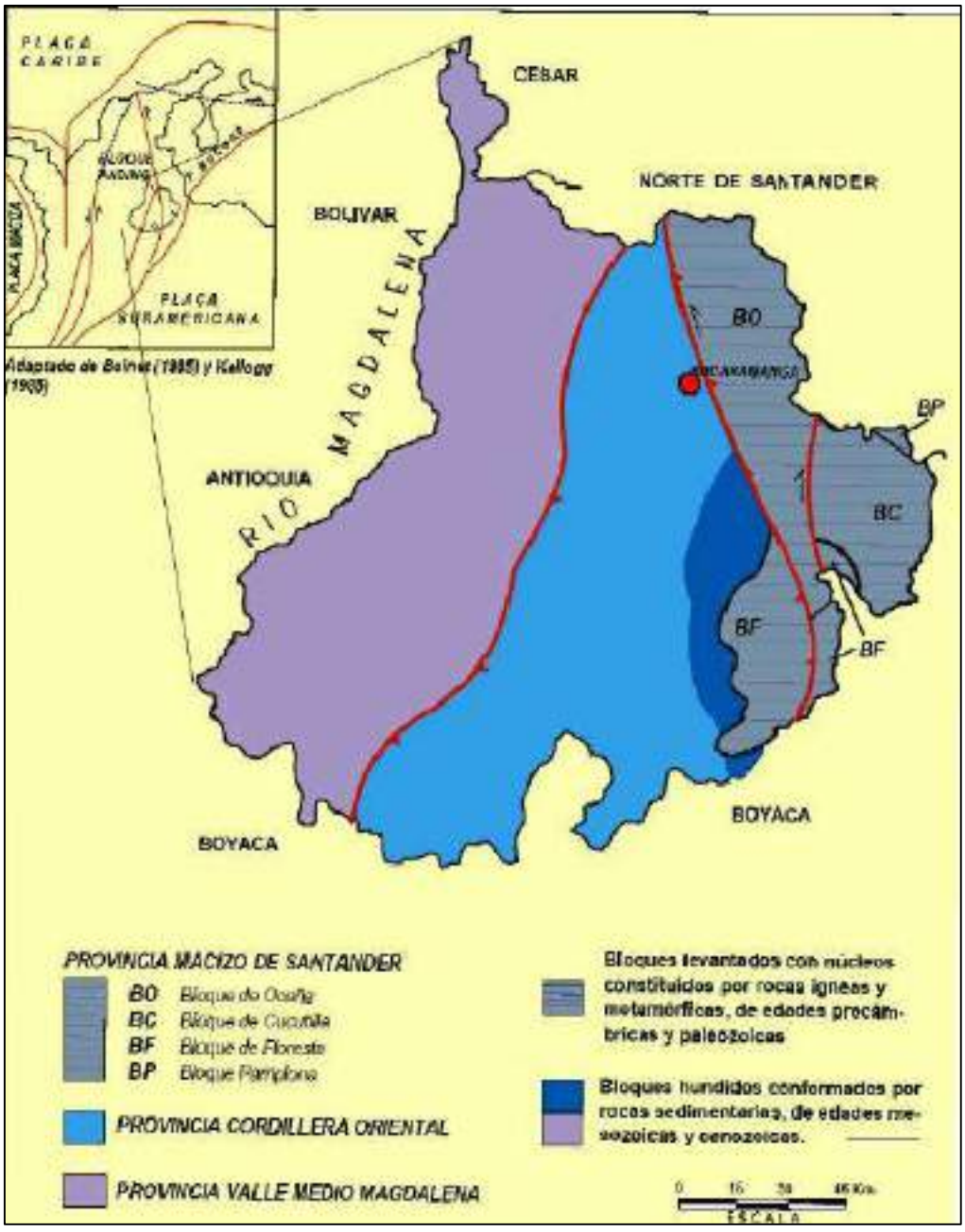


Figura 14. Esquema tectónico departamento de Santander, la zona de estudio esta demarcada en rojo.
Fuente: Tomado y modificado de memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001).

El área de estudio, escarpe Barrio Miramanga se encuentra en la región central (Figura 15) localizada en cercanías: entre el sistema de falla Bucaramanga y la falla del Suarez.

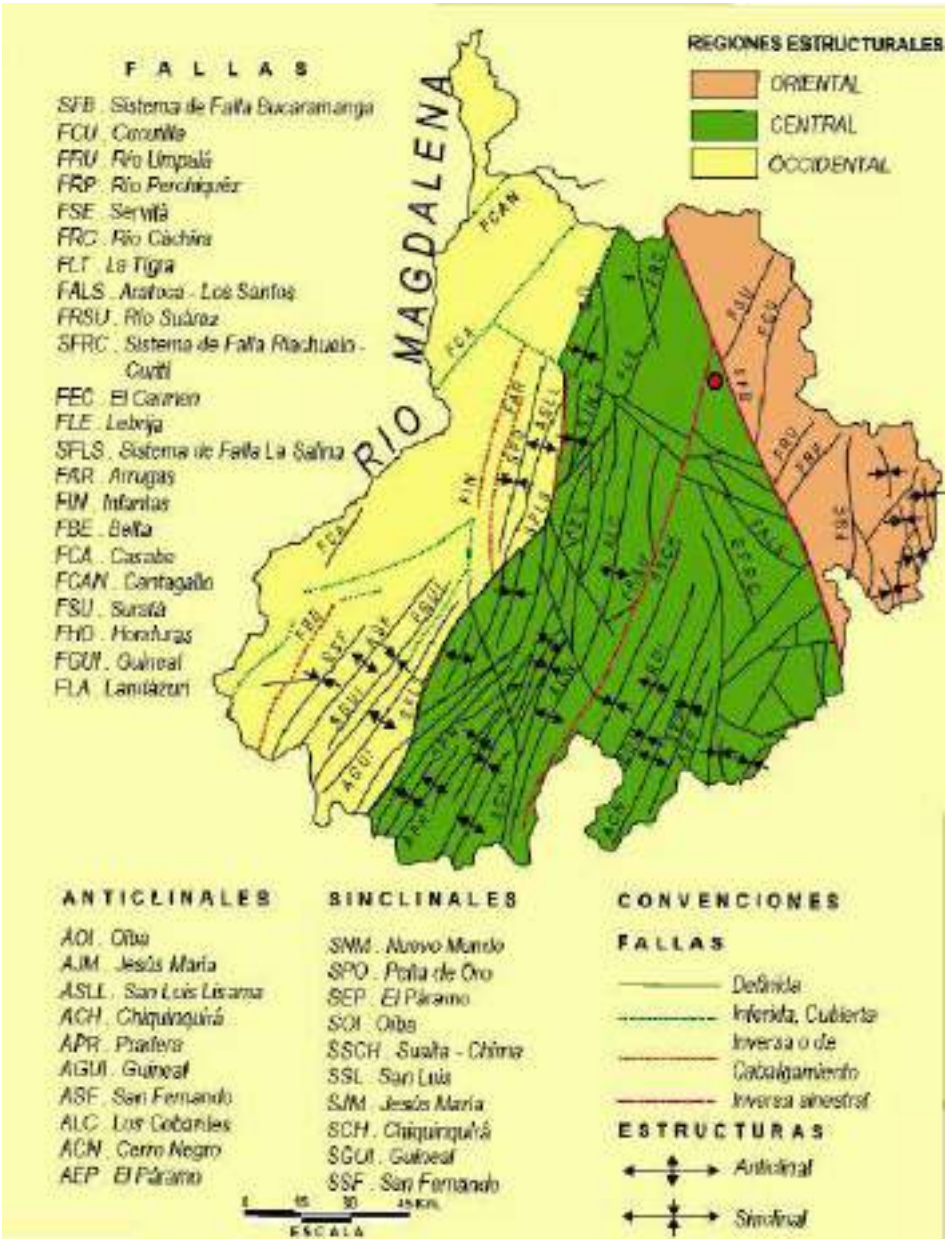


Figura 15. Esquema tectónico departamento de Santander, la zona de estudio esta demarcada en rojo.
Fuente: Tomado y modificado de memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001).

De acuerdo con lo que se puede observar en la (Figura 11) el área de estudio no está directamente sobre una falla, la falla Suarez.
En Figura 15 el talud que está sobre el barrio La Independencia exactamente en la calle 3 entre carrera 22B y 22 se encuentra sobre la falla del Suarez.

Geográficamente conforma la cadena montañosa de las estribaciones occidentales de la Cordillera Oriental, en donde se destacan amplias estructuras anticlinales y sinclinales, limitadas por fallas inversas y de cabalgamiento con inclinación hacia el oriente. En esta región se describen de oriente a occidente, los principales anticlinales, sinclinales y fallas geológicas.

La región central está localizada entre la Falla de Bucaramanga-Santa Marta al oriente y la Falla La Salina al occidente. Geográficamente conforma la cadena montañosa de las estribaciones occidentales de la Cordillera Oriental, en donde se destacan estructuras anticlinales y sinclinales amplias, limitadas por fallas inversas y de cabalgamiento con inclinación hacia el oriente.

4.3.1 Falla de Bucaramanga – Santa Marta

Es el rasgo estructural más evidente y de gran extensión que cruza la región centro-oriental del Departamento de Santander, en dirección aproximada N20°W y cuyo trazo rectilíneo se expresa claramente en imágenes de satélites y fotografías aéreas. Es considerada un sistema de fa-llas de rumbo (CAMPBELL, 1965; LEON, 1991; VARGAS Y NIÑO, 1992; CLAVIJO et al., 1993; CLAVIJO, 1994ª), con movimiento sinestral, cuyo desplazamiento es calculado por Campbell (1965) y Tschanz, et al. (1969, 1974) en unos 100 a 110 km; tiene una componente vertical importante, según Julivert (1958, 1961), Ward, et al. (1973), Paris y Sarria (1988), Royero (1994), que hace que esta falla se comporte en algunos sectores como inversa y en su extremo meridional aún de cabalgamiento (BOINET, 1985; ULLOA, 1990, Comunicación verbal).

En el territorio del Departamento de Santander se ha encontrado evidencias de actividad neotectónica (lineamiento, facetas triangulares, lomos de ganchos, drenajes adaptados, laguna de falla, lomo de obturación) de la Falla Bucaramanga-Santa Marta, especialmente en la Meseta de Bucaramanga (donde afecta los niveles interiores de la secuencia estratigráfica) de edad Plioceno-Pleistoceno, según Julivert (1963), Paris y Sarria (1988), León (1992), Vargas y Niño (1992), Reyes y Barbosa (1993).

En el Cañón del Rio Chicamocha también se han encontrado evidencias de neotectonica de esta falla (drenaje desplazado, terrada basculada, cantos rotos, lomos de obturación), según Castro y Bernal (1992) y Carrillo y Bernal (1992).

4.3.2 Falla de Suarez

Esta falla se extiende por una longitud de unos 120 km desde Barbosa al sur hasta la Falla Bucaramanga-Santa Marta 5km al norte de la capital santandereana; su trazo tiene una dirección N20°E y N25°E, con inclinación al occidente y sigue el curso de los ríos Suarez y Río de Oro. Es una falla inversa de ángulo alto, con una componente vertical importante. París y Sierra (1988) calculan una velocidad de desplazamiento vertical de 0,1 mm/año; además, se trata de una falla de rumbo con desplazamiento sinestral. El desplazamiento vertical se ha calculado entre 400 y 2300 m (WARD, et al., 1973).

La Falla del Suárez, al occidente del pueblo de Girón afecta capas de la Formación Girón, las cuales se pliegan por arrastre, alcanzando posiciones verticales y en algunos casos invertidas. En cercanías de la falla se observa un fuerte fracturamiento y un alto grado de meteorización de las rocas hasta el punto de llegarse a confundir con depósitos cuaternarios (JULIVERT, 1963).

4.4 UNIDADES GEOLÓGICAS PARA INGENIERÍA (LOCAL)

Se caracterizaron y cartografiaron las Unidades Geológicas Superficiales a escala detallada, según las condiciones físico-mecánicas de los suelos en diferentes sitios, siguiendo la metodología y nomenclatura del INGEOMINAS (2007).

Las Unidades Geológicas Superficiales corresponden a un conjunto de materiales que incluyen suelos y rocas, cuyas propiedades se conservan por debajo de la superficie hasta algunas decenas de metros. Las UGS se utilizan como herramienta para evaluar el comportamiento mecánico de los terrenos ante diferentes usos, como desarrollo de obras de infraestructura, desarrollos mineros y demás usos definidos en los planes de ordenamiento territorial.

4.4.1 Factores considerados para caracterizar las unidades geológicas superficiales (UGS)

En la cartografía geológica para ingeniería, la clasificación de rocas y suelos está basada en las propiedades físicas de dichos materiales en su estado actual, dependiendo de la combinación de factores como el origen, la diagénesis, la historia tectónica, el metamorfismo y los procesos de meteorización, los cuales gobiernan el comportamiento mecánico de dichos materiales (resistencia, deformabilidad, durabilidad, y permeabilidad, entre otros). Para la descripción y caracterización de las unidades geológicas superficiales, se tienen en cuenta cinco parámetros fundamentales: Litología (composición y textura), dureza o resistencia, condición de las discontinuidades, grado de meteorización y rasgos estructurales. Estas características se obtienen mediante la descripción de perfiles de afloramientos rocosos, exploración del subsuelo, muestreo de suelos y rocas, ensayos in situ y análisis de laboratorio, debido a las condiciones que se presentaron en el área de estudio algunas de estas características se restringen para el análisis y resultados a presentar.

La International Asociation of Engineering Geology (IAEG) recomienda usar propiedades geológicas que de alguna manera indican las características geológicas de ingeniería, como las que se relacionan a continuación:

- **Litología**

Características de textura y estructura tales como la distribución del tamaño de las partículas, su correlación con el peso unitario y la porosidad.
Contenido de humedad, humedad de saturación, consistencia, diaclasamiento, alteración y grado de meteorización.
Composición mineralógica, la cual está estrechamente relacionada con el peso específico, los límites de Atterberg y el índice de plasticidad.

- **Grado de Meteorización**

Es uno de los aspectos que juega un papel importante en la caracterización de las unidades superficiales, se define como la descomposición física y química In situ de los materiales cercanos a la superficie de la tierra. Influye en la formación de los suelos residuales, estabilidad de las laderas y en la acción de los procesos erosivos, al igual que sobre las propiedades físico–mecánicas de las rocas tales como densidad, esfuerzo a la comprensión inconfinada, esfuerzo a la tensión inconfinada,

porosidad, permeabilidad, deformabilidad y consistencia. Para definir el grado de meteorización de las rocas se utilizaron los perfiles generalizados de Deere y Patton (1971) y Dearman (1974, 1991).

- **Grado de fracturamiento o discontinuidades**

Se definen como planos o fracturas de origen mecánico o sedimentario que independizan o separan bloques de roca. En la Tabla 10, se muestra una de las clasificaciones del grado de fractura miento tenida en cuenta en el estudio de las discontinuidades.

Tabla 10. Condición de fractura miento de las rocas.

INTERVALO DE SEPARACION (espaciamiento)*	> 2 m (mayor de 200 cm)	60 - 200 cms	20 - 60 cm	6 - 20 cm	< 6 cm (menor de 6 cm)
CLASIFICACION (Grado de fracturación)	MASIVA	POCO FRACTURADA	FRACTURADA	MUY FRACTURADA	FRAGMENTADA o TRITURADA
CARACTERISTICAS	Discontinuidades bastante espaciadas (mayor de 2 m)	Fracturas regularmente espaciadas a ampliamente espaciadas	Fracturas próximas o moderadamente espaciadas	Fracturas muy próximas o estrechamente espaciadas. Las rocas se separan en bloques tabulares	La roca se presenta triturada, astillosa y se separan en lajas con facilidad

* Según Bieniawsky (1979), Dearman (1991) y Medina (1991).

De acuerdo con los factores considerados para caracterizar las Unidades Geológicas Superficiales (UGS) (según su origen, litología, grado de meteorización, y grado de fracturamiento o discontinuidades en roca, entre otros aspectos), en el sitio estudiado las UGS se dividieron en:

- **Unidades de Suelos:**

Transportado (St)

4.4.2 Barrio Independencia

4.4.2.1 Unidades de Suelo

Para la clasificación de estas unidades se tomó como base la clasificación genética utilizada por el INGEOMINAS (2007) Tabla 11.

Tabla 11. Clasificación genética de las unidades de suelo. Modificado de Montero (2001).

Tipo	Origen	Nombre de los depósitos
Residual	In situ	Suelo Laterítico y Suelo Saprolítico
Transportado	De Ladera	De gravedad: depósitos coluviales y flujos de tierra
	Aluvial – Fluvio torrencial	Aluviones en el lecho o fuera de él (Llanura de Inundación, Barras, Terrazas, Abanicos, Deltas)
	Glaciares	Fluvioglaciares
	Antrópico	Materiales diversos, naturales o no (Rellenos sanitarios, presas, escombreras y rellenos de disposición)

De acuerdo con la Tabla 11 en el sector estudiado, se presentan según la clasificación del INGEOMINAS 2007, en la zona estudiada:

4.4.2.2 Suelos transportados

Esta unidad corresponde a material que ha sufrido algún tipo de transporte, en este caso se refiere a materiales transportados por efectos de la gravedad, movimientos en masa, actividad antrópica, corrientes de agua y principalmente la lluvia, los suelos transportados están conformados por clastos de diferente composición litológica (rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas), se pueden hallar embebidos en una matriz arcillosa a arenosa, suelos varían de compactos a no compactos. Según lo anterior los suelos transportados se clasificaron de la siguiente manera:

De Ladera

- **Suelo transportado movimientos en masa (Stmm):**

Dentro del área de estudio se observó suelo transportado referentes a movimientos en masa originados por acción de la gravedad y la sobresaturación de los suelos. En la Fotografía 1 se evidencia que están conformado por material matriz soportado, la matriz es areno limosa, los clastos presentan tamaños desde gravas hasta cantos de forma angular a subred ondeada presentan espesores variables.



Fotografía 1. Se observa Suelo transportado de movimiento en masa por acción de gravedad en la parte baja donde se ubica el talud sobre el Barrio La independencia.
Fuente: Este estudio, 2023

- **Suelo del miembro Limos rojos (Stfl2):**

se observa en el municipio de Bucaramanga, en el barrio La independencia. Se encuentra compuesto por arcillas y limos de color rojo, con contenido de arena en algunas partes, se pueden encontrar bloques de diferente tamaño principalmente areniscas y neis. Esta unidad suprayace al segmento gravoso y su contacto con este es gradacional.

- **Suelo Miembro Gravoso (Sft2)**

Los depósitos que conforman el miembro gravoso de la Formación Bucaramanga presentan un grado de meteorización variable, fluctuando entre materiales inalterados

a completamente meteorizados. En el Barrio La Independencia, municipio de Bucaramanga, se observa una secuencia de materiales de consolidación intermedia, color amarillo naranja, material clasto-soportado con una relación (30%-70%) de matriz areno-limosa (70-30%) de clastos, estos se distribuyen en gravas (60%) y bloques (20%), compuestos por areniscas, neises y rocas ígneas, con diámetros de hasta 1 m, subredondeados a redondeados, esporádicamente subangulares.



Fotografía 2. Se evidencia miembro gravoso sobre el talud donde se encuentra el barrio la Independencia.
Fuente: Este estudio,2023

- **Suelos del Miembro Finos (Sfl1)**

Está conformado por niveles areno-limosos de un color amarillo a pardo y el espesor vario ampliamente en diferentes partes del área de Bucaramanga, infrayaciendo al miembro gravoso. Puede llegar alcanzar un espesor de 10 m y un espesor mínimo de 2 m; en general esta unidad es una capa lenticular horizontal, más o menos continua, donde alternan niveles arcillosos, limo-arenosos y areno-limosos.

- **Suelos del Miembro Finos (Sfl3)**

Depósito mal seleccionado de gravas y bloques, moderadamente consolidado, matriz soportada, con tamaños que varían entre 10 y 80 centímetros, alcanzando algunos bloques tamaños mayores a un metro de diámetro. Estos se componen en su mayoría

de areniscas silíceas de grano medio, bien cementadas, cuarcitas, limolitas rojas y algunos neises y cantos de chert. Los fragmentos tienen formas redondeadas a subredondeadas. La matriz es areno arcillosa, de color gris amarillento. Esta unidad aflora hacia la parte media - baja del barrio y se extiende hasta el valle del Río Suratá, estando parcialmente cubierta por el deslizamiento del norte.



Fotografía 3. En la parte baja del barrio la independencia sobre la calle 3 que conduce hacia el municipio de matanza se evidencia suelo del miembro órganos pertenecientes a la Formación Bucaramanga.
Fuente: Este estudio,2023

De origen antrópico

Corresponden a materiales heterogéneos dispuestos por el hombre, generalmente de manera caótica y sin ningún tratamiento o adecuación, con el objeto de cumplir los requerimientos de los diseños de obras de ingeniería. Están compuestos por materiales tamaño arena, arcilla, grava y son producto de residuos de construcción o para adecuación de terrenos generalmente como cimentación de la vivienda o vías (INGEOMINAS, 2001).

- **Suelos de llenos antrópicos de basuras y escombros (Stlab)**

Corresponden a materiales heterogéneos, dispuestos por el hombre, generalmente caóticamente y sin ningún tratamiento o adecuación, conformados por acumulaciones de material de desechos de construcción mezclados con desechos orgánicos y basuras que contienen caucho, papel, cartón, telas y plásticos, entre otros. En el área de estudio se pueden observar áreas compuestos por fragmentos de concreto, se pueden apreciar restos de diversos materiales (plásticos, tabletas de mampostería, fragmentos de vidrios, pequeños pedazos de tubería de pvc, entre otros).



Fotografía 4. Se observa diversos materiales los cuales se clasifican como llenos antrópicos de basuras y escombros ubicados en el área donde se evidencia movimiento en masa.
Fuente: Este estudio,2023

- **Suelos de llenos antrópicos de excavación y/o rellenos (Stla)**

Se componen por material de excavación y/o relleno con el fin de adecuar el terreno para la construcción de viviendas y otras estructuras. Se caracteriza por presentarse en cercanías al área de estudio vía nacional que de Bucaramanga conduce al municipio de Matanza, Santander.



Fotografía 5. Se evidencia vía que de Bucaramanga comunica al municipio de Matanza la cual corresponde a un suelo de llenos antrópicos de excavación Fuente: Este estudio,2023

A continuación, en la Tabla 12 se resumen las características principales de las unidades geológicas para ingeniería presentes en el área.

Tabla 12. Unidades geológicas de Ingeniería.

UNIDAD GEOLÓGICA BÁSICA/EDAD	UNIDAD GEOLÓGICA SUPERFICIAL (Clase de material)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Cuaternario	Suelo transportado de movimientos en masa	Stmm	Son depósitos clasto soportados a matriz soportados, originados principalmente por acción de la gravedad, sobresaturación de suelos residuales y depósitos de coluvión, en épocas de fuerte invierno. Están compuestos por gravas y una matriz limo arenosa
	Miembro Organos	Sft3	Depósito mal seleccionado de gravas y bloques, moderadamente consolidado, matriz soportado, con tamaños variables, alcanzando algunos bloques tamaños mayores a un metro de diámetro. Estos se componen en su mayoría de areniscas de grano medio, cuarcitas, limolitas rojas y algunos neises y cantos de chert. La matriz es areno arcillosa, de color gris amarillento
	Miembro Limos Rojos	Sfl2	Arenas arcillosas gravosas y limos de colores rojizos, amarillentos y naranjas. Existen esporádicos bloques angulares grandes, de arenisca, asociados superficialmente a este miembro.
	Miembro Gravoso	Sft2	Depósito fluviotorrencial con niveles gravosos, gravo arenosos ygravo lodosos, cantos subredondeados a subangulares de areniscas y rocas igneas, en matriz areno-arcillo-limosa, color pardo rojizo y ocre palido.
	Miembro Finos	Sfl1	Depósitos con niveles arcillo-limosos plásticos de colores grises a verdes hacia la base. Hacia el techo predominan niveles areno-limosos y limo-arenosos arcósicos de colores amarillento a pardo amarillento.
	Suelo de llenos antrópicos de basuras y escombros	Stlab	Corresponden a materiales heterogéneos, dispuestos por el hombre, generalmente caóticamente y sin ningun tratamiento o adecuación, conformados por acumulación dematerial de desechos de construcción mezclados con desechos orgánicos y basuras.
	Suelos de llenos antrópicos de excavación y/o relleno	Stla	Arenas arcillosas gravosas y limos de colores rojizos, amarillentos y naranjas. Existen esporádicos bloques angulares grandes, de arenisca, asociados superficialmente a este miembro.

A continuación, en la Figura 16 se presenta el mapa geológico de unidades para ingeniería del área de estudio Barrio Independencia.

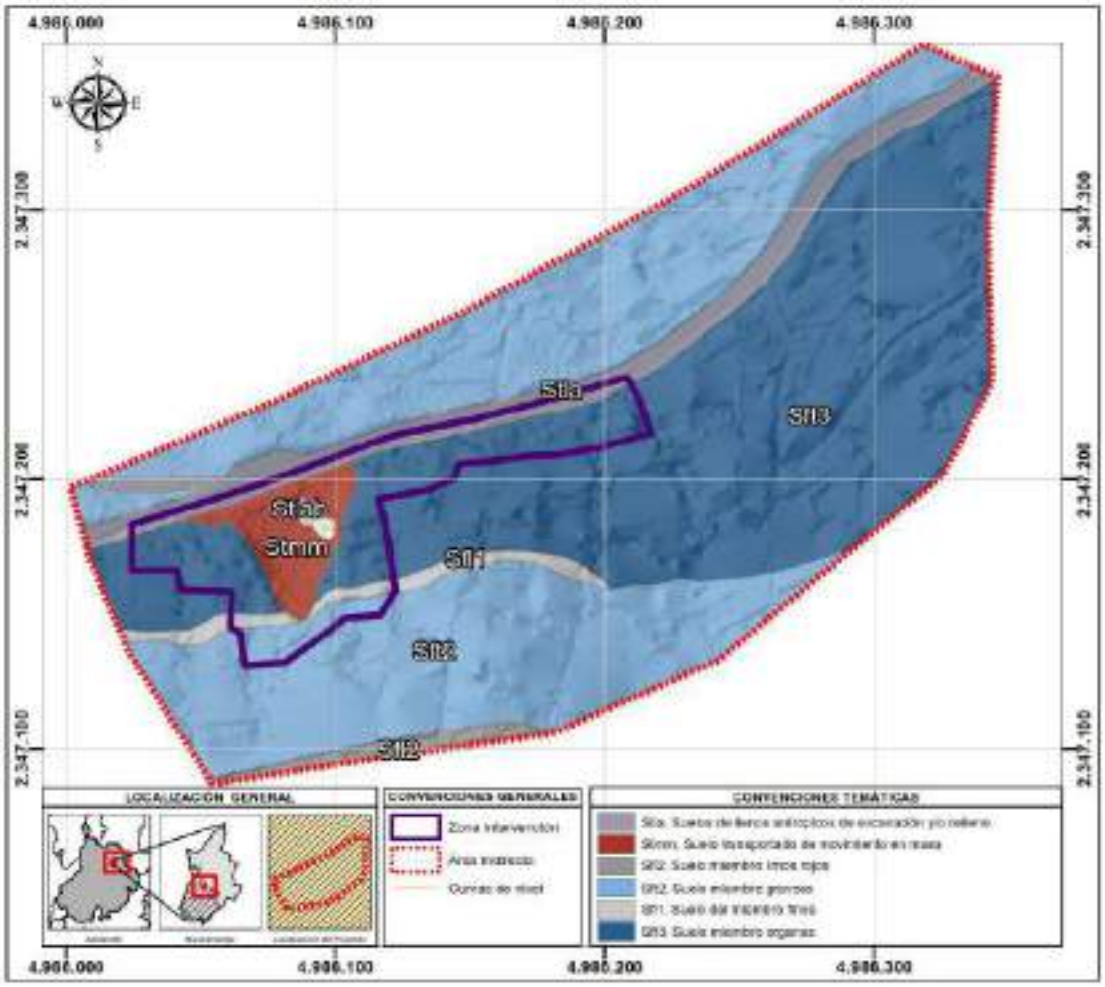


Figura 16. Mapas de Unidades Geológicas para Ingeniería área de estudio Barrio la Independencia.
Fuente: Este estudio, 2023

4.5 GEOMORFOLOGÍA

4.5.1 Metodología

En el estudio de las formas del terreno, fue indispensable la utilización de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), las imágenes satelitales, y el Modelo Digital del Terreno (MDT) elaborados, con el que se calcularon otros factores como las pendientes del terreno, el modelo de sombras, entre otros; con el fin de determinar por medio de interpretación, los tipos de materiales involucrados, los procesos morfodinámicos, y las formas predominantes del terreno. Para su caracterización se

consideró la metodología de trabajo que desarrolla la entidad del estado cuya misión es la evaluación de las amenazas naturales (SGC-metodología Carvajal-2011), cuyo marco de jerarquía difiere ligeramente en los niveles de categorización y conceptualización genérica.

A continuación, se enlistan algunos de los insumos utilizados para la caracterización geomorfológica del área de estudio.

- ArcGIS 10.4
- Mapa Geológico (1:25.000): 109 – Zonificación Sismogeotécnica indicativa del área metropolitana de Bucaramanga
- Imagen Satelital: Lidar
- Modelo Digital del Terreno
- Modelo de Sombras

4.5.2 Geomorfología de la zona de estudio según (SGC)

La zona de estudio se encuentra ubicado morfológicamente en la geomorfoestructura correspondiente al sistema Orogénico Andino, conformado a su vez por la provincia geomorfológica Cordillera Oriental (Carvajal, 2002-2002a, y Mendivelso 2009). En la Figura 17 se muestra el esquema de jerarquización geomorfológica propuesto para el estudio del área del barrio Gaitán.



Figura 17. Esquema de Jerarquización geomorfológica.
Fuente: Tomado y Modificado de Velásquez (1999), Carvajal (2002-2008).

4.5.2.1 Geomorfoestructura

La geomorfoestructura se refiere a grandes áreas geográficas o amplios espacios continentales o intra continentales caracterizados y definidos por estructuras geológicas y topográficas regionales que han tenido deformación o basculamiento y posiblemente metamorfismo o intrusión ígnea. Se consideran como geomorfoestructura: Los escudos, los bloques de origen continental (Plateaus Orogénicos o Epirogénicos), grandes cuencas de sedimentación, cuencas intracratónicas y rift valleys, plataformas y cinturones orogénicos. Corresponde según Velásquez (1999) a escalas de trabajo menores de 1: 2.500.000.

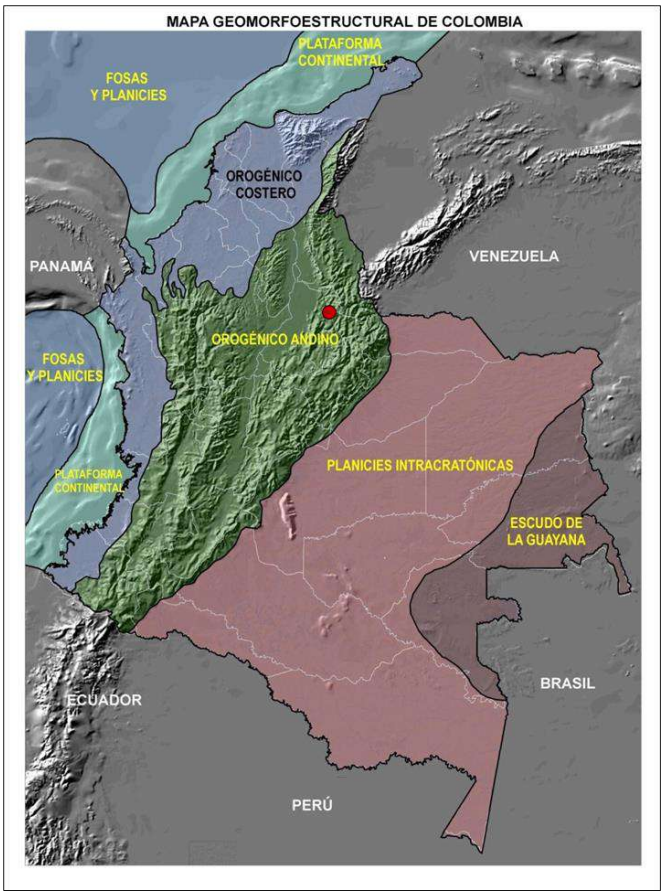


Figura 18. Localización zona estudio en el mapa Geomorfoestructura de Colombia.
Fuente: Tomado y Modificado de Mendivelso (2009).

El área de estudio del barrio La Independencia se encuentra ubicada morfológicamente en la geomorfoestructura correspondiente al sistema orogénico

andino descrito por Mendivelso (2009) y dentro de este sistema hace parte la geomorfoestructura de cordillera (Carvajal 2011).

4.5.2.2 Provincia Geomorfológica

Corresponde a un conjunto de regiones con geoformas parecidas y definidas por un macro relieve y una génesis geológica similar. Localmente se relacionan con las regiones naturales y con los terrenos geológicos de Colombia los cuales están delimitados por el trazo de mega fracturas y suturas definidas o inferidas (Ingeominas 1999, Velásquez 1999, Irving 1971, Etayo y otros 1986, Villota 1997). El área de estudio se encuentra localizada en la Cordillera Oriental. (Figura 19)

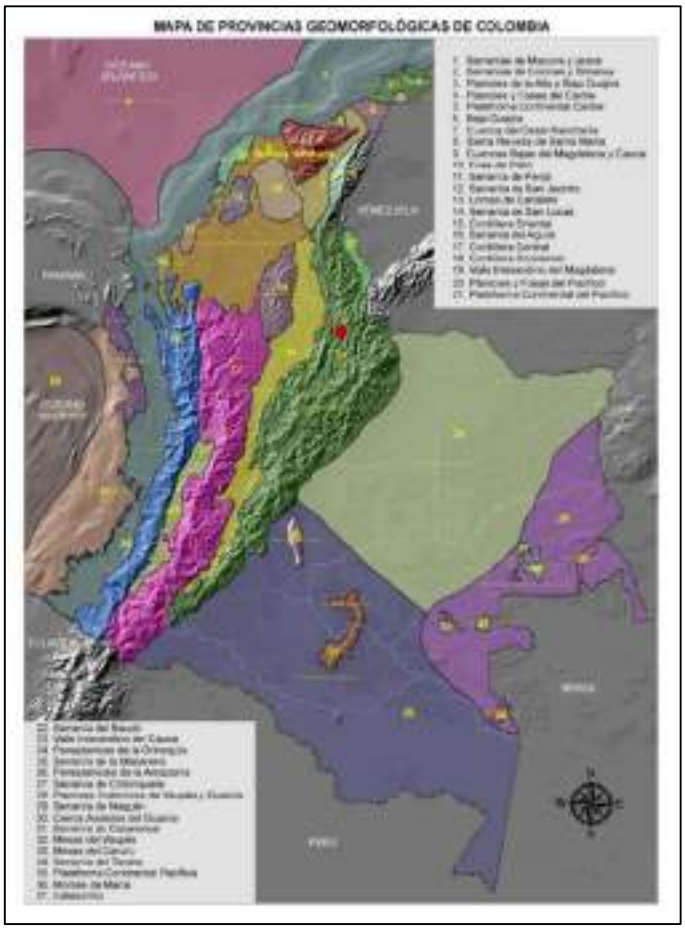


Figura 19. Localización zona estudio en el mapa de Provincias de Colombia. Fuente: Tomado y Modificado de Mendivelso (2009).

El nombre propuesto para la provincia geomorfológica es compuesto y consiste en un término morfológico de macro relieve, combinado con un nombre geográfico definido por el nombre del terreno geológico o región natural respectiva Mendivelso (2008-2009).

4.5.2.3 Regiones

Las regiones hacen alusión a los ambientes morfogenético que predominan en el área de estudio, e involucra a las geoformas relacionadas a la génesis de los paisajes, y definidas por un marco de ambiente morfogenético definido y afectados por procesos dinámicos parecidos. Aquí se pueden agrupar áreas equivalentes a vertientes que estén contenidas dentro de una provincia geomorfológica y que representen un ambiente morfogenético particular con condiciones climáticas homogéneas: Eólico, lacustre, fluvial, volcánico, glaciar, denudativo, marino y costero, kárstico, estructural, estructural denudativo y antropogénico.

Tabla 13. Clasificación de Unidades Geomorfológicas según su origen (Ingeominas, 2001).

ORIGEN PRINCIPAL	EJEMPLOS DE FORMAS CON UN ORIGEN ESPECIFICO
FLUVIAL (Erosión Fluvial y Sedimentación)	Geoformas de acumulación y complejas planicies aluviales, transicionales y erosiónales.
LACUSTRE (Erosión Lagunar y Sedimentación)	Geoformas producto de niveles de agua alta (Terrazas), fondos de lagos. (Evaporitas/Playa, no Evaporitas)
MARINO (Erosión Marina y Sedimentación)	Geoformas de ambientes de alta energía, (materiales de grano grueso); de ambientes de baja energía (materiales de grano fino); y asociadas a complejos levantamientos.
VOLCÁNICO (Actividad Volcánica)	Geoformas de conos, cráteres, escarpes volcánicos, flujos de lava y labradas en materiales piroclásticos.
DENUDACIONAL (Meteorización, desgaste de masa, Erosión Linear)	Geoformas asociadas a desgaste, efectos litológicos no mayores. Geoformas influenciadas por la litología y erosión fluvial linear asociadas con procesos denudativos específicos (desgaste de masas).
ESTRUCTURAL (Fallamiento)	Geoformas asociadas con las capas de roca estratificadas o estructuralmente controladas, relacionadas con plegamientos, fallamiento y levantamiento.
ESTRUCTURAL-DENUDACIONAL	Asociaciones denudacionales y estructurales.

ORIGEN PRINCIPAL	EJEMPLOS DE FORMAS CON UN ORIGEN ESPECIFICO
KÁRSTICO (Solución y Redepositación)	Geoformas positivas (Colinas), negativas (Depresiones), estructurales y otras (Complejos).
EÓLICO (Erosión por el Viento y Sedimentación)	Geoformas de acumulación (Activas/No activas), y de deflación.
GLACIAL (Erosión y Sedimentación)	Geoformas erosiónales dominantemente de glaciación continental, glaciación de montañas y de acumulación (dominantemente morrenas, hielo, y lomos)
ANTROPOGÉNICO	Aquellas formas del relieve que son el producto de modificaciones causadas por intervención del hombre.

Según la Tabla 13, La zona de estudio (Barrio La independencia) se encuentra caracterizada por dos regiones que representan los ambientes morfogenéticos, los cuales son: Ambiente Denudacional y Ambiente Antropogénico.

Tabla 14. Unidades geomorfológicas de la zona de estudio (Carvajal, 2001)

GEOMORFOESTRUCTURA	REGION	UNIDAD	SUBUNIDAD	SIMBOLO
Orógeno Andino	Ambiente Denudacional		Laderas muy inclinadas	D10
		Movimiento en Masa	Depósitos de Movimiento en Masa	D15
	Ambiente Antropogénico	Rellenos	Llenos Mixtos	A5
		Obras	Obras Civiles	A7

4.6 UNIDADES Y SUBUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

De la zona de estudio se identificaron unidades y subunidades de los ambientes denudacional y estructural. Estas Unidades se definieron con base en criterios genéticos, morfológico, geométrico, y en función de los procesos geomorfológicos específicos, ya sea de carácter erosivo o de acumulación. Para la delimitación de las geoformas se utilizaron imágenes satelitales y el modelo digital del terreno, las cuales

evidenciaban todos los parámetros previamente mencionados junto a procesos dinámicos activos.

4.6.1 Geoformas de Origen Denutativo (D)

Dentro de las geoformas asociadas a los procesos denudativos exógenos se incluyen las geoformas cuya expresión morfológica está definida por la acción combinada de procesos moderados a intensos de meteorización, erosión y transporte de origen gravitacional y pluvial que han remodelado y dejado remanentes de las geoformas morfoestructúrales preexistentes y además crean nuevas geoformas por acumulación de sedimentos.

Dentro de la zona de estudio estas geoformas se distribuyen ampliamente casi por la totalidad de las formaciones, sin embargo, son características de la Formación Bucaramanga. Su origen obedece a los procesos de plegamiento y deformación intensa, durante la formación de la afectación posterior por procesos de meteorización y de denudación diferenciales intensos que generaron la formación local de suelos transportados y depósitos coluviales con los que generalmente se asocian. Morfológicamente presentan estas características generales:

- **Movimientos en masa**

Geoformas asociadas a sectores inestables donde se han presentado desplazamientos del terreno a lo largo de superficies de ruptura.

- **Depósitos de movimientos en masa (D15)**

Son geoformas compuestas por masas de suelo o roca, o mezcla de ambos, cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla y en un tiempo relativamente corto, o por desgarre de una zona de poco espesor cuya masa movida muestra evidencia de actividad reciente. Por lo general este tipo de fenómenos muestra movimientos de pequeñas dimensiones muy superficiales, existiendo algunos de ellos que involucran volúmenes importantes como es el caso del movimiento en masa observado en la zona de estudio que alcanza espesores de materiales de aproximadamente 3 m; este movimiento junto con otros de menor tamaño está presentándose como reactivación de grandes movimientos en masa antiguos, tipo flujo.



Fotografía 6. Vista de sector en donde se aprecia Depósito de movimiento en masa.
Fuente: Este estudio, 2023.

- **Laderas muy inclinadas (D10)**

Superficie natural del terreno cuyas laderas son muy empinadas, producto de procesos principalmente denudacionales, caracterizada por presentar pendientes con inclinaciones entre 40° y 70°. Por lo general en estas zonas la cobertura vegetal es moderada a escasa. Sobre esta geoforma se observa movimiento en masa presente por erosión y caída de detritos.



Fotografía 7. Se observa ladera muy inclinada (D10) sobre viviendas del Barrio Independencia y vía la cual corresponde a obras civiles (A7)
Fuente: Este estudio, 2023.

4.6.2 Geoformas de Origen Antrópico (A)

Son formas del terreno cuyo origen está ligado a las actividades humanas de explotación de recursos del subsuelo y al acondicionamiento del terreno tanto para la construcción de obras civiles como para la disposición de desechos tanto orgánicos como inorgánicos. En la zona de estudio predomina las geoformas de origen antrópico asociado a llenos mixtos (A5) y Obras civiles (A7).

- **Llenos mixtos (A5)**

En su gran mayoría estas geoformas pertenecen a llenos realizados por el hombre y sus materiales por lo general se componen de acumulaciones de escombros, mezclados con frecuencia con basuras.



Fotografía 8. Se evidencia llenos mixtos (A5) zona del movimiento en masa en el Barrio La independencia.
Fuente: Este estudio, 2023.

- **Obras civiles (A7)**

Estas geoformas se distinguen en aquellos terrenos en donde se han realizado cortes para el desarrollo de vías de comunicación, obras de infraestructura, canalizaciones, entre otras.

A continuación, en la Figura 20 se presenta el mapa geomorfológico de la zona de estudio Barrio La Independencia.

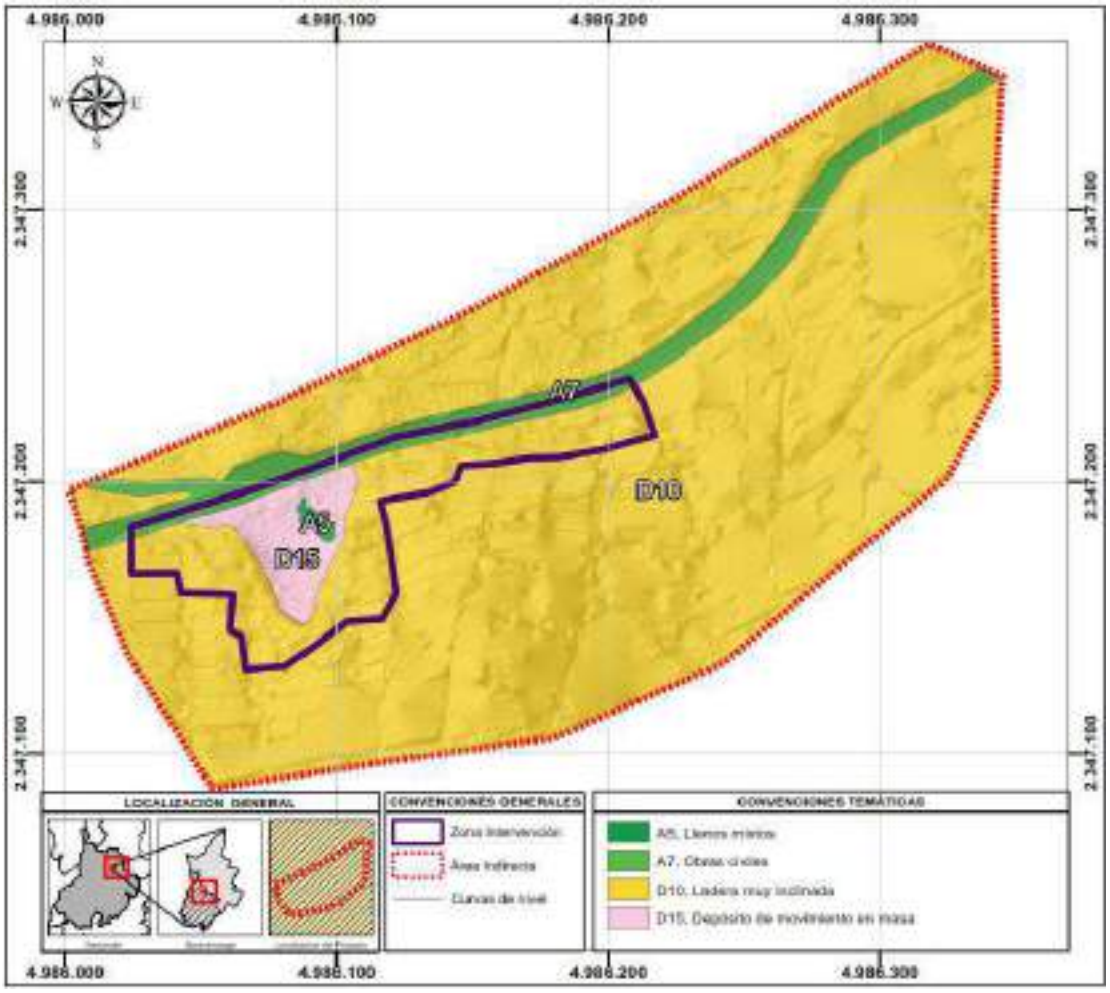


Figura 20. Unidades Geomorfológicas para la zona de estudio Barrio La independencia.

5. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO PARA ESTABILIDAD DE TALUDES

Inicialmente se realizó una revisión de las descripciones de las muestras recuperadas en la exploración de campo y se verifico nuevamente esta litología con las observaciones de campo.

De acuerdo a las características geológicas, geomorfológicas y la exploración de campo, se definieron los contactos litológicos.

5.1 DEFINICIÓN DE CONTACTOS LITOLÓGICOS

Los contactos litológicos detallados mediante las muestras recuperadas en la perforación, permitieron definir los perfiles geológico-geotécnicos.

5.2 NIVELES FREÁTICOS

Una vez finalizada la exploración de campo y revisados los estudios existentes, no se detectaron niveles freáticos, sin embargo y debido al mal manejo del drenaje superficial, se identificaron algunas zonas del depósito coluvial activo con concentraciones de agua que indicarían que estos materiales se encuentran saturados o parcialmente saturados.

5.3 PERFILES GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

Como resultado de las anteriores actividades se definieron dos (4) perfiles geológico-geotécnicos.

A continuación, se muestran los perfiles, teniendo en cuenta los contactos litológicos y sus profundidades definidas en los ensayos de exploración de campo.

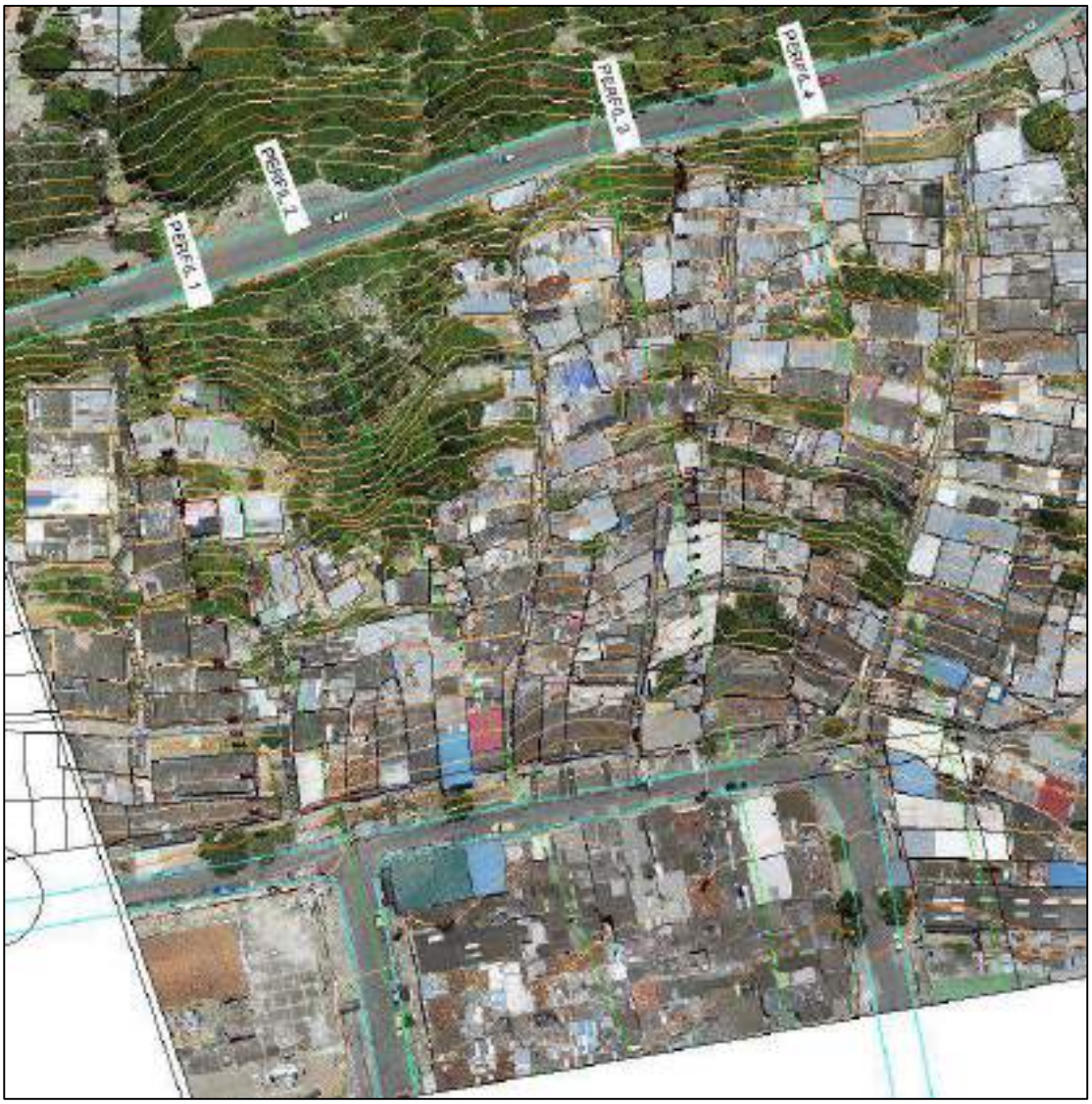


Figura 21. Localización de perfiles

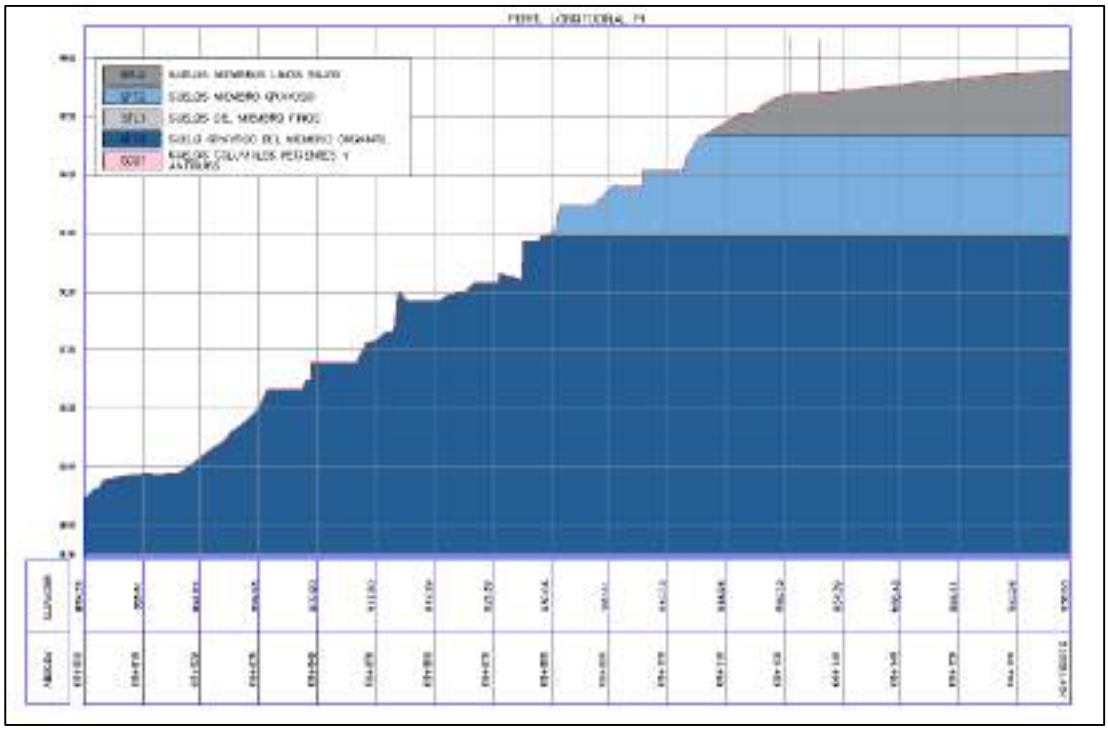


Figura 22. Perfil 1 geológico – geotécnico

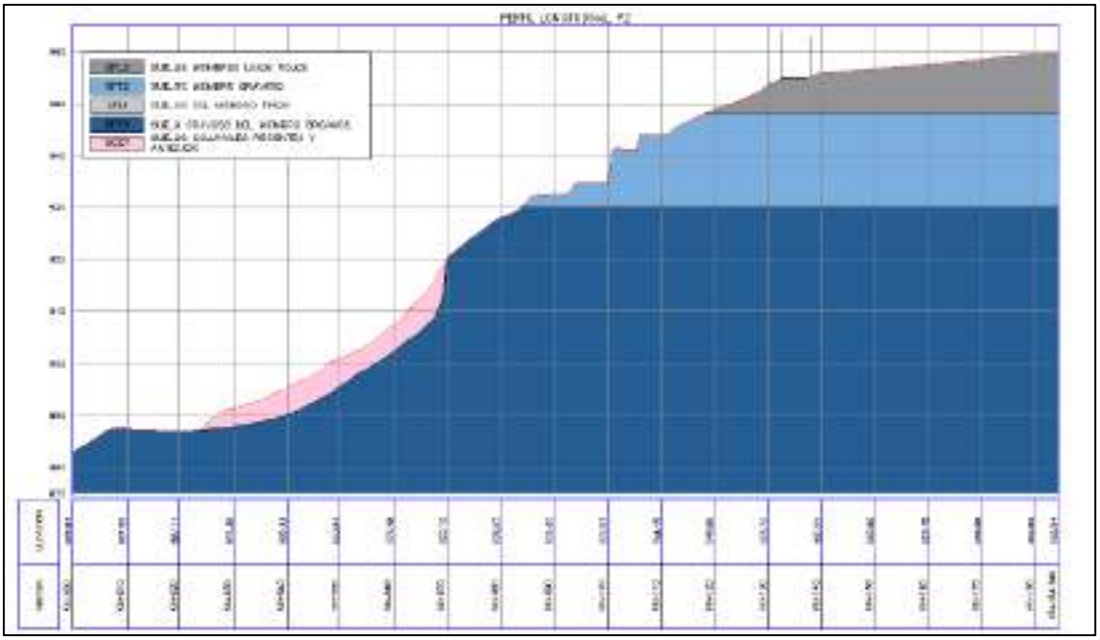


Figura 23. Perfil 2 geológico – geotécnico

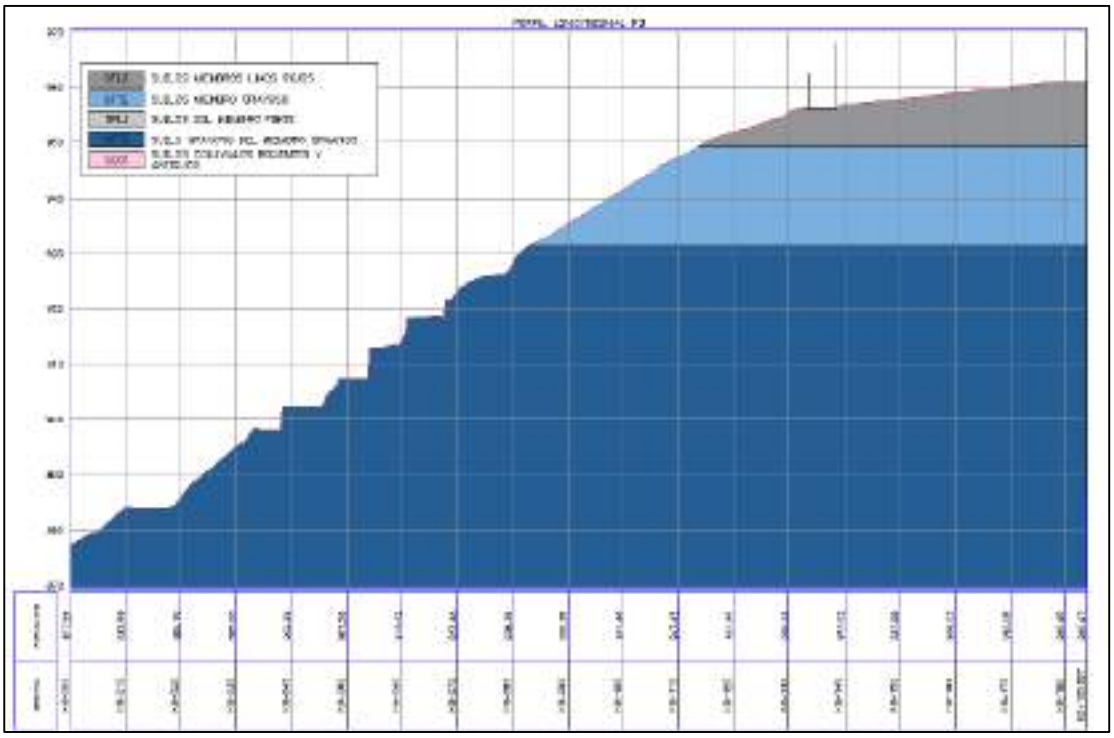


Figura 24. Perfil 3 geológico – geotécnico

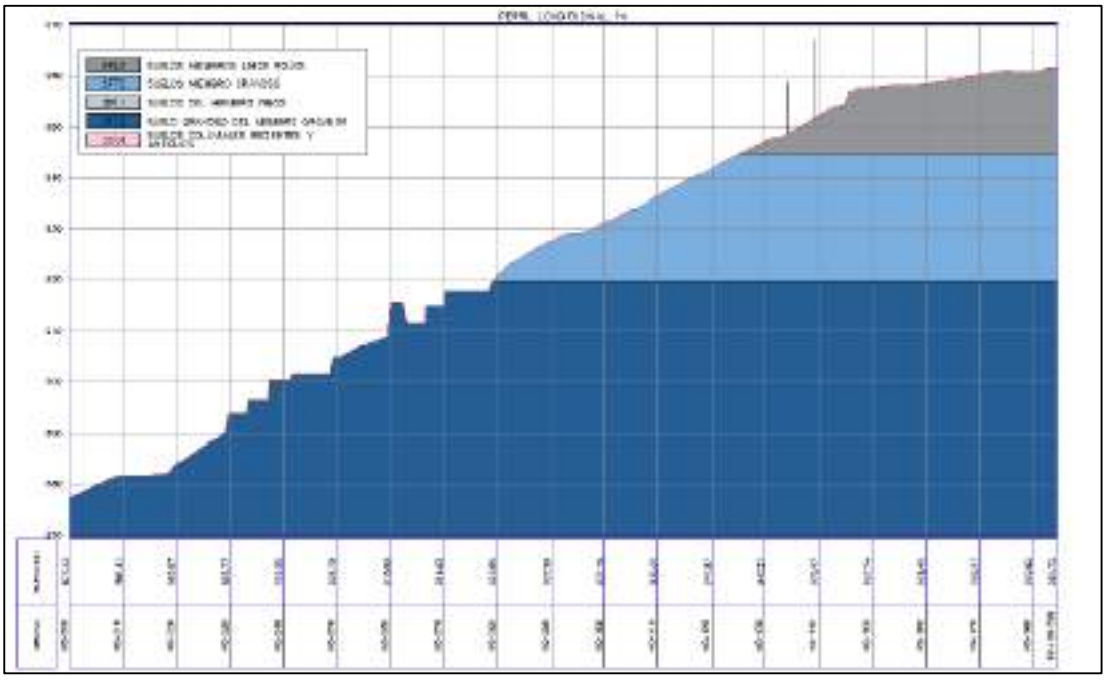


Figura 25. Perfil 4 geológico – geotécnico

6. AVR REMOCIÓN EN MASA Y DISEÑOS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

6.1 PARÁMETROS SÍSMICOS

6.1.1 Caracterización Geomecánica de los Suelos

Con base en el Título A, del Código de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), se puede establecer que el municipio de Bucaramanga se encuentra en una zona de amenaza sísmica Alta.

A continuación, se presentan los parámetros básicos necesarios para el diseño sísmico de las estructuras:

- Coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva: Aa = 0.25
- Coeficiente de velocidad horizontal pico efectiva vertical: Av = 0.25

Tabla 15. Clasificación de los perfiles de suelo.
Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s> $\bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (~1 kgf/cm²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	50 > $\bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (~1 kgf/cm²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (~0.5 kgf/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\bar{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w ≥ 40% 50 kPa (~0.50 kgf/cm²) > $\bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con índice de Plasticidad IP > 75) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

6.1.2 Efectos Locales

Teniendo en cuenta el coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva Aa y del tipo de perfil de suelo, se definen los coeficientes de aceleración para periodos cortos e intermedios, de acuerdo a las tablas A.2.4-3 y A.2.4-4 (Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro y valores del coeficiente Fv, para la zona de periodos intermedios del espectro) de la NSR-10.

Tabla 16. Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro.
Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10.

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Tabla 17. Valores del coeficiente Fv, para la zona de períodos intermedios del espectro.
Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10.

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Teniendo en cuenta las anteriores tablas, el tipo de perfil del suelo y el coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva se presenta a continuación los valores de del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro y valores del coeficiente Fv, para la zona de periodos intermedios del espectro:

- Perfil de suelo: C
- Coeficiente de aceleración – periodos cortos: Fa = 1.15
- Coeficiente de aceleración – periodos intermedios: Fv = 1.55

6.1.3 Parámetros para Análisis Seudo Estático de Taludes

Para la realización de análisis seudo estático de taludes se evaluará la aceleración horizontal de acuerdo a criterio de la norma NSR 2010.

H.5.2.5 — **SISMO DE DISEÑO** — Para efectos del análisis y diseño de taludes, se debe emplear la aceleración máxima del terreno, a_{max}, obtenida bien sea de un espectro (aceleración del espectro de diseño para periodo cero) o por medio de análisis de amplificación de onda unidimensionales o bidimensionales, correspondiente a los movimientos sísmicos definidos en el Capítulo A.2, particularmente en los numerales A.2.1, A.2.2, A.2.3, A.2.4 Y A.2.5. En caso de que el sitio objeto de análisis haga parte de un estudio de microzonificación sísmica aprobado, se utilizará la aceleración máxima superficial del terreno establecida en el espectro de diseño respectivo en lugar de lo estipulado en la sección A.2. El coeficiente sísmico de diseño para análisis seudoestático de taludes KST tiene valor inferior o igual al de a_{max} y se admiten los siguientes valores mínimos de K_{ST}/a_{max}, dependiendo del tipo de material térreo (reforzado o no) y del tipo de análisis.

Tabla 18. Valores de K_{ST}/a_{max} mínimos para análisis seudo estático de taludes. Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10.

Tabla H.5.2-1

Valores de K_{ST}/a_{max} Mínimos para Análisis Seudoestático de Taludes

Material	K_{ST}/a_{max} Mínimo	Análisis de Amplificación Mínimo
Suelos, enrocados y macizos rocosos muy fracturados (RQD < 50%)	0.80	Ninguno
Macizos rocosos (RQD > 50%)	1.00	Ninguno
Todos los materiales térreos	0.67	Amplificación de onda unidimensional en dos columnas y promediar
Todos los materiales térreos	0.50	Amplificación de onda bidimensional

La aceleración máxima del terreno amax, está dada por la aceleración del espectro de diseño para periodo cero así:

$$a_{max} = A_a * F_a * I$$

Aa= coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño.

Fa=coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos de sitio, adimensional.

I= Coeficiente de importancia.

Para el municipio de Bucaramanga, el valor de Aa corresponde a 0,25. De acuerdo al tipo de perfil de suelo, basados en la clasificación de los perfiles de suelo NSR – 10, el tipo de perfil corresponde al C y se asumió un coeficiente de importancia de 1,0 (Grupo I, Estructuras de ocupación normal).

$$a_{max} = 0{,}25 * 1{,}15 * 1{,}00;\ a_{max} = 0{,}288$$

Para el análisis de estabilidad de taludes se toma como valor de carga sísmica obtenido con el criterio de la NSR – 10 que corresponde a 0,23g.

6.1.4 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

A continuación, se presenta la caracterización geotécnica de las diferentes unidades geológicas superficiales, para la realización de modelos de estabilidad de taludes.

Para la interpretación de la información geotécnica obtenida en las exploraciones de campo y ensayos de laboratorio, se presentan a continuación los criterios implementados. Ver Tabla 19 a

Tabla 20.

Tabla 19. Correlación entre el número de golpes del ensayo SPT y la densidad relativa de suelos granulares.

Valor en número de Golpes	Densidad Relativa
0 – 4	Muy bajo
5 – 10	Bajo
11 – 24	Densidad media
25 – 50	Denso
> 50	Muy denso

Tabla 20. Correlación entre el número de golpes del ensayo SPT y Consistencia de los suelos cohesivos.

Valor en número de Golpes	Consistencia
0 – 1	Muy suave
2 – 4	Suave
5 – 8	Medianamente rígido
9 – 15	Rígido
16 – 30	Muy rígido
31 – 60	Fuerte
> 60	Muy fuerte

6.1.4.1 ENSAYOS DE CAMPO Y DE LABORATORIO

De las exploraciones geotécnicas realizadas se compararon las muestras más representativas para realizar ensayos de clasificación, tales como humedades, granulometrías por mallas con lavado y límites de consistencia.

6.1.4.2 Caracterización geotécnica de las perforaciones

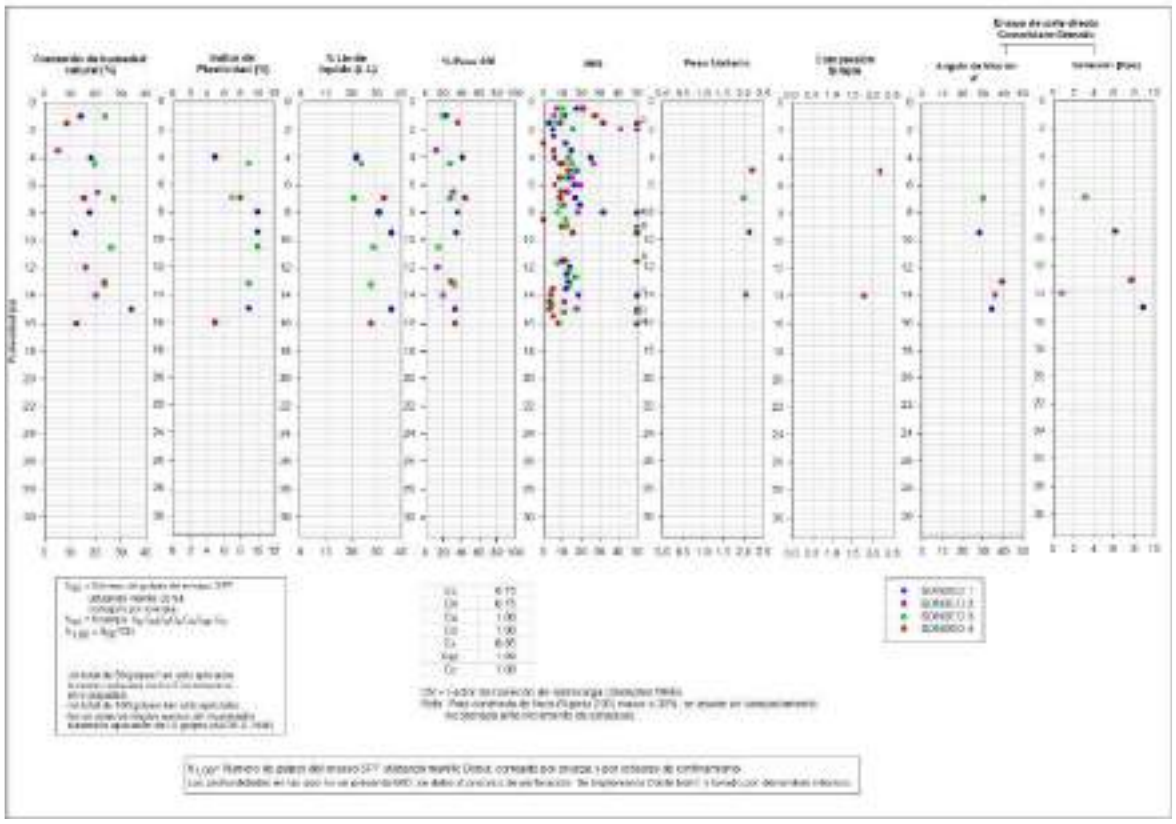


Figura 26. Caracterización del perfil del suelo

Tabla 21. Resumen parametros de resistencia al corte

UNIDAD GEOLÓGICA	DOCUMENTO	PROPIEDADES		
		C (kg/cm²)	Ø (°)	ɣ (gr/cm³)
SFT3	apique 3 Muestra 1 (0,00-1,00)	0,00	36,31	2,10
SFT3	Apique 4 Muestra 1 (0,00-1,30)	0,07	40,53	
SFL2	Sondeo 1 Muestra 9 (8,00-9,50)	0,06	28,42	2,15
SFT2	Sondeo 1 Muestra 15 (14,00-15,00)	0,09	34,53	
SFT2	Sondeo 2 Muestra 13 (13,00-14,00)	0,01	36,06	2,05
SFL2	Sondeo 3 Muestra 5 (5,50-7,00)	0,03	30,27	2,00
SFT2	Sondeo 4 muestra 12 (11,50-13,00)	0,08	39,38	
SFL2	Sondeo 4 muestra 5 (4,00-5,00)			2,22

6.1.4.3 Caracterización Geomecánica de los Suelos

De acuerdo al contenido de finos de las unidades de suelo de la zona de estudio, se espera un comportamiento no drenado de estos materiales para un incremento dado de esfuerzos, sin embargo los modelos implementados para evaluación de estabilidad de taludes, se realizarán en términos de esfuerzos efectivos ya que los taludes proyectados son de tipo permanente y se debe evaluar las condiciones de estabilidad a largo plazo, por tanto, los parámetros de resistencia del modelo mohr colulomb se determinaron a partir de ensayos de corte directo consolidados-drenados.

Dentro de los análisis estadísticos de los parámetros de resistencia se tomaron en cuenta los parámetros de resistencia obtenidos en los estudios realizados en el barrio La Joya, barrio Santander, barrio Nazareth (CDMB – 2016) y Nazareth (2023), y adicionalmente los resultados del estudio del INGEOMINAS del año 2009.

Tabla 22. Parámetros de resistencia del Miembro Limos Rojos (SFL2). Fuente: Elaboración propia.

UNIDAD GEOLOGICA	DOCUMENTO	PROPIEDADES			
		qu (kg/cm²)	C (kg/cm²)	Ø (°)	ɣ (KN/m³)
SFL2	INGEOMINAS 2009	-	0.27	32.20	-
SFL2	37. LA JOYA	-	0.28	38.00	17.50
SFL2	39. SANTANDER	-	0.23	32.00	17.20
SFL2	NAZARETH 2016 - CDMB	-	0.33	36.75	19.91
SFL2	NAZARETH 2023		0.13	24.90	19.42
Promedio			**0.25**	**32.77**	**18.51**
Mediana			0.27	32.20	18.46
Min		0.00	0.13	24.90	17.20
Max		0.00	0.33	38.00	19.91
Desv		0.00	0.05	3.28	0.68

Tabla 23. Parámetros de resistencia del Miembro Gravoso (SFT2). Fuente: Elaboración propia.

UNIDAD GEOLOGICA	DOCUMENTO	PROPIEDADES			
		qu (kg/cm²)	C (kg/cm²)	Ø (°)	ɣ (KN/m³)
SFT2	INGEOMINAS 2009	1.70	0.25	30.90	-
SFT2	26. DON BOSCO	-	0.09	40.00	21.00
SFT2	37. LA JOYA	-	0.47	30.00	17.50
SFT2	39. SANTANDER	-	0.26	37.00	17.30
SFT2	NAZARETH 2016 - CDMB	-	0.41	34.05	18.93
SFT2	NAZARETH 2023		0.21	27.20	18.93
Promedio		**1.70**	**0.28**	**33.19**	**18.73**
Mediana		1.70	0.26	32.48	18.93
Min		1.70	0.09	27.20	17.30
Max		1.70	0.47	40.00	21.00
Desv		0.00	0.09	3.20	0.93

Tabla 24. Parámetros de resistencia del Miembro Órganos (SFT3). Fuente: Elaboración propia.

UNIDAD GEOLOGICA	DOCUMENTO	PROPIEDADES			
		qu (kg/cm²)	C (kg/cm²)	Ø (°)	ɣ (KN/m³)
SFT3	INGEOMINAS 2009	2.93	0.25	31.40	-
SFT3	10. NARIÑO	-	0.31	48.00	-
SFT3	26. DON BOSCO	-	0.30	48.00	21.00
SFT3	37. LA JOYA	-	0.30	39.00	20.00
SFT3	39. SANTANDER	-	0.30	48.00	21.00
Promedio		**2.93**	**0.29**	**42.88**	**20.67**
Mediana		2.93	0.30	48.00	21.00
Min		2.93	0.25	31.40	20.00
Max		2.93	0.31	48.00	21.00
Desv		0.00	0.01	4.15	0.25

Tabla 25. Parámetros de resistencia del Coluvial Activo (SCO1). Fuente: Elaboración propia.

UNIDAD GEOLOGICA	DOCUMENTO	PROPIEDADES			
		qu (kg/cm²)	C (kg/cm²)	Ø (°)	ɣ (KN/m³)
SCO1	INGEOMINAS 2009	1.74	0.02	33.10	-
SCO1	10. NARIÑO	-	-	-	-
SCO1	26. DON BOSCO	-	-	-	20.00
SCO1	37. LA JOYA	-	-	-	20.00
Promedio		**1.74**	**0.02**	**33.10**	**20.00**
Mediana		1.74	0.02	33.10	20.00
Min		1.74	0.02	33.10	20.00
Max		1.74	0.02	33.10	20.00
Desv		0.00	0.00	0.00	0.00

Para la evaluación de la amenaza, análisis de estabilidad y diseños de obras, se tomaron los valores promedios obtenidos de la información recopilada de los diferentes estudios, para los suelos de la Formación Bucaramanga.

Con relación al depósito coluvial activo, sus parámetros de resistencia al corte se ajustaron con base en un retro análisis, que partió de los valores del estudio de

INGEOMINAS del 2009, dado que las condiciones de resistencia son de tipo residual, debido al deslizamiento ocurrido.

6.1.5 Calibración de Parámetros de Resistencia - Back Analysis o Retro Calculo.

Para este tipo de análisis “Back Analysis”, el documento GUIDELINES FOR ANALYZING AND MITIGATING LANDSLIDE HAZARDS IN CALIFORNIA (2002), hace la siguiente referencia: este procedimiento es conocido como retro cálculo o retro análisis, y requiere determinar la configuración de la superficie de falla del deslizamiento relativa a la topografía en el instante en que ocurrió la falla, perfil estratigráfico del subsuelo a lo largo de la superficie de falla, niveles freáticos, condiciones de carga externa y densidad del suelo. Una vez esta información es conocida, se elige un método de análisis matemático acorde a la superficie de falla. Los parámetros de resistencia al cortante son ajustados mediante análisis consecutivos hasta obtener un factor de seguridad de 1.0. Este método provee diferentes combinaciones de cohesión y ángulos de fricción.

Estos parámetros de resistencia pueden ser utilizados en la evaluación de las alternativas de estabilización. Skempton (1985) comparo resistencias al cortante drenadas obtenidas mediante métodos cuidadosos de alta calidad en muestras de superficies de falla con resistencias determinadas por retro análisis de superficies de falla y obtuvo buenas correlaciones, indicando que el “Back Analysis” es un método valido para fallas con comportamiento drenado.

Usando esta técnica y apropiados métodos de análisis, como equilibrio límite, es posible obtener un modelo de deslizamiento en el instante que este fallo, Duncan (2005).

El método anteriormente expuesto, requiere un conocimiento general de las características del material y condiciones de drenaje en el instante de falla para poder determinar inicialmente probables rangos de ángulos de fricción interna y cohesión, o también se pueden utilizar valores de resistencia de sitios cercanos o mediante correlaciones empíricas.

De acuerdo al documento GUIDELINES FOR ANALYZING AND MITIGATING LANDSLIDE HAZARDS IN CALIFORNIA (2002), en el cual se recomienda, que para la selección de parámetros apropiados de Resistencia en materiales sujetos a deformaciones durante lapsos de tiempo prolongados, en condiciones drenadas, se

pueden utilizar resistencias residuales para materiales que hayan experimentado previamente deformaciones al cortante.

Como ejemplo, incluye materiales localizados a lo largo de superficies de falla de deslizamientos antiguos y a lo largo de superficies o planos de falla sujetas a movimientos significativos en el pasado. Resistencias residuales pueden ser usadas en estos materiales, incluso si el movimiento relativo ocurrió a través de la discontinuidad miles de años atrás.

6.1.5.1 Nivel freático

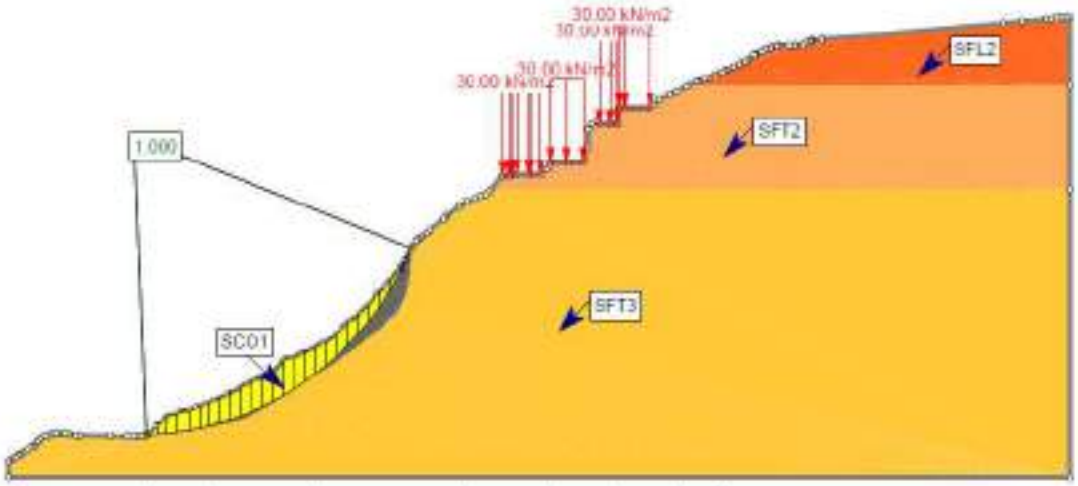
Una vez finalizada la exploración de campo y revisados los estudios existentes, no se detectaron niveles freáticos, sin embargo y debido al mal manejo del drenaje superficial, se identificaron algunas zonas del depósito coluvial activo con concentraciones de agua que indicarían que estos materiales se encuentran saturados o parcialmente saturados.

6.1.5.2 Parámetros de resistencia modelo Mohr-Coulomb para equilibrio limite

Para el retro análisis, se asumieron las siguientes hipótesis:

- Se adoptó un coeficiente Ru (que representa la presión de poros relativa) con un valor de 0.

- Se asume como superficie de falla, el contacto entre el depósito coluvial activo y los suelos de la Formación Bucaramanga.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
SFL2		18.51	Mohr-Coulomb	25	32.77	None	0
SFT2		18.73	Mohr-Coulomb	28	33.19	None	0
SFT3		20.67	Mohr-Coulomb	29	42.88	None	0
SCO1		20	Mohr-Coulomb	4.25	23.13	None	0

Figura 27. Calibración parámetros de resistencia con retro cálculo. Fuente: Elaboración propia.

6.2 METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA

Los movimientos en masa, son desplazamientos de tierra o rocas en forma súbita o lenta causados por múltiples factores, entre ellos la pendiente. Se clasifican de acuerdo con sus características, velocidad de movimiento, magnitud y material transportado. Se incluyen dentro de los movimientos en masa los deslizamientos, volcamientos, caídas y flujos de roca o suelo y entre estos últimos, los flujos a lo largo de los cauces cuando el material que cae se mezcla con la corriente de agua, como es el caso de las llamadas avenidas torrenciales.

Entiéndase por amenaza como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente nocivo, dentro de un período específico de tiempo y en un área dada.

La evaluación de la amenaza se efectuó teniendo en cuenta lo establecido en el decreto 1807 de 2014 para los estudios detallados por movimientos en masa en el cual se menciona que se deben contemplar como mínimo tres (3) escenarios. Esta evaluación detallada se basa en el cálculo de probabilidades de falla, obteniéndose al determinar la probabilidad anual de falla considerando los eventos sísmicos y lluvias como variables aleatorias, y efectuando un análisis por confiabilidad.

Sin embargo, para el presente estudio se contemplaron cuatro (4) escenarios.

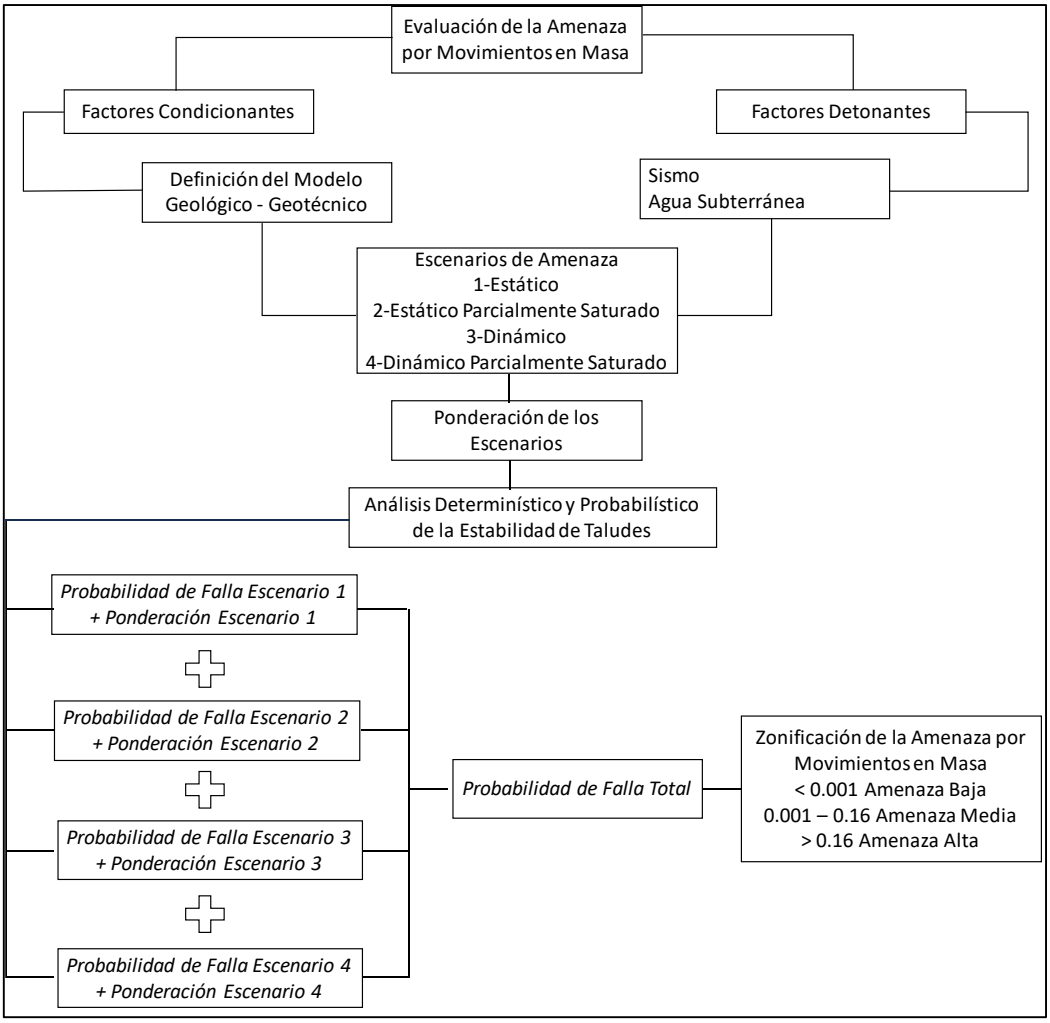


Figura 28. Metodología para la evaluación de la amenaza por movimientos en masa.
Fuente: Elaboración propia.

6.2.1 Factores Condicionantes

Los factores condicionantes son aquellas condiciones naturales que hacen que las laderas sean más susceptibles al movimiento.

Como factores condicionantes encontramos:

- Materiales débiles, masa de suelo inestable.
- Evidencias de movimientos recientes.
- Contraste de permeabilidades.
- Contraste en la resistencia de los materiales

6.2.2 Factores Detonantes

Se entienden como factores detonantes aquellos que pueden provocar o desencadenar un fenómeno de inestabilidad en las laderas. Para el presente estudio los factores considerados para los análisis fueron la lluvia y el sismo.

6.2.2.1 Lluvia

De acuerdo a la “Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa” del SGC, para analizar la ocurrencia de deslizamientos en función del régimen de precipitación de la zona de un modo confiable, hay que tener una buena comprensión del sistema hidrológico como detonante para evaluar la inestabilidad resultante de la acción hídrica relacionada con el descenso del frente húmedo, por un lado, y con la profundidad del nivel freático, por el otro.

Sin embargo, para la evaluación de la amenaza se asumirá una condición más crítica, contemplando el perfil parcialmente saturado, teniendo en cuenta la gran densidad de estructuras existentes (viviendas) que no permiten la saturación total de los suelos presentes en el área en estudio.

6.2.2.2 Sismo

El efecto sísmico se considera como una aceleración horizontal para los diferentes periodos de retorno.

En el presente documento se desarrolla la evaluación geotécnica de los efectos sísmicos, resultados estos que se tendrán en cuenta en los análisis de estabilidad.

6.2.3 Escenarios de Amenaza

Con el fin de evaluar la incidencia de los factores detonantes lluvia y sismo en la estabilidad de las laderas, se consideraron cuatro (4) escenarios en los cuales se combinaron el sismo con periodos de retorno de 475 años, con una condición saturado de los suelos presentes en el área en estudio, con la finalidad de determinar la posible variabilidad que pudiera presentar la probabilidad de falla.

Los cuatro (4) escenarios se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 26. Escenarios propuestos para la evaluación de la amenaza.

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN
1	Estático
2	Estático parcialmente saturado
3	Dinámico
4	Dinámico parcialmente saturado
5	Detonante antrópico

Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de obtener una zonificación de la amenaza más real, se han ponderado los diferentes escenarios.

La ponderación del escenario 3 se realizó teniendo en cuenta lo establecido en la NSR – 10, la cual menciona que el sismo de diseño se calcula para un periodo de exposición de 50 años y un periodo de retorno de 475 años, por lo cual la probabilidad de ocurrencia es del 10.5%.

Para el escenario 2, se consideró el régimen bimodal de lluvias sobre la zona en estudio, el cual establece que aproximadamente 4 de los 12 meses del año, se presentan lluvias intensas, capaces de saturar los suelos del área en estudio, adicionalmente la región se ve afectada por el fenómeno de la niña por lo menos 1 vez cada 5 años, por un periodo de aproximadamente 9 meses, por lo cual el escenario 2 tendría una probabilidad de ocurrencia del 41.7%.

La probabilidad que se presente el escenario 4, es la multiplicación entre la probabilidad que ocurra el escenario 2 y el escenario 3 al tiempo, por lo tanto la probabilidad de este escenario es de 4.4%.

Teniendo en cuenta lo anterior la probabilidad que se presente el escenario 1 es de aproximadamente 43.4%.

Como se aprecia, la probabilidad de ocurrencia de un deslizamiento es mayor para aquellos escenarios en los cuales no se registraría un evento sísmico.
Para la ponderación se tuvo en cuenta el periodo de exposición (50 años) el cual está relacionado con los periodos de retorno del evento sísmico.

Tabla 27. Ponderación propuesta para los escenarios de análisis de la evaluación de la amenaza.
Fuente: Elaboración propia.

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN
1	Estático	43.4
2	Estático parcialmente saturado	41.7
3	Dinámico	10.5
4	Dinámico parcialmente saturado	4.4

Nota: El escenario 5, correspondiente al detonante antrópico, está relacionado a procesos de saturación parcial de los taludes debido a la rotura de alguna de las redes de servicios de agua potable o de los sistemas de alcantarillado. Para el escenario 5 en este sector y debido a la permeabilidad de los materiales corresponde a las mismas condiciones del escenario 2, para el cual se adoptaron valores de Ru=0.25.

En los diferentes escenarios contemplados para la obtención del nivel de amenaza de los taludes se tienen en cuenta superficies de falla circulares y no traslacionales (Talud infinito), debido a evidencias donde se ven los posibles mecanismos de falla que generan deslizamientos rotacionales.

6.3 ZONIFICACIÓN DETALLADA DE LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA

Como se había mencionado con anterioridad, la amenaza por movimientos en masa está dada en términos probabilísticos, esto es, la probabilidad anual de que el factor de seguridad sea inferior o igual a uno (1). Considerando los factores detonantes lluvia y sismo, se obtiene esta probabilidad para un escenario determinado, multiplicando

la probabilidad de que el factor de seguridad sea menor que 1.0, por la probabilidad de que se produzca la lluvia por la probabilidad de que ocurra el sismo.

La determinación del factor de seguridad se realizó mediante la aplicación del método de equilibrio límite. Para el análisis del modelo geotécnico del deslizamiento se utilizó el software SLIDE, Versión 6 de RocScience.

Este programa despliega no solo el cálculo del factor de seguridad sino también estima la probabilidad anual de falla empleando el método de Montecarlo. Los parámetros ingresados al software se ilustran en la siguiente tabla.

Tabla 28. Parámetros geotécnicos ingresados al software.
Fuente: Elaboración propia.

UNIDAD GEOTÉCNICA	FRICCIÓN (°)	COHESIÓN (kPa)	PESO UNITARIO (kN/m3)
Miembro Limos Rojos (SFL2)	32.77	25.0	18.51
Miembro Gravoso (SFT2)	33.19	28.0	18.73
Miembro Órganos (SFT3)	42.88	29.0	20.67
Coluvial Activo (SCO1)	23.13	4.25	20.00

Los resultados son agrupados en tres (3) categorías diferentes en función del grado de amenaza.

Tabla 29. Grados de estabilidad según los resultados del factor de seguridad.
Fuente: Elaboración propia.

RANGO FACTOR DE SEGURIDAD	PROBABILIDAD DE FALLA	CATEGORÍA
> 1.5	< 0.001 (0.1%)	Baja
1.1 – 1.5	0.001 (0.1%) – 0.160 (16%)	Media
< 1.1	> 0.160 (16%)	Alta

Se entiende por condiciones actuales el área sin intervención alguna. Dicha evaluación contempla como se había mencionado con anterioridad los deslizamientos

profundos, se puede observar en el anexo. Análisis de estabilidad en condiciones actuales.

6.3.1 Evaluación de la Amenaza Bajo Condiciones Actuales

A continuación, se presenta los resultados de los análisis de estabilidad realizados a cuatro (4) perfiles teniendo en cuenta los cuatro (4) escenarios.

Tabla 30. Resultados factor de seguridad y probabilidad de falla para taludes en condiciones actuales Perfil 1
Fuente: Elaboración propia.

ESCENARIO	PROBABILIDAD DE FALLA (%)	PONDERACIÓN (%)	PROBABILIDAD DE FALLA PONDERADA (%)
Estático	0.0	43.4	0.00
Estático Parcialmente Saturado	0.0	41.7	0.00
Dinámico	1.0	10.5	0.10
Dinámico Parcialmente Saturado	84.1	4.4	3.70
Probabilidad de Falla			3.80
Nivel de Amenaza			**Media**

Tabla 31. Resultados factor de seguridad y probabilidad de falla para taludes en condiciones actuales Perfil 2.
Fuente: Elaboración propia.

ESCENARIO	PROBABILIDAD DE FALLA (%)	PONDERACIÓN (%)	PROBABILIDAD DE FALLA PONDERADA (%)
Estático	41.8	43.4	18.14
Estático Parcialmente Saturado	99.3	41.7	41.41
Dinámico	99.3	10.5	10.42

ESCENARIO	PROBABILIDAD DE FALLA (%)	PONDERACIÓN (%)	PROBABILIDAD DE FALLA PONDERADA (%)
Dinámico Parcialmente Saturado	100.0	4.4	4.40
Probabilidad de Falla			**74.37**
Nivel de Amenaza			**Alta**

Tabla 32. Resultados factor de seguridad y probabilidad de falla para taludes en condiciones actuales Perfil 3.
Fuente: Elaboración propia.

ESCENARIO	PROBABILIDAD DE FALLA (%)	PONDERACIÓN (%)	PROBABILIDAD DE FALLA PONDERADA (%)
Estático	0.0	43.4	0.00
Estático Parcialmente Saturado	0.9	41.7	0.37
Dinámico	5.7	10.5	0.59
Dinámico Parcialmente Saturado	96.8	4.4	4.25
Probabilidad de Falla			**5.21**
Nivel de Amenaza			**Media**

Tabla 33. Resultados factor de seguridad y probabilidad de falla para taludes en condiciones actuales Perfil 4.
Fuente: Elaboración propia.

ESCENARIO	PROBABILIDAD DE FALLA (%)	PONDERACIÓN (%)	PROBABILIDAD DE FALLA PONDERADA (%)
Estático	0.0	43.4	0.00

ESCENARIO	PROBABILIDAD DE FALLA (%)	PONDERACIÓN (%)	PROBABILIDAD DE FALLA PONDERADA (%)
Estático Parcialmente Saturado	0.0	41.7	0.00
Dinámico	0.4	10.5	0.04
Dinámico Parcialmente Saturado	89.5	4.4	3.93
Probabilidad de Falla			**3.97**
Nivel de Amenaza			**Media**

6.3.2 Resultados de la Evaluación de la Amenaza por Movimientos en Masa

A partir de lo observado en campo y considerando además los resultados de los modelos de estabilidad de taludes aplicando equilibrio límite, se generó el mapa de zonificación de la amenaza por movimientos en masa.

- Amenaza baja

Son zonas relativamente estables, en donde no se observan procesos denudacionales severos, pero su estabilidad depende de su manejo y la estabilidad de las laderas adyacentes. Se ubican principalmente sobre terrenos cuyas pendientes son bajas. Estas zonas de amenaza baja presentan una baja probabilidad de ocurrencia de movimientos en masa. Probabilidad de ocurrencia es menor a 0.001 y factores de seguridad mayores a 1.50.

- Amenaza media

Son zonas de estabilidad marginal susceptibles a procesos denudacionales originados posiblemente por el mal manejo del terreno y de las aguas superficiales. Se localizan sobre terrenos con pendientes entre los 57 y 100%. Las zonas de amenaza media ostentan una probabilidad de ocurrencia entre 0.001 y 0.16 y factores de seguridad entre 1.05 y 1.50.

- Amenaza alta

Son zonas de estabilidad marginal susceptibles a procesos denudacionales originados posiblemente por el mal manejo del terreno y de las aguas superficiales. Se localizan sobre terrenos con pendientes mayores al 100%. Las zonas de amenaza alta presentan una probabilidad de ocurrencia mayor a 0.16 y un factor de seguridad menor a 1.05.

- Amenaza área en estudio

De acuerdo a los resultados se pudo concluir que la parte central del barrio, junto a la vía que conduce al municipio de Surata, donde actualmente se presentó un deslizamiento se encuentra en amenaza alta, y los demás sectores analizados presentan una amenaza media a movimientos en masa, condicionados especialmente por los materiales existentes y las pendientes fuertes.

6.4 ZONIFICACION DE LA AMENAZA

La zonificación de la amenaza se representa mediante mapas de amenaza, en dónde se evalúan los resultados mediante rangos se amenaza baja, media y alta (Ver Tabla 34).

Tabla 34. Clasificación de la amenaza de un talud ante deslizamiento.

NIVEL DE AMENAZA	F. S	COLOR EN EL MAPA
Alta	<1,1	Rojo
Media	1,1-1,5	Amarillo
Baja	>1,5	Verde

Para espacializar los resultados de amenaza determinística, se trasladaron las longitudes de las superficies de falla calculadas y su influencia a los perfiles realizados en planta. Dichas superficies contienen implícitamente el factor de seguridad, que da un rango por perfil de este. Después se interpolaron los factores de seguridad teniendo en cuenta el modelo digital del terreno, la geología y la geomorfología; este procedimiento se aplicó tanto a estático cómo pseudo estático.

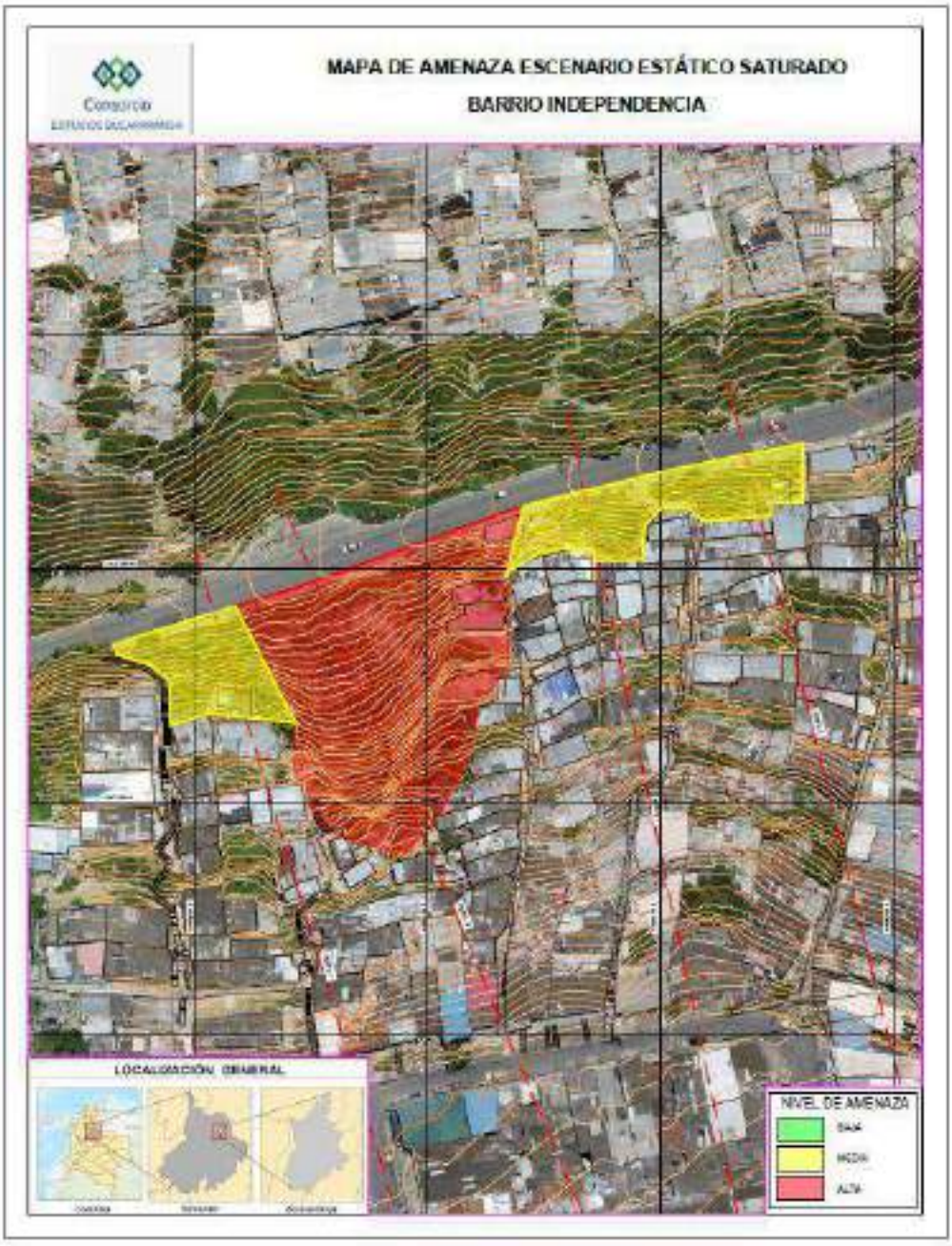


Figura 29.Mapa de amenaza Barrio La Independencia condición estatica saturada.

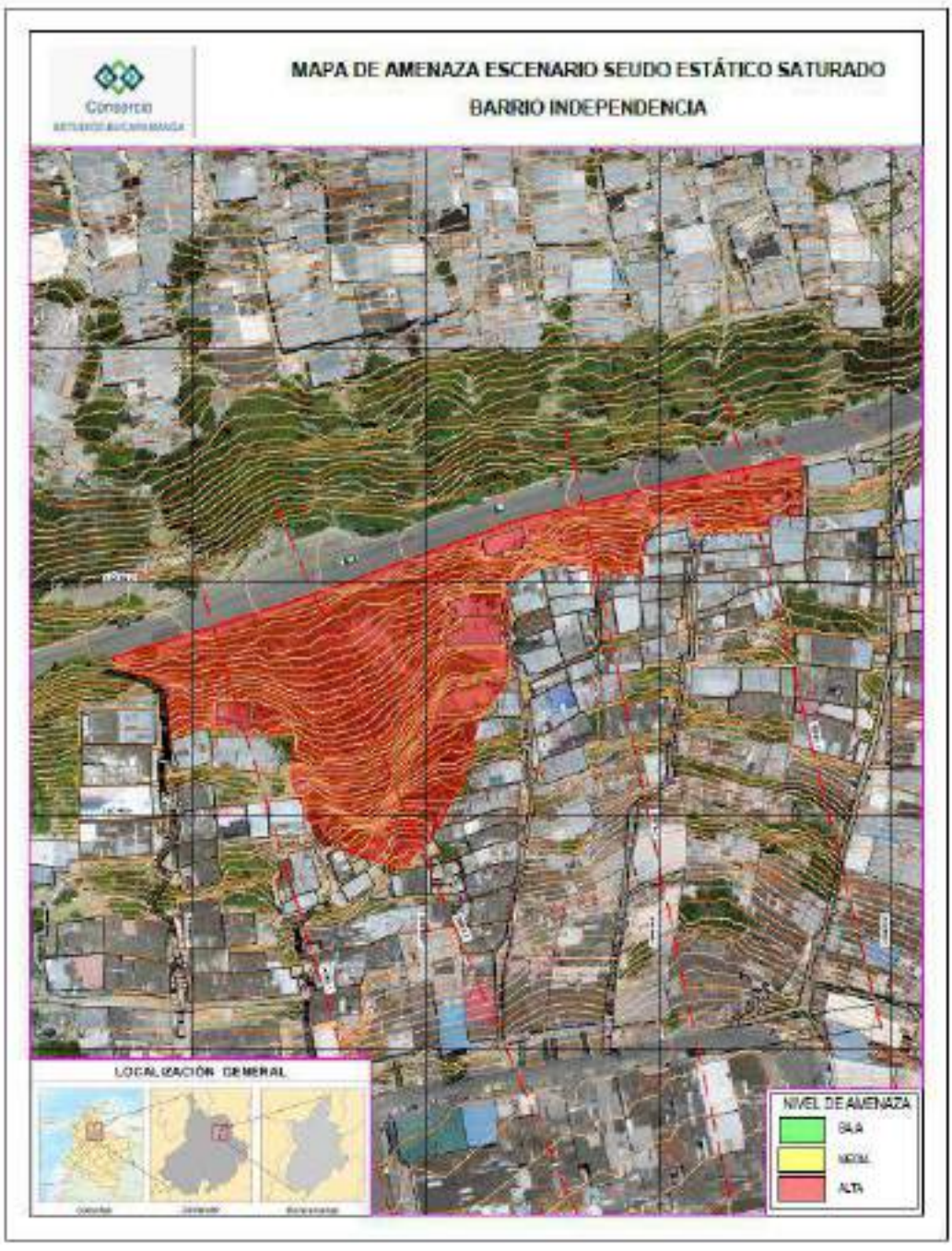


Figura 30.Mapa de amenaza Barrio Independencia condición Seudo estático – saturada.

6.5 EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad puede comprenderse como aquel conjunto de condiciones a partir de las cuales una comunidad esta o queda expuesta al peligro de resultar afectada por una amenaza, sea de tipo natural, antrópica o socio-natural. Adicionalmente se define como el grado de pérdida o destrucción de un elemento señalado o de un grupo de elementos en riesgo, como resultado de la ocurrencia de un fenómeno natural de magnitud determinada (Varnes, 1984).

La valoración de la vulnerabilidad puede definirse como el nivel potencial de daño o grado de pérdida de un determinado elemento, expuesto en una escala de 0 a 1.
Con el objeto de evaluar la vulnerabilidad de los elementos dentro del área en estudio, se caracterizaron los diferentes parámetros que se consideran como los más relevantes e influyentes en la valoración de la vulnerabilidad bajo la acción de efectos por fenómenos de remoción en masa.

6.5.1 Factores para determinar la vulnerabilidad

La vulnerabilidad entendida como debilidad frente a las amenazas y como incapacidad de recuperación después de que ha ocurrido un evento, no solo depende de la vecindad física de las poblaciones a las fuentes de las amenazas, sino de otros múltiples factores de distinta índole, todos presentes en las comunidades.
Teniendo en cuenta lo anterior se presenta a continuación los factores que se requieren para definir la vulnerabilidad:

- Exposición: Se refiere a la localización de los elementos con respecto a la amenaza.
- Resistencia: La capacidad de los elementos a resistir el impacto de los eventos amenazantes.
- Resiliencia: La capacidad de una sociedad de recuperarse después del impacto.
- Recuperación: La capacidad de una sociedad de reconstruir después de un desastre.
- Aprendizaje: La capacidad de una sociedad de aprender de los desastres ocurridos.
- Adaptación: La capacidad de una sociedad de cambiar sus patrones de conducta a raíz de la ocurrencia de desastres.

Considerando estos factores se puede hablar de la existencia de una vulnerabilidad global, la cual requiere de un proceso complejo, dinámico y cambiante que determina

la probabilidad de que una comunidad quede expuesta o no a la ocurrencia e impacto de un desastre, o que tenga más o menos probabilidad de recuperación.

Sin embargo, para este estudio se hizo énfasis en la vulnerabilidad física y económica de las estructuras existentes (edificaciones y vías), que se encuentran en el área del sector urbano.

6.5.2 Análisis de la vulnerabilidad

El valor de vulnerabilidad para una construcción depende tanto de las características y calidad de las construcciones como de la localización de las amenazas, por tal motivo en este análisis se enfoca exclusivamente en la vulnerabilidad física, tal como lo establece el Anexo Técnico, con el ajuste a la escala de trabajo (1:2.000) y viene definida por:

V= I x S

Dónde:
V: Vulnerabilidad
I: Intensidad del deslizamiento
S: Susceptibilidad de los elementos en riesgo
Este contempla la severidad de la acción del deslizamiento como la capacidad de resistencia brindada por los elementos. Los elementos en riesgo pueden dividirse en dos categorías, comúnmente, personas y elementos económicos.

6.5.2.1 Susceptibilidad de los elementos económicos

Los elementos económicos incluyen edificios, vías o rutas de transporte, y elementos naturales. La capacidad de resistencia para un grado de riesgo es asociada al tipo de estructura (o características de la misma) y el estado en que se encuentra, se aclara que, para el análisis sobre el tipo y estado de edificaciones, se hará con base en el predominio por manzana:

$$S_{eco} = 1 - \prod_{i=1}^{2}(1 - S_i)$$

Dónde:
Seco = Susceptibilidad de los elementos económicos.
Si = Factor de susceptibilidad que contribuye a la susceptibilidad de los elementos económicos, incluyendo Stipo y Smant
Para edificaciones el tipo de estructura define la capacidad para resistir la deformación e impacto ocasionados por las fuerzas del deslizamiento. Seis

categorías de estructuras y valores del factor de susceptibilidad se muestran en la Tabla 35.

Tabla 35.Valores propuestos para el factor de susceptibilidad asociada con el tipo de estructura.

Tipo de estructura	Resistencia	Stipo
Estructuras simples, ligeras	Ninguna	1,00
Estructuras livianas	Muy baja	0,90
Muros en roca, concreto o madera	Baja	0,70
Muros en ladrillo o estructuras en concreto	Media	0,50
Estructuras en concreto reforzado	Alta	0,30
Estructuras reforzadas	Muy alta	0,10

El factor de susceptibilidad debido al tipo de edificación se calcula utilizando la Tabla 35 ; dependiendo de las estructuras encontradas en la zona, estas se podrán agrupar de la siguiente manera:

- Estructuras simples, ligeras: Aquellas que están construidas con materiales de recuperación, tales como madera, zinc, barro o cartón.
- Estructuras livianas: Edificaciones en mampostería de arcilla cocida o cemento no reforzada y sin elementos estructurales.
- Estructuras con muros en mampostería confinada: Edificaciones en mampostería de arcilla cocida o concreto con algunos elementos estructurales tales como vigas o columnas, que le brindan cierto grado de confinamiento.
- Estructuras en concreto reforzado: Edificaciones con sistema estructural aporticado que le brindan un alto grado de confinamiento.

El factor de susceptibilidad debido al mantenimiento puede asignarse de manera subjetiva, como el estado promedio de las edificaciones por manzanas, como se muestra en la Tabla 36.

Tabla 36.Valores propuestos para el factor de susceptibilidad por el estado de la edificación.

Estado de la edificación	Smant
Deficiente	0,50
Malo	0,40

Estado de la edificación	Smant
Medio	0,25
Bueno	0,10
Muy bueno	0,00

Con el objetivo de implementar la metodología propuesta en el anexo técnico se procedió a evaluar y calcular la susceptibilidad mediante visitas técnicas en las cuales se identificaron diferentes estructuras y sus condiciones de mantenimiento.

En el sector de Independencia en la zona de influencia se identificó un tipo de vivienda, en las que se evidencio estructuras livianas, edificaciones en mampostería o cemento no reforzada y sin elementos estructurales.

6.5.2.2 Intensidad

Para este parámetro de acuerdo a los anexos técnicos está relacionado con la posición de los elementos expuestos con respecto a la amenaza. Sin embargo, para esto se deben tener en cuenta características cinéticas y cinemáticas de los deslizamientos y estos dependen de los tipos de movimientos, velocidad de los mismos y cantidad de material desplazado el cual no se puede analizar en la metodología propuesta, por tal motivo se propone como ajuste a la intensidad la evaluación de la posición de los elementos expuestos con respecto a su ubicación en el mapa de unidades geológicas superficiales.
Para esto se determinaron unos valores de intensidad para cada unidad geológica identificada. Ver Tabla 37.

Tabla 37.Valores de intensidad para cada una de las unidades geológicas.

Unidad geológica	Intensidad
Suelo transportado de movimiento en masa (Stmm)	1,0
Suelos de llenos antrópicos de basuras y escombros(Stlab)	0,2
Suelos de llenos antrópicos de excavación y/o relleno(Stla)	0,4
Suelos miembros limos rojos(Sfl2)	0,4
Suelos miembro gravoso(Sft2)	0,4
Suelo del miembro finos (Sfl1)	0,4
Suelo miembro órganos (Sft3)	0,4

6.5.3 Resultados de la Vulnerabilidad

Para toda la infraestructura pública, privada y la población que se encuentra dentro del sector del área de influencia de Independencia se calculó la vulnerabilidad aplicando la metodología.

$$Veco = Intensidad\ x\ Selementos\ en\ riesgo$$
$$Seco = 1 - (1 - Stipo)(1 - Smant)$$

Teniendo en cuenta las anteriores formulas se zonificaron las áreas de manera cualitativa de acuerdo a los siguientes criterios, los cuales se plasman en el mapa de vulnerabilidad.

Tabla 38.Calificación de la Vulnerabilidad.

Categoría de Vulnerabilidad	Rango
Alta	0,50 - 1
Media	0,30 – 0,50
Baja	<0,30



Figura 31.Mapa de vulnerabilidad ante fenómenos de remoción en masa.

De la Figura 31(mapa de vulnerabilidad) se observa que gran parte del sector urbano presenta vulnerabilidad media.

Tabla 39.Clasificación de los niveles de vulnerabilidad.

Nivel de Vulnerabilidad	Descripción	Valor
Vulnerabilidad Baja	Los elementos con vulnerabilidad baja corresponden generalmente a estructuras en buen estado y que no se encuentran en sectores afectados por procesos de remoción en masa, adicionalmente son zonas donde predominan usos y cobertura de suelos menos susceptibles.	< 0,30
Vulnerabilidad Media	Los elementos con vulnerabilidad media son aquellos que presentan una mayor susceptibilidad y adicionalmente se encuentran en zonas geológicamente propensas a presentarse fenómenos de remoción en masa.	0,30 – 0,50
Vulnerabilidad Alta	Los elementos que presentan vulnerabilidad alta se encuentran junto a los procesos morfodinámicos actuales y son estructuras que presentan una baja resistencia, adicionalmente en estas zonas predominan usos y cobertura de suelos más susceptibles y generalmente se encuentran en zonas de pendiente media a alta.	0,50 – 1,00

6.6 EVALUACIÓN DE RIESGO

El riesgo es el desastre potencial, definido como el daño, destrucción o pérdida esperada obtenida de la convolución de la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales amenazas, matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas y sociales en un cierto sitio y en un cierto período de tiempo. (Cardona, 1997a).

El riesgo se relaciona con algo que aún no ha sucedido, se refiere a una situación potencial y suele definir como las posibles consecuencias desfavorables económicas, sociales y ambientales que se pueden presentarse a raíz de ocurrir un evento dañino en un contexto de debilidad social y física ante el mismo.

Debido a la complejidad de los fenómenos de remoción en masa y la dinámica de los elementos expuestos, hay una variedad de posibilidades tanta en la amenaza como en la vulnerabilidad que hace necesario enriquecer el estudio para que sirva como herramienta en la planificación territorial y la prevención de desastres.

En el caso particular de este estudio se estimó el riesgo como el producto de la probabilidad de la amenaza por las consecuencias para los elementos en riesgo.

R= A x V

Dónde:

R: Riesgo
A: Amenaza por fenómenos de remoción en masa
V: Vulnerabilidad

6.6.1 Resultados de la evaluación del riesgo

El objetivo final del estudio es establecer los elementos en riesgo, para la generación del mapa de riesgo se cruzaron el mapa de amenaza y el mapa de vulnerabilidad además de las observaciones que se van generando en el cruce de estos mapas. Conocido el valor de los elementos, así como su afectación acumulada, pueden determinarse las consecuencias, las cuales se presentan en el mapa de riesgo. El proceso de clasificación del riesgo se realizó a partir de la Tabla 40.

Tabla 40.Matriz de riesgos

	Niveles de Amenaza		
Niveles de Vulnerabilidad	Alta	Media	Baja
Alta	**Alto**	**Alto**	**Medio**
Media	**Alto**	**Medio**	**Medio**
Baja	**Medio**	**Medio**	**Bajo**

Como resultado del proceso metodológico realizado y teniendo en cuenta que el riesgo está en función de la amenaza y la vulnerabilidad, y que éste solamente se puede determinar en los sectores donde se encuentran elementos expuestos, se presenta a continuación el mapa de riesgo por fenómenos de remoción en masa ,ver Figura 32.



Figura 32.Mapa de riesgo ante fenómenos de remoción en masa.

Tabla 41.Clasificación de los niveles de riesgo.

Nivel de Riesgo	Descripción
Riesgo Baja	Las áreas con riesgo bajo corresponden a zonas donde se encuentran unidades geológicas estables y por lo general presentan una topografía plana o de pendientes bajas que se pueden considerar como sectores seguros ante fenómenos de remoción en masa.
Riesgo Media	Las áreas con riesgo medio son zonas donde se presentan amenazas debido principalmente a factores condicionantes o son zonas donde las viviendas tienen una vulnerabilidad mayor principalmente por la susceptibilidad de las estructuras.
Riesgo Alta	Las áreas con riesgo alto se presentan en las zonas que se encuentran junto a los procesos morfodinámicos recientes. En estas áreas la vulnerabilidad de los elementos es media a alta y/o su uso y cobertura del suelo es muy susceptible. Son zonas donde se deben tomar medidas de mitigación y de ser necesaria la evacuación.

6.7 PLANTEAMINTO, ANALISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACION

De acuerdo con los resultados de zonificación de riesgo físico, se presenta a continuación la definición de las medidas de intervención y reducción del riesgo.

Criterios Adoptados:

- En aquellos sectores zonificados con amenaza media y alta, conformados por taludes sin presencia de edificaciones y que tengan dentro de su área de influencia viviendas cercanas con riesgo medio y alto mitigable, se implementarán obras de mitigación tendientes a reducir el nivel de amenaza por movimientos en masa.

6.7.1 Medidas estructurales

En estos sectores se implementarán obras que logren aumentar el factor de seguridad en los modelos de estabilidad de taludes, mediante la incorporación de anclajes activos.

Para controlar el efecto de las aguas de escorrentía directa se proponen cunetas o zanjas de coronación y drenes de penetración para mitigar los ascensos de niveles freáticos.

6.7.2 Medidas No estructurales

Dentro de las zonas afectadas por procesos de inestabilidad no se identificaron viviendas que requieran ser reubicadas, las obras propuestas se plantean construir junto a las viviendas existentes sobre la corona del talud.

Como medidas adicionales no estructurales, se plantea la reconstrucción de dos peatonales, las cuales fueron afectadas por los deslizamientos.

6.8 ALTERNATIVAS DE OBRAS DE MITIGACIÓN

De acuerdo con Briaud, J.-L. (2013) en su libro Geotechnical engineering: Unsaturated and saturated soils, establece que existen dos maneras para mitigar o reparar taludes susceptibles a la falla, es decir que se encuentren en zonas de amenaza alta:

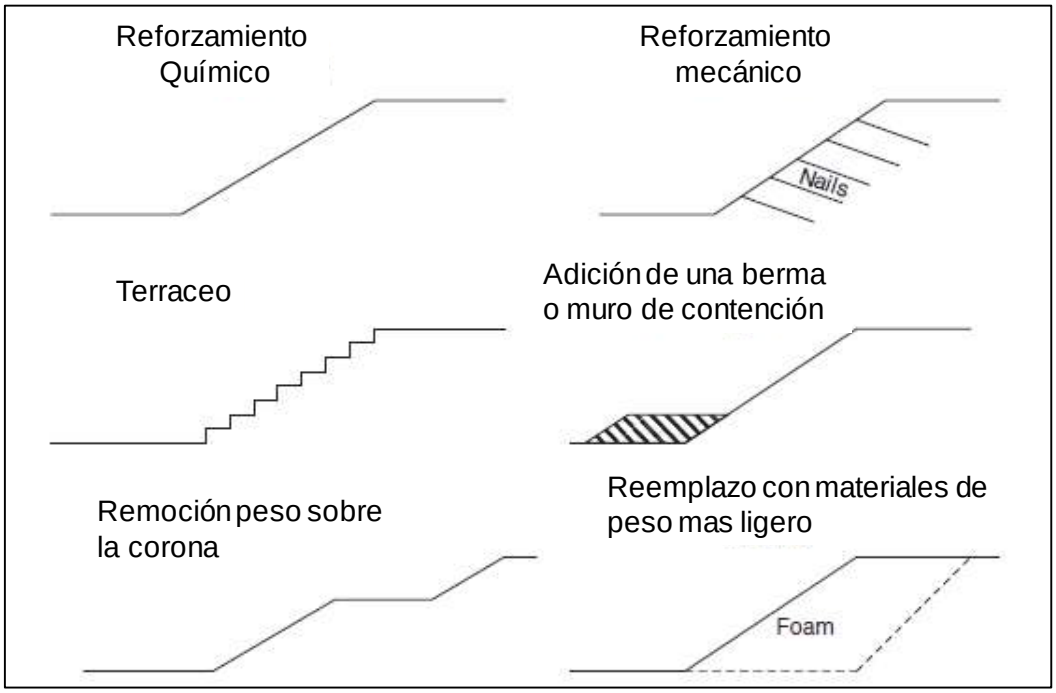


Figura 33. Métodos para estabilización de taludes Fuente: Briaud, J.-L. (2013). Geotechnical engineering: Unsaturated and saturated soils.

- **Aumentar el momento resistente (por ejemplo, mejoramiento del suelo o inclusiones)**

$$s = c' + (\sigma - \alpha u_w) \tan \varphi'$$

De acuerdo a la ecuación general que define la resistencia al cortante, para aumentar este parámetro se tienen las siguientes alternativas:

1. Para incrementar la cohesión se podrían realizar inyecciones químicas de agentes cementantes como cal o cemento.
2. Incrementar el esfuerzo vertical no es una buena idea, ya que aumenta el momento actuante.

3. Aumentar el valor del ángulo de fricción, presenta dificultad, pero se puede lograr con densificación por compactación o vibración.
4. Finalmente, reducir la presión de poros a través de subdrenaje podría incrementar la resistencia al corte, pero, solo en los casos en que el talud se encuentre influenciado por niveles freáticos o piezométricos.

Por otro lado, existe una manera de aumentar el momento resistente a través de la utilización de inclusiones en el talud de tal modo que actúen en el plano de falla:

5. Para taludes existentes se pueden usar anclajes pasivos, anclajes activos, micropilotes, pilotes o pilas.
6. Para taludes nuevos como terraplenes, se pueden usar capas de geo sintéticos o tiras de acero de refuerzo.

- **Disminuir el momento actuante (por ejemplo, pendiente del talud menos pronunciada)**

$$M_d = Wa$$

Para reducir el momento actuante, se puede reducir el peso de la masa de suelo inestable, W o la distancia a que es medida desde el centro del círculo de falla y el centro de gravedad de la masa de suelo inestable. Para disminuir W se podría:

7. Disminuir le pendiente del talud, realizar terraceos, adición de una berma o muro de contención, remoción de peso sobre la corona y Reemplazo con materiales de peso más ligero

Al final, la elección del método de estabilización y/o mitigación se debe basar en la efectividad del método, viabilidad constructiva y costos.

Tabla 42.Alternativa No.1 anclajes pasivos

Alternativa No. 1 – Anclajes pasivos o pernos			
Efectividad del método	**Viabilidad Constructiva**	**Costo/beneficio**	**Desventajas**
Por ser elementos pasivos, es decir, no tienen carga de tensionamiento inicial, este tipo de inclusiones trabaja una vez se presentan las primeras deformaciones, por tanto, no es efectiva en este tipo de escenarios en los que se busca disminuir potenciales deformaciones. La fuerza cortante resistente que puede actuar en la superficie de falla, es baja, dado que está sujeta a la resistencia al corte de las barras de refuerzo. Se podrían utilizar barras con materiales que puedan aportar un alto modulo o barras con sistemas auto perforantes, sin embargo, su costo es alto debido a que se deben importar (ejemplo: barras titán o Dywidag) Por ubicarse a lo largo de la superficie inestable, estas inclusiones presentan una alta efectividad con relación a incrementar los momentos resistentes, ya que se encuentran más cerca del centro de gravedad de la masa inestable.	Para taludes con pendientes moderadas a altas, esta alternativa es totalmente viable si se utilizan canastas o unidades de perforación móviles que se puedan descolgar desde la corona de los taludes. Para implementar barras de alto modulo, que por lo general son auto perforantes, se deben tener martillos de cabeza, que existen pocos en el mercado y en muchos casos no es posible adaptar este tipo de martillos a equipos portátiles.	Esta alternativa, presenta una relación costo beneficio media, dado que se requiere un elevado número de elementos, para lograr incrementar de manera satisfactoria el factor de seguridad de una ladera inestable.	Para lograr un factor de seguridad adecuado se deben utilizar un alto número de estos elementos, lo cual haría de esta alternativa muy costosa y poco eficiente. Los costos de barras de alto desempeño y alto modulo son muy elevados, debido a que son productos importados. Debido a que son elementos pasivos, la tuerca de ajuste del elemento con la platina, tiende a soltarse por relajación de esfuerzos del terreno y de la barra, por tanto, estos elementos requieren una mayor inversión en mantenimiento, en comparación de los anclajes activos.

Tabla 43. Alternativa No.2 Micropilotes sobre corona de talud

Alternativa No. 2 – Micropilotes sobre la corona del talud			
Efectividad del método	**Viabilidad Constructiva**	**Costo/beneficio**	**Desventajas**
Estos elementos, tienen una buena eficiencia ante carga lateral, dado que se pueden diseñar para soportar solicitaciones de flexión y cortante, sin embargo, dependen de la relación de esbeltez (D/L) para que puedan tener un comportamiento óptimo. La fuerza cortante resistente que puede actuar en la superficie de falla, aunque puede ser alta si se utilizan camisas de refuerzo, no es efectiva dado que los momentos resistentes que aportan son bajos, debido a que se encuentran lejos del centro de gravedad de la masa inestable.	Para lograr un buen comportamiento ante carga lateral se requiere que los elementos tengan una alta rigidez (diámetros grandes), sin embargo, por temas constructivos en laderas con poco espacio para acceder con equipos robustos, se tiene la limitación de micropilotes con diámetros variables entre 10 y 30cm. Sobre las coronas de los taludes, en la mayoría de las zonas de los asentamientos analizados, no es posible ingresar equipos de gran tamaño y se limitan a equipos de anchos variables entre 1.5 y 2.0m, que se puedan movilizar sobre patines y no sobre orugas y con torres de perforación de no más de 4.0m, debido a la cercanía de las líneas de energía.	Esta alternativa, presenta una relación costo beneficio baja, dado que se requiere un elevado número de elementos, para lograr incrementar de manera satisfactoria el factor de seguridad de una ladera inestable.	Para lograr un factor de seguridad adecuado se deben utilizar un alto número de estos elementos, lo cual haría de esta alternativa muy costosa y poco eficiente. En laderas con poco espacio para acceder equipos robustos, se tiene la limitación de micropilotes con diámetros variables entre 10 y 30cm, lo cual limita el uso de refuerzos al corte convencionales (canastas de barras y espirales de acero) y se deben usar camisas de refuerzo que aumentan considerablemente los costos de estas inclusiones. La presencia de redes de servicios de tipo aéreo, limita la altura y eficiencia

			de los equipos de perforación.

Tabla 44. Alternativa No.3 Anclajes activos

Alternativa No. 3 – Anclajes activos			
Efectividad del método	**Viabilidad Constructiva**	**Costo/beneficio**	**Desventajas**
Son elementos activos, es decir, tienen carga de tensionamiento inicial que en función del tipo de material puede ir desde los 20 hasta las 80 toneladas en la región. La fuerza cortante resistente que puede actuar en la superficie de falla, es alta, ya que depende de la carga de tensionamiento y de la distribución de los elementos. Este tipo de inclusiones, tiene una alta eficiencia debido a que por ser elementos que se pueden tensionar previamente, aportan altos valores de momento resistente en los análisis de equilibrio límite. Por ubicarse a lo largo de la superficie inestable, estas inclusiones presentan una alta efectividad con relación a incrementar los momentos resistentes, ya que se encuentran más cerca del centro de gravedad de la masa inestable.	Para taludes con pendientes moderadas a altas, esta alternativa es totalmente viable si se utilizan canastas o unidades de perforación móviles que se puedan descolgar desde la corona de los taludes. Se pueden implementar anclajes activos con torones o con barras de alto modulo. Cuando se tienen vías de acceso sobre la corona del talud, el ingreso de estos equipos es mucho más eficiente.	Esta alternativa, presenta una relación costo beneficio alta, dado que por sus altas cargas de tensionamiento que resultan en altos valores de resistencia al corte se puede optimizar el número de elementos para lograr incrementar de manera satisfactoria el factor de seguridad de una ladera inestable.	Para garantizar un buen comportamiento los anclajes activos, se deben realizar pruebas de carga, lo cual requiere la movilización sobre el talud de gatos de tensionamiento de peso considerable, lo cual requiere de personal muy calificado para realizar estas maniobras. La vida útil y el correcto funcionamiento de estas inclusiones requiere de realizar la inyección de la lechada a altas presiones, para tal fin, se deben ubicar equipos de gran capacidad sobre la corona o el pie del talud que puedan garantizar este nivel de presiones de inyección.

Finalmente, para el sector de La Independencia, la mejor alternativa desde el punto de vista de efectividad del método, viabilidad constructiva y costos, es la alternativa de anclajes activos como inclusiones que aumentan los momentos resistentes

acompañada de mallas de alta resistencia de 3.00 mm de diámetro y resistencia a la tracción de 1770 Mpa, con dimensiones de máximo 8.3 x 14.3 centímetros. Se recomienda la malla TECCO G65/3 o similar. Adicionalmente para proteger el talud contra la erosión, se recomienda la instalación de un manto permanente tipo 5D INVIAS 811-22.

6.9 DISEÑO DE LAS OBRAS DE ESTABILIZACIÓN

El presente capítulo se expone los diseños de las obras de mitigación proyectadas en el área en estudio.

Para esto se define preliminarmente la obra a diseñar a partir de la topografía, la geología, los parámetros geotécnicos entre otros y se realiza el análisis para determinar las fuerzas necesarias que se requieren para estabilizar los taludes.

6.9.1 Cálculo de la Fuerza Estabilizadora

Dentro de los análisis para el dimensionamiento de las obras es importante establecer las fuerzas necesarias que permitan garantizar el factor de seguridad mínimo exigido por la normatividad vigente.

En términos generales, el factor de seguridad se define como la relación entre las fuerzas que resisten el movimiento y las fuerzas impulsoras. Las fuerzas impulsoras incluyen la masa de cada rebanada acelerada por la gravedad, las fuerzas sísmicas y el agua en una fisura por tensión. Las fuerzas de resistencia surgen de la cohesión y la fuerza de fricción de la superficie de deslizamiento.

A partir de lo anterior se definen dos tipos de fuerzas estabilizadoras, las fuerzas activas (anclajes pretensionados) y las fuerzas pasivas (clavos, pernos, micropilotes, pilotes, geo mantos de refuerzo de taludes).

Teniendo en cuenta la problemática presente en el área en estudio se propone como obra de mitigación la construcción de anclajes activos, por lo cual se presenta a continuación el cálculo de las fuerzas necesarias para estabilizar los taludes.

6.9.1.1 Fuerza activa

Con base en la función de retro análisis del software Slide, se determina la fuerza activa necesaria adicional que se requiere para garantizar un factor de seguridad igual al mínimo exigido por la norma.

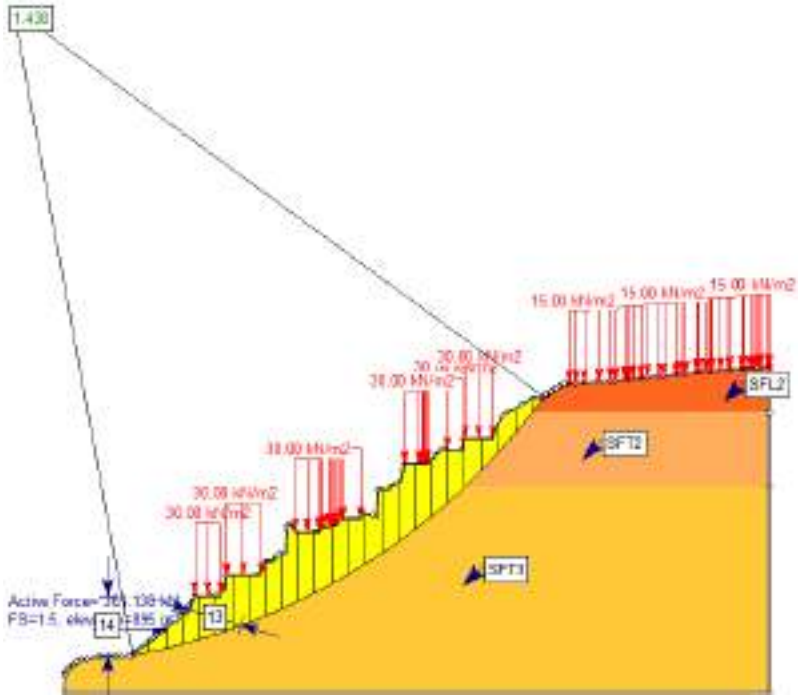


Figura 34. Fuerza activa para análisis estático Perfil 1 – Pantalla 1.
Fuente: Elaboración propia.

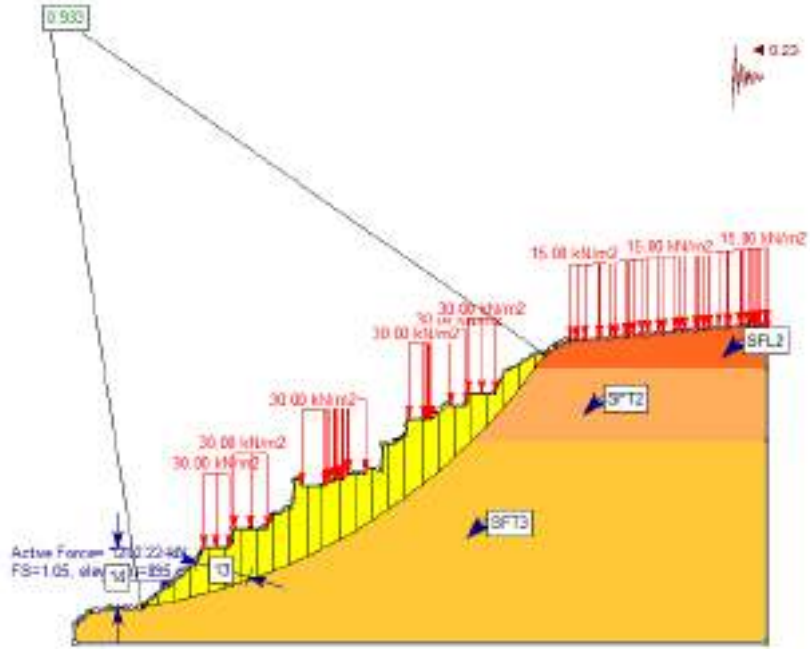


Figura 35. Fuerza activa para análisis seudo estático Perfil 1 – Pantalla 1.
Fuente: Elaboración propia.

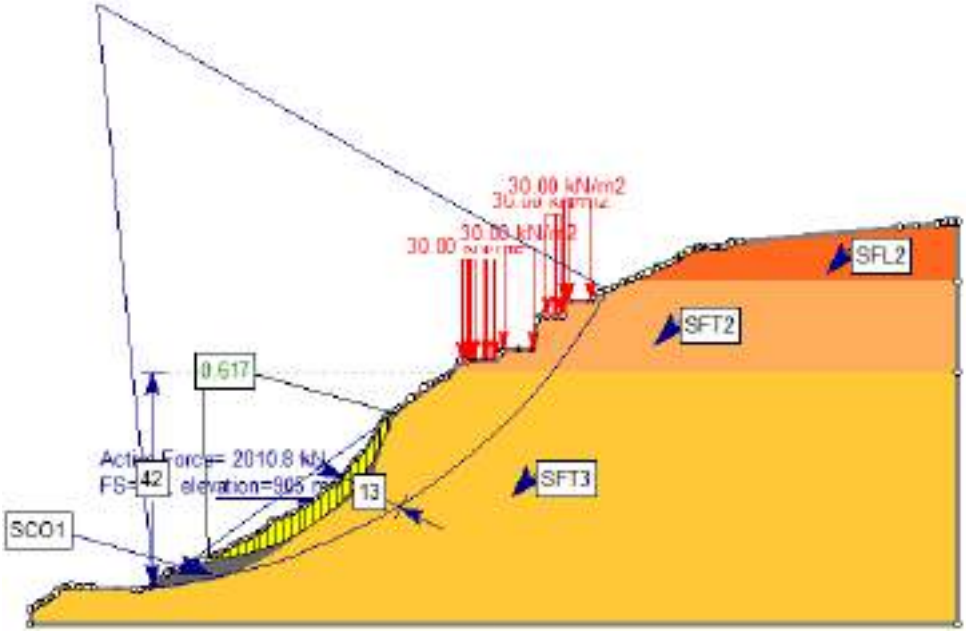


Figura 36. Fuerza activa para análisis estático Perfil 2 – Pantalla 2.
Fuente: Elaboración propia.

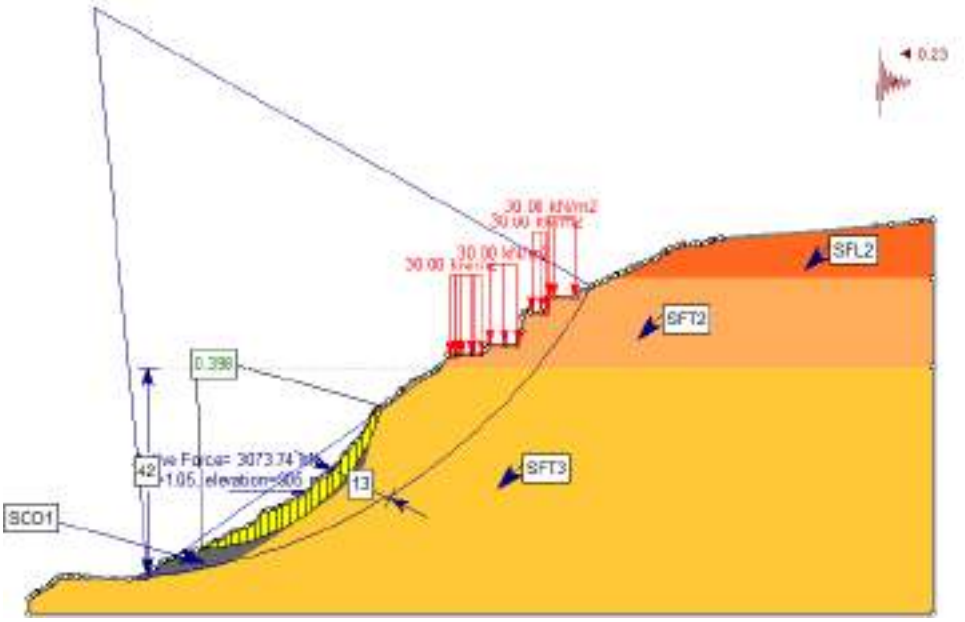


Figura 37. Fuerza activa para análisis seudo estático Perfil 2 – Pantalla 2.
Fuente: Elaboración propia.

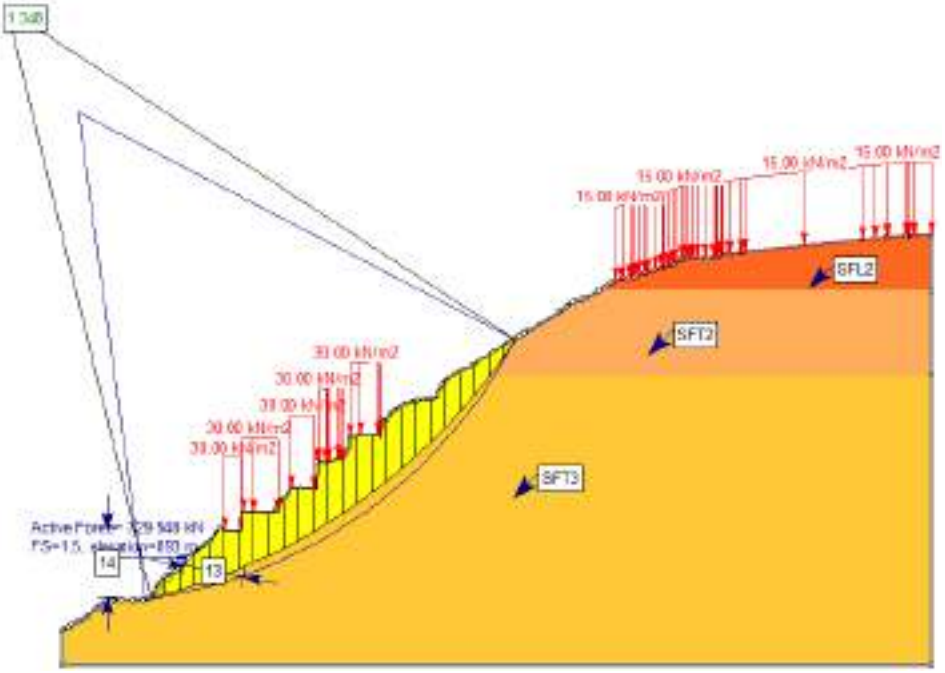


Figura 38. Fuerza activa para análisis estático Perfil 3 – Pantalla 3.
Fuente: Elaboración propia.

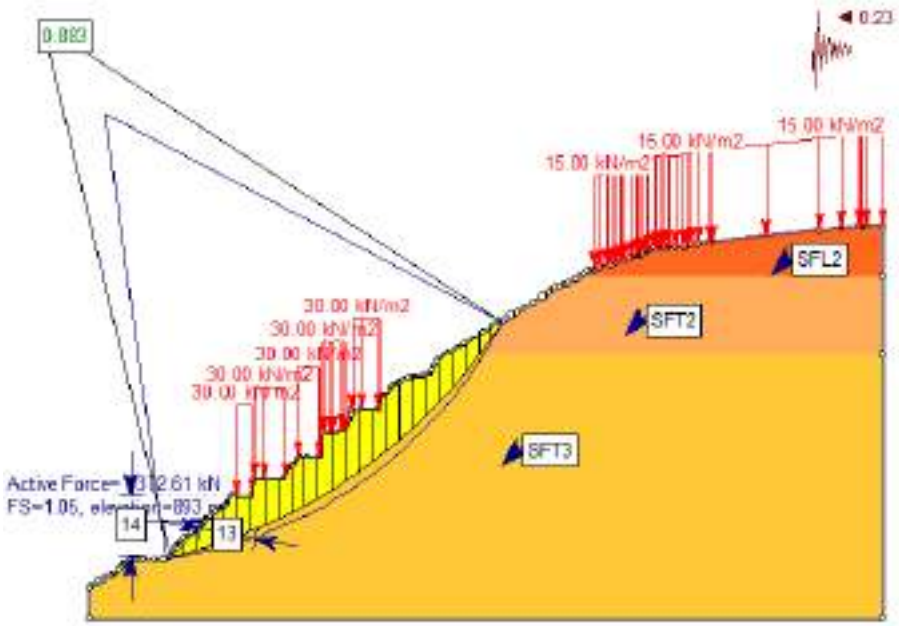


Figura 39. Fuerza activa para análisis seudo estático Perfil 3 – Pantalla 3.
Fuente: Elaboración propia.

Con base en los resultados de los modelos de estabilidad se obtiene un valor de fuerza, una superficie de falla y una altura del talud, teniendo en cuenta que se requiere contener todo el talud, se propone como obra de mitigación, la construcción de filas de anclajes pretensionados.
A partir de los anteriores análisis se determina la fuerza necesaria para cada anclaje que se requiere para mitigar la amenaza a movimientos en masa en el talud.

$$Tmax = \frac{Ts}{\frac{\cos(Inclinación\ anclaje)}{H}} * SV * SH$$

Con la fuerza obtenida para cada anclaje, se procede a realizar el dimensionamiento de cada elemento que lo conforman.

Tabla 45. Cálculo de fuerza por anclaje Pantalla 1 (Perfil 1).
Fuente: Elaboración propia.

Maxima Fuerza	1242.0	KN/m
Altura del Talud (H)	14.00	m
SH	2.2	m
SV	2.0	m
Filas de Anclajes	7	
Inclinacion Anclaje	15	°
Tmax -Anclaje	**404.8**	**KN**

A partir de lo anterior se recomiendan anclajes de 40 toneladas separados cada 2.0 metros en sentido vertical y cada 2.2 metros en sentido horizontal, para el sector donde se localiza el perfil 1, denominado pantalla 1.

Tabla 46. Cálculo de fuerza por anclaje Pantalla 2 (Perfil 2).
Fuente: Elaboración propia.

Maxima Fuerza	3074.0	KN/m
Altura del Talud (H)	42.00	m
SH	2.6	m
SV	2.0	m
Filas de Anclajes	21	
Inclinacion Anclaje	15	°
Tmax -Anclaje	**395.2**	**KN**

A partir de lo anterior se recomiendan anclajes de 40 toneladas separados cada 2.0 metros en sentido vertical y cada 2.6 metros en sentido horizontal, para el sector donde se localiza el perfil 2, denominado pantalla 2.

Tabla 47. Cálculo de fuerza por anclaje Pantalla 3 (Perfil 3).
Fuente: Elaboración propia.

Maxima Fuerza	1373.0	KN/m
Altura del Talud (H)	14.00	m
SH	2.0	m
SV	2.0	m
Filas de Anclajes	7	
Inclinacion Anclaje	15	°
Tmax -Anclaje	**406**	**KN**

A partir de lo anterior se recomiendan anclajes de 40 toneladas separados cada 2.0 metros en sentido vertical y cada 2.0 metros en sentido horizontal, para el sector donde se localiza el perfil 3, denominado pantalla 3.

6.9.2 Diseño de los Anclajes Pretensionados

Para el diseño de los anclajes pretensionados se tendrán en cuenta la Norma Colombiana de Diseño de Puentes –LRFD-CCP14 y a la Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera de España.

6.9.2.1 Longitud libre

La longitud libre mínima requerida entre la zona de adherencia y la zona activa detrás del muro se determina a partir de la siguiente figura en donde se muestra que la distancia entre la línea de falla y el bulbo debe ser la mayor o igual 1500mm o H/5, la cual asegura que ninguna carga de la zona adherente se transfiera hacia la zona libre de carga por trasferencia a través de la columna de mortero en la zona libre de carga.

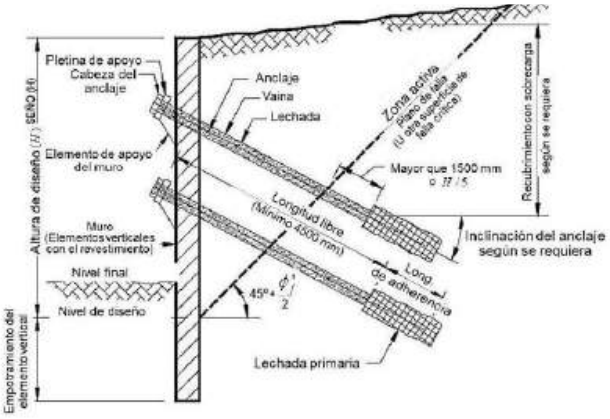


Figura 40. Nomenclatura de los muros anclados y lineamientos para longitud empotrada de los anclajes. CCP14.

A partir de lo anterior y teniendo en cuenta las cuñas de falla y la altura del talud, la longitud libre no debe ser menor a 13.0 metros de longitud, para ambas pantallas.

6.9.2.2 Mayoración de cargas

De acuerdo a la Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera de España, las fuerzas por anclajes necesarias para estabilizar se deben mayorar para el dimensionamiento de los elementos teniendo en cuenta si son de tipo permanente o provisional.

Tabla 48. Mayoración de las cargas.

TIPO DE ANCLAJE	F_1
Permanente	1,50
Provisional	1,20

A partir de lo anterior y teniendo en cuenta que son permanentes se tiene un factor de mayoración igual a 1.50, por lo cual la carga mayorada es de 60 Toneladas, para ambas pantallas.

6.9.2.3 Comprobación de la tensión admisible del acero del tirante

Para la comprobación de la tensión admisible del acero del torón se minorará la tensión admisible en el torón de forma que se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

$$P_{Nd} / A_T \leq f_{pk} / 1{,}30$$
$$P_{Nd} / A_T \leq f_{yk} / 1{,}15$$

Siendo:
PNd = carga nominal mayorada de cada anclaje.
AT = sección del tirante.
fpk = límite de rotura del acero del torón.
fyk = límite elástico del acero del torón.
Normalmente las tensiones de trabajo de estos aceros son del 60 % de su límite elástico en los anclajes permanentes y del 75 % en los anclajes provisionales.

Tabla 49. Comprobación de la tensión admisible del acero para anclajes de 40 Ton.
Fuente: Elaboración propia.

Comprobación de la tensión admisible del acero		
Carga Mayorada PND	600	KN
Diametro de Toron	0.6	Pulgadas
Diametro de Toron	15.24	mm
Area del toron (AT)	140.0	mm2
Resistencia minima a la Rotura (Grado 270)	260.7	KN
Resistencia ultima a la traccion	1660.0	Mpa
Factor de reduccion	0.75	
Limite de Rotura del Toron (fpk)	1397	Mpa
Limite elastico del Toron (fyk)	1245	MPa
Numero de Torones	4	
Carga por Toron PND1	150	KN
PND1/AT	1071.4	Mpa
fpk/1,30	1074.3	Mpa
fyk/1,15	1082.6	Mpa
Comprobación 1	**OK**	
Comprobación 2	**OK**	

A partir de lo anterior se recomienda anclajes compuestos por cuatro (4) torones de 0,6 Pulgadas de diámetro TORÓN NORMA ASTM A416, Grado 270 (1860) Resistencia a la Rotura Mínima del Torón=260.7 kN.

6.9.2.4 Comprobación del deslizamiento del tirante dentro del bulbo

Para la comprobación de la seguridad frente al deslizamiento del tirante en la lechada, dentro del bulbo se minorará la adherencia límite entre el tirante y la lechada que lo rodea en el bulbo, por el coeficiente 1,2.
Se deberá verificar:

$$P_{Nd} / (L_b \cdot p_T) \leq \tau_{lim} / 1{,}2$$

Con:
τlim = 6,9 (fck/22,5)2/3
Siendo:
PNd = carga nominal mayorada de cada anclaje.
pT = perímetro nominal del tirante = 2√π·AT
AT = sección del tirante. Lb = longitud de cálculo del bulbo.

τlim = adherencia límite entre el tirante y la lechada expresada en MPa.
fck = resistencia característica (rotura a compresión a 28 días) de la lechada expresada en MPa.

De acuerdo a la especificación INVIAS 631-13 LECHADA PARA DUCTOS DE CONCRETO PREESFORZADO La resistencia a compresión de la pasta no será inferior a treinta megapascales (30 MPa) o trescientos kilogramos por centímetro cuadrado (300 kg/cm2), a los veintiocho (28) días.

Tabla 50. Comprobación del deslizamiento del tirante en la lechada, dentro del bulbo para anclajes de 40 Ton.
Fuente: Elaboración propia.

Comprobación del deslizamiento del tirante en la lechada, dentro del bulbo		
Carga Mayorada PND	600	KN
Area del toron (AT)	140.0	mm2
Permietro nominal del Toron PT	41.944	mm
Resistencia a la Compresión Lechada (fck)	30.0	Mpa
Adherencia límite Toron y Lechada (Tlim)	8.36	Mpa
Tlim/2	4.179377364	Mpa
Longitud de Bulbo (Lb)	3422.714813	mm
Longitud de Bulbo (Lb)	**3.4**	**Metros**

6.9.2.5 Comprobación de la seguridad frente al arrancamiento del bulbo

Para la comprobación de la seguridad frente al arrancamiento del bulbo se minorará la adherencia límite del terreno que rodea al bulbo del anclaje para obtener la adherencia admisible aadm. Se comprobará:

$$Q_R = \phi Q_n = \phi \pi d \tau_a L_b \qquad (11.9.4.2\text{-}1)$$

donde:

ϕ = factor de resistencia para el arrancamiento de los anclajes (adim)
Q_n = resistencia nominal de los anclajes al arrancamiento (N)
d = diámetro del orificio para el anclaje (mm)
τ_n = esfuerzo nominal de adherencia del anclaje (MPa)
L_b = longitud de adherencia del anclaje (mm)

Los valores de la adherencia admisible aadm del bulbo se pueden deducir tanto de los ensayos de investigación como fundamentalmente de los ensayos de adecuación.

Tabla 51. Esfuerzos de adherencia unitario ultimo asumido para anclajes en rocas. Tabla 11.9.4.2-3 del CCP14.

Tipo de roca	τ_n (MPa)
Granito o basalto	1,7 a 3,1
Caliza dolomítica	1,4 a 2,1
Caliza blanda	1,0 a 1,4
Pizarras y lutitas duras	0,80 a 1,4
Areniscas	0,80 a 1,7
Areniscas meteorizadas	0,70 a 0,80
Lutitas blandas	0,20 a 0,80

Tabla 52. Esfuerzos de adherencia unitario ultimo asumido para anclajes en suelos cohesivos. Tabla 11.9.4.2-1 del CCP14.

Tipo de anclaje/suelo (presión de inyección de mortero)	Rigidez del suelo o resistencia a la compresión no confinada (MPa)	τ_u (MPa)
Anclajes inyectados a gravedad (< 0,35 MPa)		
Mezclas de limo y arcilla	Rígidas a muy rígidas: 0,096-0,383	0,03 a 0,07
Anclajes inyectados a presión (0,35 MPa-2,8 MPa)		
Arcilla altamente plástica	Rígida: 0,096-0,239	0,03 a 0,10
	Muy rígida: 0,239-0,383	0,07 a 0,17
Arcilla medianamente plástica	Rígida: 0,096-0,239	0,10 a 0,25
	Muy rígida: 0,239-0,383	0,14 a 0,35
Limo arenoso medianamente plástico	Muy rígido: 0,239-0,383	0,28 a 0,38

Tabla 53. Esfuerzos de adherencia unitario ultimo asumido para anclajes en suelos no cohesivos. Tabla 11.9.4.2-2 del CCP14.

Tipo de anclaje/suelo (presión de inyección de mortero)	Compacidad del suelo o resistencia ensayo SPT[1]	τ_u (MPa)
Anclajes inyectados a gravedad (< 0,35 MPa)		
Arena o mezclas de arena y grava	Medianamente densas a densas: 11-50	0,07 a 0,14
Anclajes inyectados a presión (0,35 MPa-2,8 MPa)		
Arena fina a media	Medianamente densa a densa: 11-50	0,08 a 0,38
Arena media a gruesa con grava	Medianamente densa: 11-30	0,11 a 0,67
	Densa a muy densa: 30-50+	0,25 a 0,95
Arenas limosas	-	0,17 a 0,40
Grava arenosa	Medianamente densa a densa: 11-40	0,21 a 1,4
	Densa a muy densa: 40-50+	0,28 a 1,4
Till glacial	Denso: 31-50	0,30 a 0,52

Tabla 54. Factores de resistencia para muros de contención permanentes. Tabla 11.5.7-1 del CCP14.

TIPO DE MURO Y CONDICIÓN		FACTOR DE RESISTENCIA
Muros en voladizo y muros anclados		
Resistencia axial a compresión de los elementos verticales		Aplica el Artículo 10.5
Resistencia de los elementos verticales a la compresión axial		0.75
Resistencia al arrancamiento de los anclajes (1)	• Suelos no cohesivos (granulares) • Suelos cohesivos • Roca	0.65 (1) 0.70 (1) 0.50 (1)
Resistencia al arrancamiento de los anclajes (2)	• Cuando se realizan pruebas de verificación	1.0 (2)
Resistencia a la tensión de los tendones de anclaje	• Acero dulce (por ejemplo barras ASTM A615)	0.90 (3)
	• Acero de alta resistencia (por ejemplo barras ASTM A722)	0.80 (3)
Capacidad a flexión de los elementos verticales		0.90

Tabla 55. Comprobación de la seguridad frente al arrancamiento del para anclajes de 40 Ton.
Fuente: Elaboración propia.

Comprobación de la seguridad frente al arrancamiento del bulbo		
Carga Mayorada PND	600	KN
Diametro Nominal del Bulbo DN	4.0	pulgadas
Diametro Nominal del Bulbo DN	101.6	mm
Adherencia admisible Ault Tabla	180	KN/m2
Factor de resistencia Tabla	0.65	
Adherencia admisible Aadm Tabla	117	KN/m2
Longitud de Bulbo (Lb)	**16.0**	**Metros**
Longitud Libre (Ll)	**15.0**	**Metros**
Longitud Total (Lt)	**31.0**	**Metros**

A partir de lo anterior se recomienda anclajes compuestos por cuatro (4) torones de 0,6 Pulgadas de diámetro tensados a una carga de 40 toneladas/anclaje, ángulo de inclinación de 15º, longitud de bulbo de 16.0 metros y longitud total de 31.0 metros.

6.9.3 Cálculo de la Capacidad de Soporte del Dado de Tensionamiento

En el diseño la cimentación se consideran los estados límite de falla del suelo de soporte y de los elementos estructurales de la cimentación y los estados límites de servicio. De acuerdo al numeral H.4.2.3 de la NSR-10, la capacidad admisible de diseño para la cimentación deberá ser el menor valor entre el esfuerzo límite de falla (Véase H.4.2.1, NSR-10), reducido por el factor de seguridad, y el que produzca asentamientos iguales a los máximos permitidos (Véase H.4.8, NSR-10).
El cálculo de la capacidad portante para condición de rotura, se realizó considerando la resistencia del suelo y las recomendaciones de la Norma NSR-10.
Las ecuaciones utilizadas corresponden al principio general de la capacidad de carga expuesta por Meyerhof.

A continuación, se presentan la ecuación que se tuvo en cuenta en el cálculo de la capacidad de soporte:

Método de Meyerhof (1963)

Meyerhof utiliza la siguiente ecuación para el cálculo de la capacidad de soporte.

$$q_u = cN_c f_c d_c i_c + qN_q f_q d_q i_q + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma f_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Factor de carga:

$$N_c = (N_q - 1)\cot\phi$$

$$N_q = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)e^{\pi\tan\phi}$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1)\tan\phi$$

Factor de forma:

$$f_c = 1 + \frac{B}{L}\frac{N_q}{N_c}$$

$$f_q = 1 + \frac{B}{L}\tan\phi$$

$$f_\gamma = 1 - 0.4\frac{B}{L}$$

Factor de profundidad:

$$si\ \frac{Df}{B} \leq 1$$

$$d_c = 1 + 0.4\frac{D_f}{B}$$

$$d_q = 1 + 2\tan\phi(1 - sen\,\phi)^2\frac{D_f}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

$$si\ \frac{Df}{B} > 1$$

$$d_c = 1 + 0.4\tan^{-1}\left(\frac{D_f}{B}\right)$$

$$d_q = 1 + 2\tan\phi(1 - sen\,\phi)^2\tan^{-1}\left(\frac{D_f}{B}\right)$$

$$d_\gamma = 1$$

Teniendo en cuenta la carga de tensionamiento, se propone un dado en concreto reforzado de mínimo 1.0 metro de ancho.

Para los parámetros de diseño se tomaron como el promedio de 5.0 veces el ancho por debajo del nivel de cimentación teniendo en cuenta lo establecido por el libro Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones, Braja M. Das, séptima edición.

Tabla 56. Parámetros de diseño para el cálculo de la capacidad de soporte.
Fuente: Elaboración propia.

Capa	Espesor (m)	Peso Unitario (KN/m3)	Cohesión (KN/m2)	Angulo de Fricción (°)
1	2.5	20.00	4.25	23.13
2	2.5	20.67	29.00	42.88
Diseño	5.0	20.34	16.63	33.01

Tabla 57. Cálculo de la capacidad de soporte de acuerdo a estados límite de falla.
Fuente: Elaboración propia.

DATOS DE ENTRADA

Tipo de Suelo	Arena		μ=	0.35		Kp=	3.39	
γ1=	20.34	KN/m3	Nivel Freatico	-	m	γ=	20.335	KN/m2
Φ=	33.01	°	D.F.	0.25	m	q=	5.08375	KN/m2
C=	16.6	KN/m2	F.S.	3		B/L	1.0	
N60=	50		L/B	1		Es=	20000	KN/m2

ANALISIS DE RESISTENCIA AL CORTE

$$q_u = cN_c f_c d_c i_c + qN_q f_q d_q i_q + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma f_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

$$N_c = (N_q - 1)\cot\phi \qquad N_q = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)e^{\pi\tan\phi} \qquad N_\gamma = 2(N_q + 1)\tan\phi$$

$$f_c = 1 + \frac{B}{L}\frac{N_q}{N_c} \qquad f_q = 1 + \frac{B}{L}\tan\phi \qquad f_\gamma = 1 - 0.4\frac{B}{L}$$

$si\ \frac{Df}{B} \le 1$

$$d_c = 1 + 0.4\frac{D_f}{B} \qquad d_q = 1 + 2\tan\phi(1 - sen\phi)^2\frac{D_f}{B} \qquad d_\gamma = 1$$

$si\ \frac{Df}{B} > 1$

$$d_c = 1 + 0.4\tan^{-1}\left(\frac{D_f}{B}\right) \qquad d_q = 1 + 2\tan\phi(1 - sen\phi)^2\tan^{-1}\left(\frac{D_f}{B}\right) \qquad d_\gamma = 1$$

Ancho B (m)	Factores de Carga		Factores de Forma		Factores de Profundidad		qult (KN/m2)	qadm (KN/m2)	qadm (Ton/m2)
1.00	Nc=	38.65	Fcs=	1.68	Fcd=	1.10	1633	544	54
	Nq=	26.11	Fqs=	1.65	Fqd=	1.07			
	Nγ=	35.21	Fsγ=	0.60	Fγd=	1.0			

Análisis de asentamientos inmediatos

Para una cimentación superficial sometida a una fuerza neta por área unitaria igual qo, los asentamientos inmediatos se determinan por la relación de poisson y el módulo de elasticidad del suelo portante, μs y Es, respectivamente.
De acuerdo a Harr (1966) el asentamiento se expresa como:

$$Se = \frac{Bq_o}{E_s}(1-\mu^2)\alpha_r$$

Dónde:
q0 = Intensidad de la presión de contacto
B= Mínima dimensión del área reactiva,
E y μ= Parámetros elásticos del terreno.

Los valores de α para varias relaciones de longitud y ancho de cimentación (L/B), se muestra a continuación:

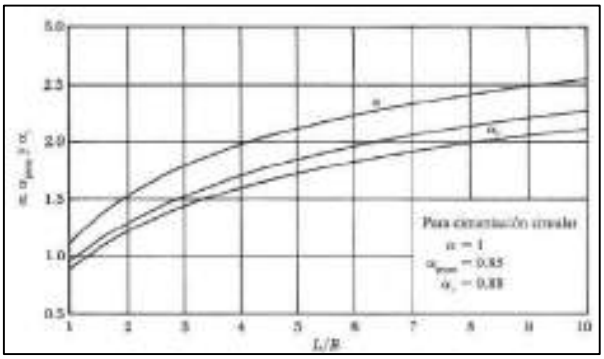


Figura 41. Valores de α para relación (L/B).

Para la carga de tensionamiento de 30 Toneladas y un dado de concreto de 1.0 metro de ancho se calculan los asentamientos inmediatos.

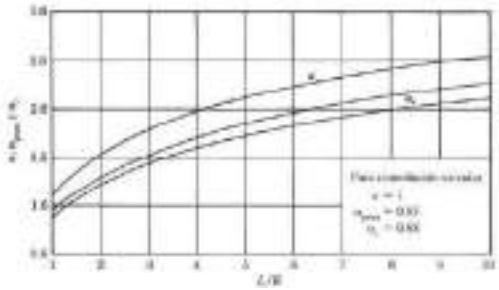
Tabla 58. Cálculo de la capacidad de soporte de acuerdo a estados límite de falla.
Fuente: Elaboración propia.

DATOS DE ENTRADA

Tipo de Suelo	Arena		μ=	0.35		Kp=	3.39	
γ1=	20.335	KN/m3	Nivel Freatico	-	m	γ=	20.335	KN/m2
Φ=	33.005	°	D.F.	0.25	m	q=	5.08375	KN/m2
C=	16.625	KN/m2	F.S.	3		B/L	1.0	
N60=	50		L/B	1		Es=	20000	KN/m2

ANALISIS DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

$$Se = \frac{Bq_0}{E_s}(1-\mu^2)\alpha_r$$



Calculo de Asentamientos Inmediatos

Ancho B (m)	L/B	αr	(1-μ2)	q (KN/m2)	Se (m)	Se (cm)	Carga Max (Ton)
1.00	1	0.9	0.9	400	0.016	1.58	40

6.9.4 Diseño de Protección contra la Erosión

Para determinar las presiones ejercidas sobre el talud se proponen dos metodologías con el fin de utilizar la mayor en el diseño del sistema de protección. La primera metodología consiste en el cálculo de la fuerza que se genera por la inestabilidad de una cuña de suelo deslizado entre dos anclajes y la segunda está basada en la consideración del talud infinito.

Para la contención de movimientos superficiales cercanos a la cara del desmonte o talud natural se considerará que las membranas, como elemento de contención, soportan los empujes de una zona del terreno alterado de espesor “h”.

Este espesor “h” depende de la inclinación del talud y de la superficie potencial de deslizamiento. La zona más interior del cuerpo del talud, por detrás de la capa de espesor “h”, se considera estable.

Teniendo en cuenta que proyecta la obra como alternativa para el control de la erosión, en el diseño se contempla que el suelo superficial tiene potencial a deslizarse por lo cual se asume un espesor h de 0.30 metros.

Como datos de entrada para los análisis se debe contemplar la inclinación de talud, y la separación en sentido horizontal y vertical de los anclajes.

6.9.4.1 Determinación del Empuje y Fuerzas del Terreno

Para determinar las fuerzas y presiones que va a soportar el sistema compuesto por mallas y manto, se requiere establecer el peso de la cuña de falla para la cual es necesario establecer el volumen de material que probablemente se movilice.

Después de calcular el volumen y el peso de la cuña, se descompone la dirección paralela al plano critico de la superficie de falla teórica del suelo superficial, para este caso se estableció como el ángulo de reposo (ángulo de fricción) del suelo.

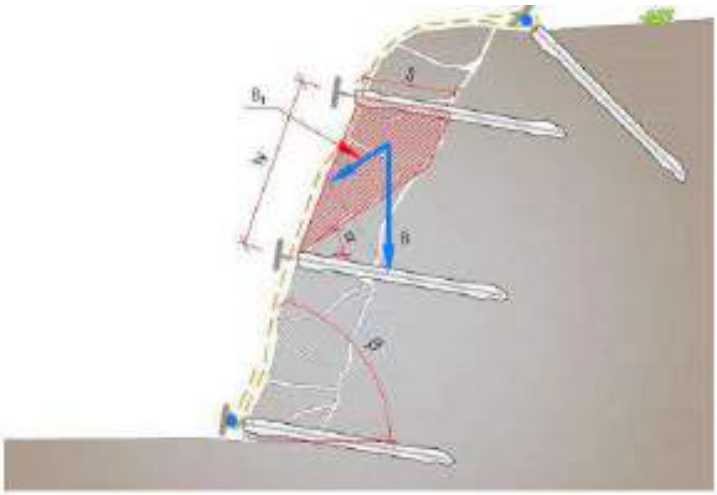


Figura 42. Bloque de suelo determinado por la superficie inestable y la localización de los anclajes. Fuente: MacRO 1 Design approach- Hand calculation EN -R2.

A partir de la masa del suelo calculada, se asume que este peso se encuentra en equilibrio (F.S.=1.0), esto con el fin de establecer que fuerza necesaria se requiere para obtener un factor de seguridad igual a 1.50.

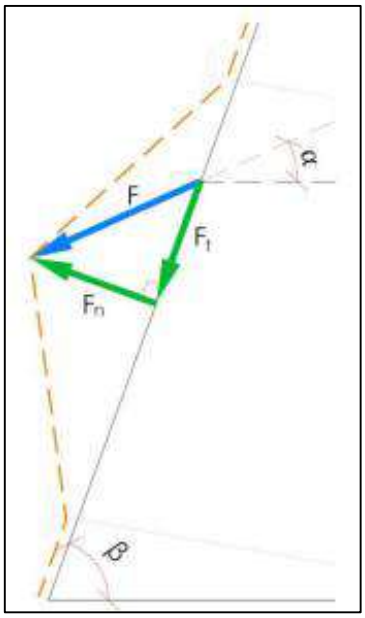


Figura 43. Descomposición de la fuerza resultante en dirección de la fuerza por punzonamiento. Fuente: MacRO 1 Design approach- Hand calculation EN - R2.

A partir del cálculo de la fuerza por punzonamiento y basados en el modelo puntual se determina la presión de diseño sobre la malla la cual depende de la separación horizontal y vertical en superficie.

Tabla 59. Cálculo de presión y fuerza por falla de cuña.

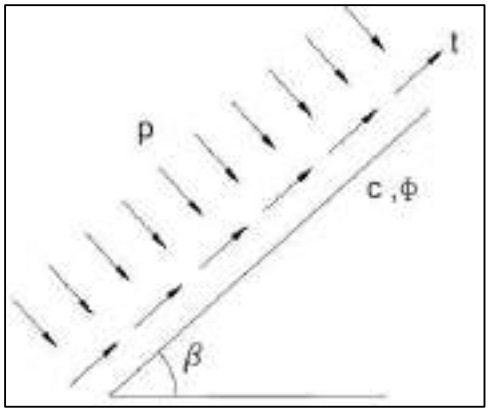
Sy	2.0	m
Sx	2.6	m
ly	2.2	m
Cuña	0.3	m
Area Cuña	0.7	m2
Volumen	1.7	m3
Y	20.0	KN/m3
B	34.4	KN
β	65	°

Inclinacion Anclajes	15	°
Θ	100	°
L Cuña	2.3	m
α	57	°
Bt	**28.9**	**KN**
F.S.	1.5	
F	14.4	KN
FN	**3.0**	**KN**
P	**1.0**	**KN/m2**

6.9.4.2 Cálculo de fuerza y presión por el método del talud infinito

El modelo que se propone emplear, para calcular la presión necesaria a aplicar sobre la ladera, es el de talud indefinido con ciertas correcciones. Este modelo está basado en una metodología de cálculo desarrollada por el Departamento de Ciencias e Ingeniería del Terreno y los materiales, División de Ingeniería del Terreno de la Universidad de Cantabria.

La presión necesaria a aplicar sobre un talud indefinido será función de los siguientes parámetros



$$p = \frac{\gamma h\left(\operatorname{sen}\beta - \cos\beta\,\frac{\operatorname{tg}\phi}{F_0} - \frac{\frac{c}{F_0}}{\gamma h}\right)}{\frac{\operatorname{tg}\phi}{F_0} + \operatorname{tg}\delta}$$

Donde:

- β: Inclinación del talud
- ϕ: Angulo de rozamiento interno
- c: Cohesión del terreno
- F_0: Coeficiente de seguridad
- h: Espesor de la posible capa a deslizar
- γ: Densidad del terreno
- δ: Angulo tal que $t = p * \operatorname{tg}\delta$
- λ: Angulo de la filtración de agua con la horizontal
- p: Presión necesaria para el coeficiente de seguridad F_0

Figura 44. Parámetros a considerar. Fuente: Estudio y análisis de las membranas flexibles como elemento de soporte para la estabilización de taludes y laderas de suelos y/o materiales sueltos, Daniel Casto 2000.

Tabla 60. Cálculo de presión y fuerza por talud infinito.

Y	20.0	KN/m3
h	0.3	m
β	65.0	°
ø	23.1	°
Fo	1.5	
C	0.0	KN/m2
δ	15.4	°
P	**9.0**	**KN/m2**
FN	**52.0**	**KN**

6.9.4.3 Cálculo de fuerza y presión por el método del talud infinito

Para determinar la fuerza de tensión que requiere el cable de la malla de protección se utilizó la relación entre la fuerza que se ejerce, la longitud del cable y la flecha o desplazamiento en el centro entre dos anclajes. Blanco-Fernández et al. (2011).

La membrana es activa con la apropiada fuerza de pretensión del sistema. Si la membrana se instala con una fuerza T de pretensión conocida y controlada y la superficie del talud presenta una forma convexa parabólica con una flecha en el centro luz de cada paño f, entonces es posible admitir que la membrana esté ejerciendo una fuerza inicial p sobre la superficie del talud. Igualmente, Blanco-Fernández et al. (2011).

$$T = \frac{pL\sqrt{\frac{L^2}{f^2}+16}}{8} \quad \Delta Z = f = \left(\frac{S^2\left(\frac{24pS}{E_{yc}}\right)^{\frac{2}{3}}}{64-\left(\frac{96pS}{E_{yc}}\right)^{\frac{2}{3}}} \right)^{0.5}$$

Tabla 61 Calculo de fuerza a tracción de la malla.

Eyc	1417	KN/m
L	2.6	m
p	9.0	KN/m2
f	0.24	m
Resistencia Longitudinal	**34.0**	**KN/m**
T	**52.0**	**KN**

A partir de lo anterior se recomienda una malla metálica con resistencia a la tracción mayor a 52.0 kN/m.

6.9.4.4 Verificación a tracción y cortante por tensionamiento de los anclajes

Adicionalmente se verifica que la carga que trasmite el dado de soporte de los anclajes a la malla no genere una falla por cortante ni por tensión, para lo cual se debe tener en cuenta la separación de los alambres, el diámetro del alambre y la resistencia del acero del alambre.

Para realizar la verificación se tienen dos tipos de malla con el fin de escoger la que cumpla las solicitudes a tracción y cortante.

- Malla de alambre de acero de 2.70 mm de diámetro, resistencia longitudinal a la tracción de 55.0 kN/m, resistencia a la tracción de 500 MPa y de dimensiones de 8.0 x 10 centímetros.

- Malla de acero de alta resistencia de 3.0 mm de diámetro, resistencia longitudinal a la tracción de 150 kN/m, resistencia a la tracción de 1770 MPa y de dimensiones de 8.3 x 14.3 centímetros.

Tabla 62 Verificación a cortante y tracción de la malla por carga de tensionamiento de anclajes para malla de 8.0 x 10.0 cm, de 2.7 mm de diámetro y resistencia de 500 MPa

Fuerza Anclaje	400	kN
Ancho	1.0	m
Largo	1.0	m
Area	1.0	m2
Presion	400	kN/m2
Ancho	8	cm
Largo	10	cm
Cortante por Alambre	4.0	kN

Diametro	2.7	mm
Area	5.7	mm2
Resistencia a la Tracción	550.0	Mpa
fy	318.0	Mpa
Cortante Resistente	1.4	kN
Verificación Cortante	No Cumple	
Resistencia a la Tracción	2.5	kN
Verificación Tracción	No Cumple	

Tabla 63 Verificación a cortante y tracción de la malla por carga de tensionamiento de anclajes para malla de 8.3 x 14.3 cm, de 3.0 mm de diámetro y resistencia de 1770 MPa.

Fuerza Anclaje	400	kN
Ancho	1.0	m
Largo	1.0	m
Area	1.0	m2
Presion	400	kN/m2
Ancho	8.3	cm
Largo	14.3	cm
Cortante por Alambre	5.0	kN

Diametro	3.0	mm
Area	7.1	mm2
Resistencia a la Tracción	1770.0	Mpa
fy	1022.0	Mpa
Cortante Resistente	5.4	kN
Verificación	Cumple	
Resistencia a la Tracción	10.0	kN
Verificación Tracción	Cumple	

Con base en los anteriores resultados se recomienda la malla de alta resistencia de 3.00 mm de diámetro y resistencia a la tracción de 1770 MPa, con dimensiones de máximo 8.3 x 14.3 centímetros. Se recomienda la malla TECCO G65/3 o similar.

6.9.4.5 Manto para el control de la erosión.

Para proteger el talud contra la erosión, se recomienda en el talud la instalación de un manto permanente tipo 5D INVIAS 811-22.

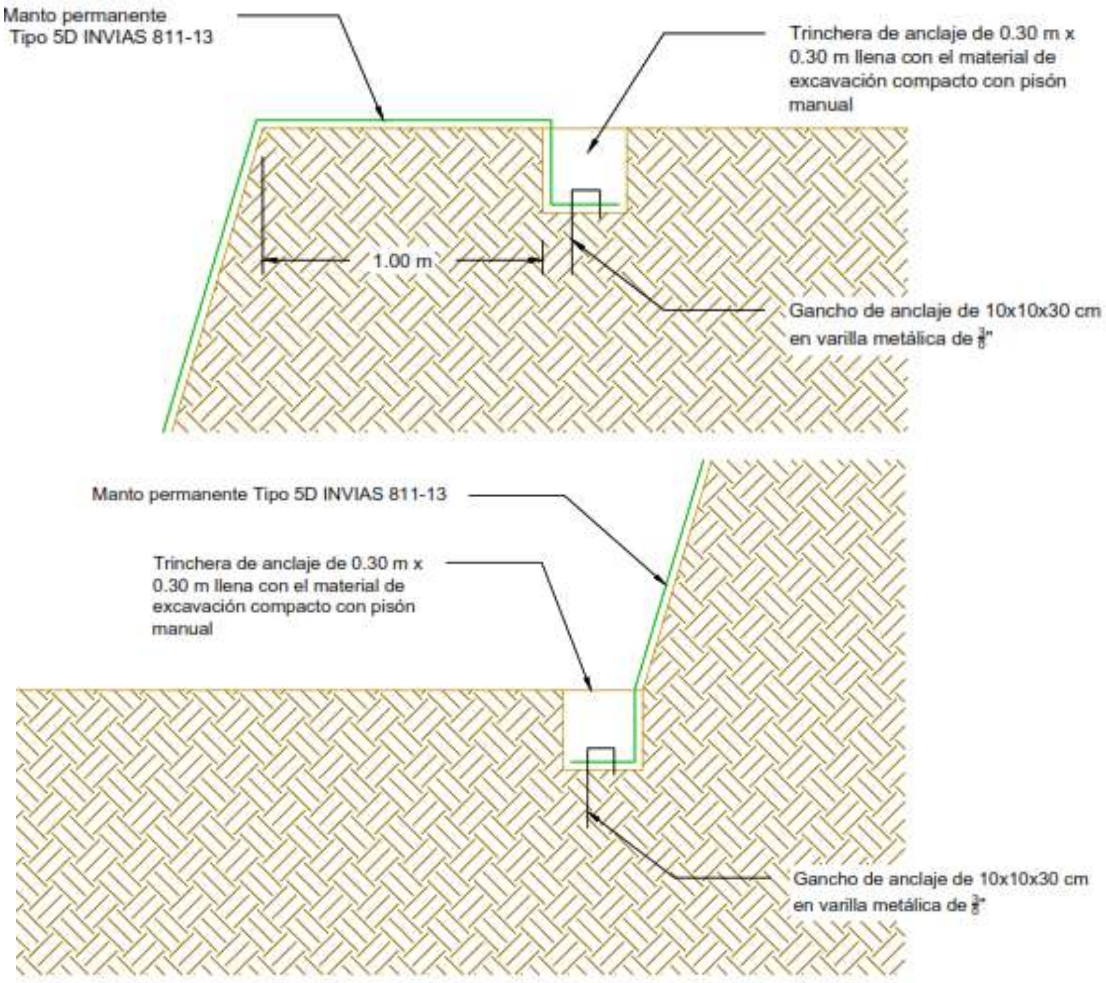


Figura 45. Detalle anclaje del revestimiento contra la erosión.

6.9.5 Diseño de Obras de Subdrenaje

Para analizar el comportamiento del área en estudio frente a diferentes tipos de lluvia, la influencia de las lluvias sobre el nivel freático y la capacidad de infiltración de los materiales presentes en la zona, se realizó un modelo de infiltraciones y régimen de flujo con el software SLIDE.

Este análisis tiene como objetivo identificar la afectación que presenta la ladera ante una precipitación, confirmar que las lluvias son un factor detonante a los deslizamientos presentados en la zona y determinar las obras de subdrenaje mínimas requeridas para mitigar las amenazas.

6.9.5.1 Coeficientes de permeabilidad

La permeabilidad es la capacidad que tiene un material de permitirle a un flujo que lo atraviese sin alterar su estructura interna. Se afirma que un material es permeable si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado, e impermeable si la cantidad de fluido es despreciable. Esta propiedad varía dependiendo del tipo de material.

Para definir esta propiedad en nuestro modelo se tomaron los valores planteados en la literatura donde basados en diferentes practicas definieron unos valores tipos de acuerdo a la clasificación SUCS y a los ensayos de permeabilidad de campo realizados en el área de estudio.

Tabla 64. Rango de valores del coeficiente de permeabilidad en suelos. Fuente: Ingeniería Geológica - Luis I. González de Vallejo.

TIPO DE SUELO	k (cm/s)
Grava mal graduada (GP)	≥1
Grava uniforme (GP)	0.2 - 1
Grava bien graduada (GW)	0.05 - 0.3
Arena uniforme (SP)	$5x10^{-3}$ - 0.2
Arena bien graduada (SW)	10^{-3} - 0.1
Arena limosa (SM)	10^{-3} - $5x10^{-3}$
Arena arcillosa (SC)	10^{-4} - 10^{-3}
Limo de baja plasticidad (ML)	$5x10^{-5}$ - 10^{-4}
Arcillas de baja plasticidad (CL)	10^{-5} - 10^{-8}

Tabla 65. Valores típicos de permeabilidad de la matriz rocosa. Fuente: Ingeniería Geológica - Luis I. González de Vallejo.

TIPO DE SUELO	k (m/s)
Arenisca	10^{-5} - 10^{-10}
Caliza y dolomía	10^{-6} - 10^{-12}
Esquisto	10^{-7} - 10^{-8}
Pizarra	10^{-11} - 10^{-13}
Granito	10^{-9} - 10^{-12}
Lutita	10^{-9} - 10^{-13}
Rocas metamórficas	10^{-9} - 10^{-12}
Rocas volcánicas	10^{-7} - 10^{-12}
Sal	$<10^{-11}$ - 10^{-13}

6.9.5.2 Intensidad de lluvia

Para determinar la capacidad de infiltración de los materiales encontrados en la zona, al modelo se le aplicaron diferentes intensidades de lluvia (cantidad de precipitación por hora) para determinar cuál es el tiempo necesario dependiendo de cada intensidad para que los suelos se saturen e influyan considerablemente sobre el nivel freático.

Tabla 66. Clasificación de la precipitación según la intensidad. Fuente: AEMET.

CLASE	INTENSIDAD MEDIA EN UNA HORA (mm/h)
Débiles	≤ 2
Moderadas	> 2 y ≤ 5
Fuertes	> 15 y ≤ 30
Muy fuertes	> 30 y ≤ 60
Torrenciales	> 60

6.9.5.3 Análisis de las redes de flujo y filtración de la ladera

Para las modelaciones se asumió no se tuvo en cuenta el nivel freático teniendo en cuenta que no se identificó en campo, sin embargo, se va revisar la influencia de una lluvia en el comportamiento hidrogeológico de la zona en estudio.

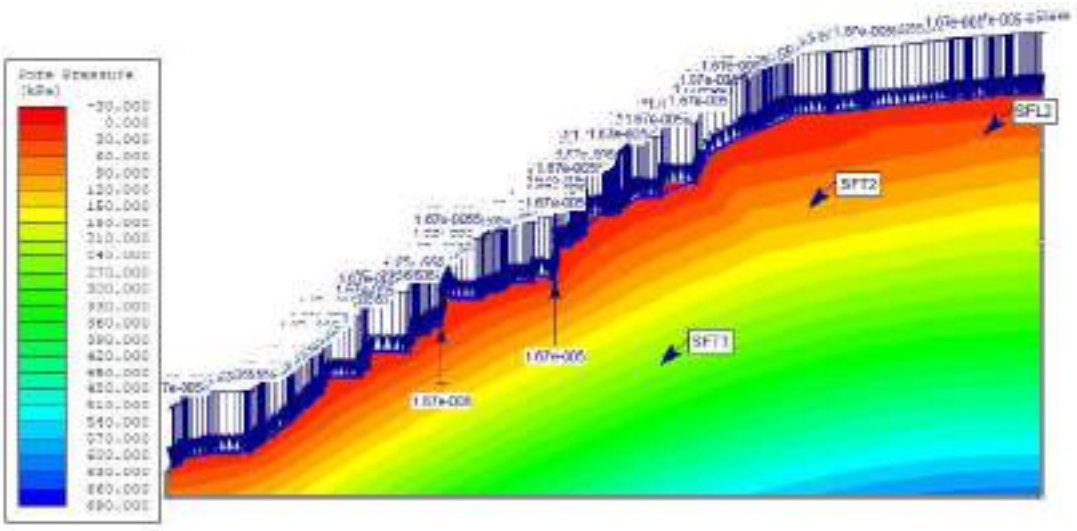


Figura 46. Modelo de infiltración al realizar el corte del terreno y al presentarse una lluvia intensa.
Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la ilustración anterior al presentarse la lluvia, el primer estrato de suelo que corresponde a suelos poco consolidados con permeabilidades altas hace que se genere una línea piezométrica que afecta directamente en la cara del talud. Como consecuencia de esto se generan grandes presiones de poros que hacen que se disminuyan los esfuerzos efectivos y como consecuencia se presenten deslizamientos.

A partir de lo anterior y con el fin de establecer de mitigar la influencia de las presiones de poros en la resistencia de los suelos del talud, se recomienda construir drenes horizontales.

Para determinar el número de filas y la separación de los drenes horizontalmente se muestra a continuación el análisis de infiltración con la implementación de los drenes.

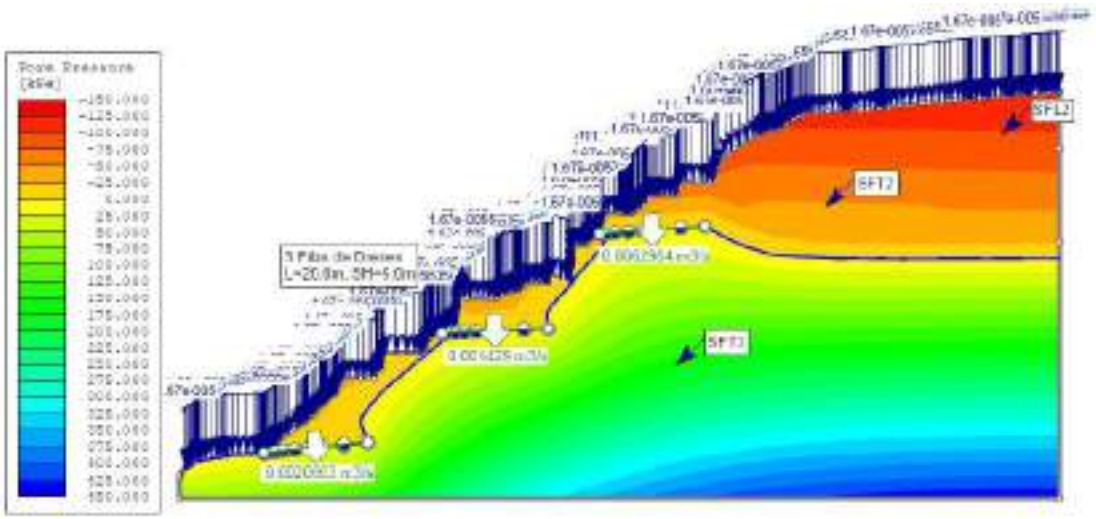


Figura 47. Detalle de los caudales de los drenes proyectados – Pantalla 1 (Perfil 1).
Fuente: Elaboración propia.

A partir de la ilustración anterior se observa que al implementarse tres filas de drenes, la línea piezométrica se capta por la obra y que las presiones de poros se disminuyen considerablemente.

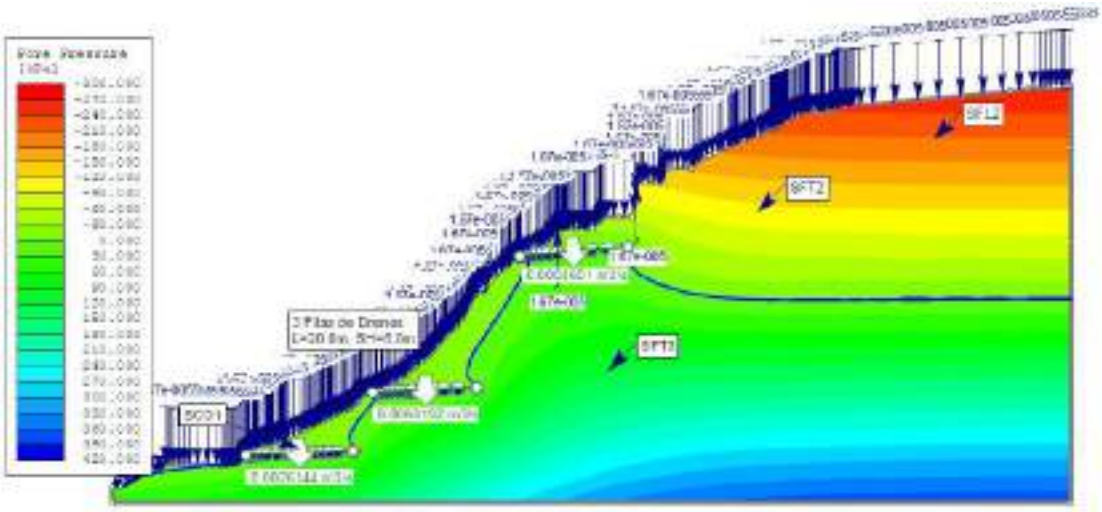


Figura 48. Detalle de los caudales de los drenes proyectados – Pantalla 2 (Perfil 2).
Fuente: Elaboración propia.

A partir de la ilustración anterior se observa que, al implementarse tres filas de drenes, la línea piezométrica se capta por la obra y que las presiones de poros se disminuyen considerablemente.

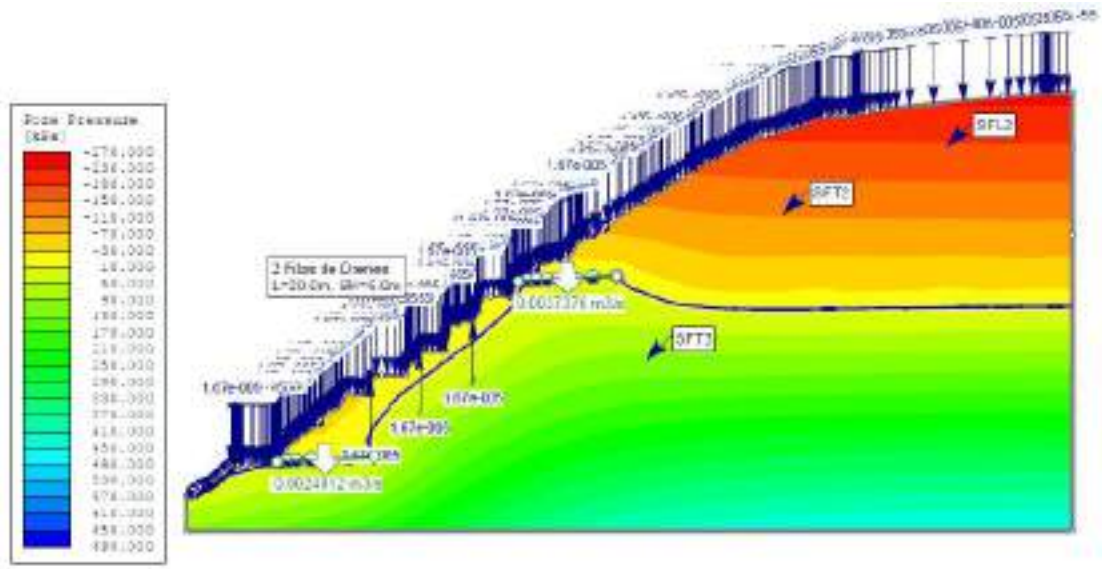


Figura 49. Detalle de los caudales de los drenes proyectados – Pantalla 3 (Perfil 3).
Fuente: Elaboración propia.

A partir de la ilustración anterior se observa que, al implementarse dos filas de drenes, la línea piezométrica se capta por la obra y que las presiones de poros se disminuyen considerablemente.

6.9.5.4 Cálculo de la separación horizontal de los drenes

Con el fin de establecer la separación mínima para la construcción de los drenes horizontales, se estima el caudal total captado por los drenes por metro lineal y se compara con la capacidad del dren (2 pulgadas de PVC con pendiente del 5%). Como factor de seguridad para la determinación de la cantidad de drenes se tiene en cuenta un factor de 2.0.

Tabla 67. Calculo separación minina horizontal de los drenes – Pantalla 1 (Perfil 1).
Fuente: Elaboración propia.

Qmax DREN	0.036	m3/s
F.S.	2.0	
Qamd DREN	0.018	m3/s
Numero de Filas	3.0	
Q Fila 1	6.30E-03	m3/s
Q Fila 2	1.43E-03	m3/s
Q Fila 3	2.07E-03	m3/s
Qsolicitado Total	9.79E-03	m3/s
Separacion Minima	6.0	m

Como se observa para garantizar el drenaje de los posibles flujos de agua que se puedan presentar se recomiendan tres (3) filas de drenes horizontales con diámetro de tubería mínimo de 2 pulgadas de 20 metros de longitud cada 6.0 metros horizontales.

Tabla 68. Calculo separación minina horizontal de los drenes – Pantalla 2 (Perfil 2).
Fuente: Elaboración propia.

Qmax DREN	0.036	m3/s
F.S.	2.0	
Qamd DREN	0.018	m3/s
Numero de Filas	3.0	
Q Fila 1	4.66E-04	m3/s
Q Fila 2	6.82E-03	m3/s
Q Fila 3	2.61E-03	m3/s
Qsolicitado Total	9.90E-03	m3/s
Separacion Minima	6.0	m

Como se observa para garantizar el drenaje de los posibles flujos de agua que se puedan presentar se recomiendan tres (3) filas de drenes horizontales con diámetro de tubería mínimo de 2 pulgadas de 20 metros de longitud cada 6.0 metros horizontales.

Tabla 69. Calculo separación minina horizontal de los drenes – Pantalla 3 (Perfil 3).
Fuente: Elaboración propia.

Qmax DREN	0.036	m3/s
F.S.	2.0	
Qamd DREN	0.018	m3/s
Numero de Filas	2.0	
Q Fila 1	3.74E-03	m3/s
Q Fila 2	2.48E-03	m3/s
Qsolicitado Total	6.22E-03	m3/s
Separacion Minima	6.0	m

Como se observa para garantizar el drenaje de los posibles flujos de agua que se puedan presentar se recomiendan dos (2) filas de drenes horizontales con diámetro de tubería mínimo de 2 pulgadas de 20 metros de longitud cada 6.0 metros horizontales.

6.9.6 Manejo de la Escorrentía

Para el manejo de las aguas de escorrentía se recomienda construir un canal en la base del talud con las siguientes características:

- Canal trapezoidal en concreto reforzado de 0.30m de base menor, 0.80m de base mayor y 0.50m de altura.

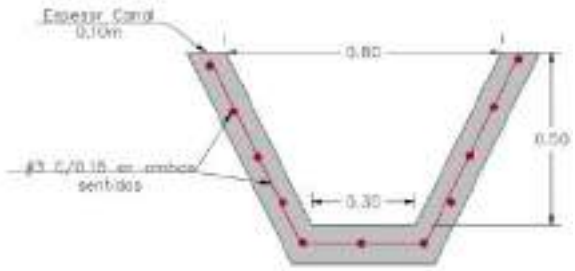


Figura 50. Canal trapezoidal en la base del talud.
Fuente: Elaboración propia.

6.9.7 Análisis de Estabilidad Global con Obras

Teniendo en cuenta las obras diseñadas, se presenta a continuación los análisis de estabilidad global.

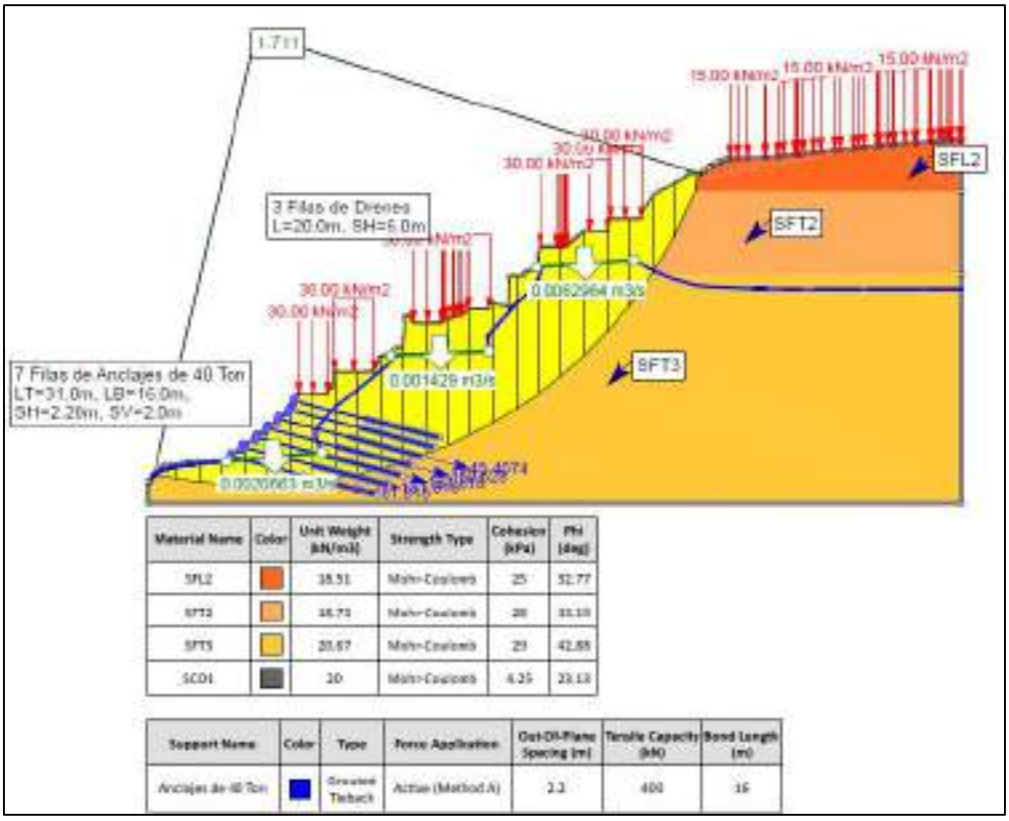


Figura 51. Análisis de estabilidad estático con obras – Perfil 1.
Fuente: Elaboración propia.

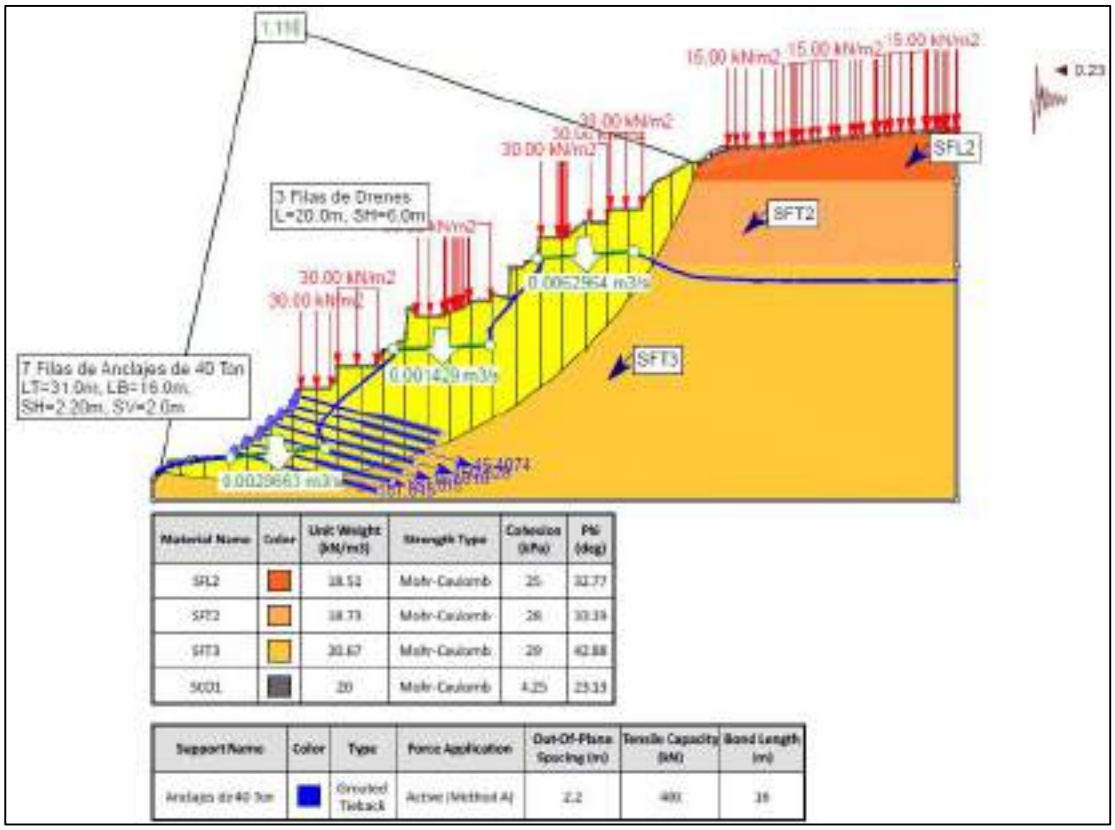


Figura 52. Análisis de estabilidad seudo estático con obras – Perfil 1.
Fuente: Elaboración propia.

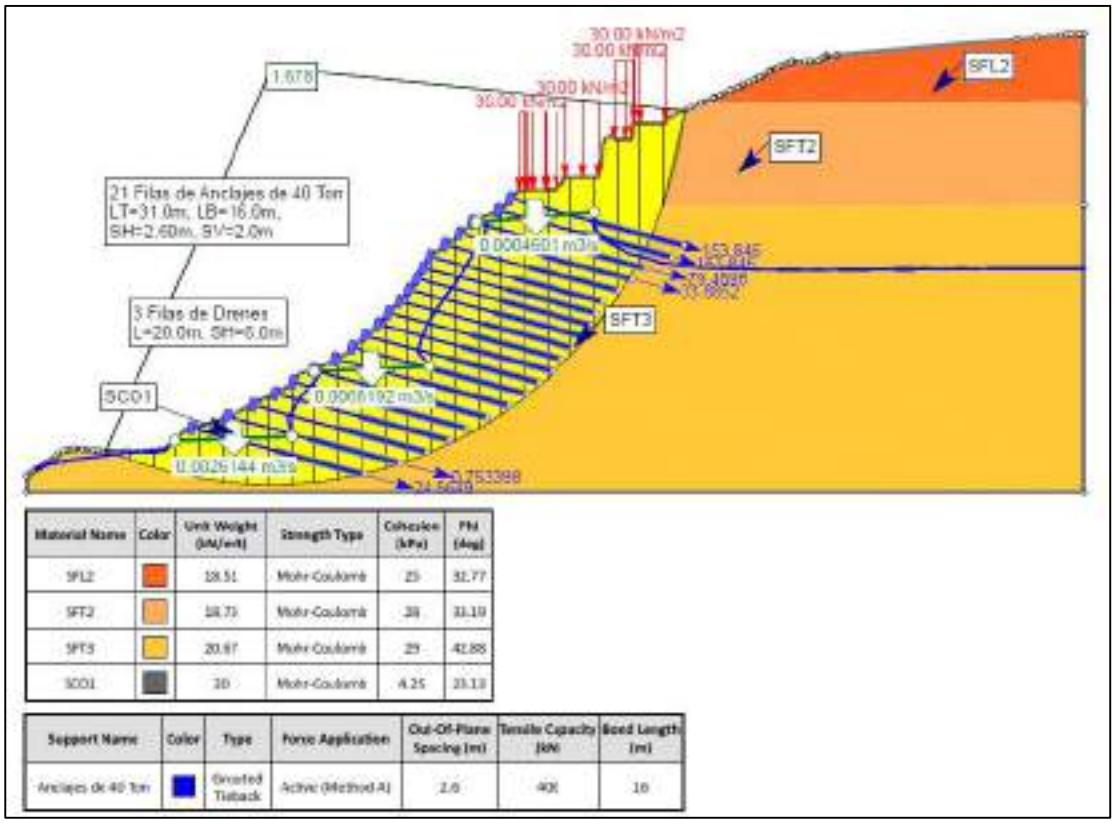
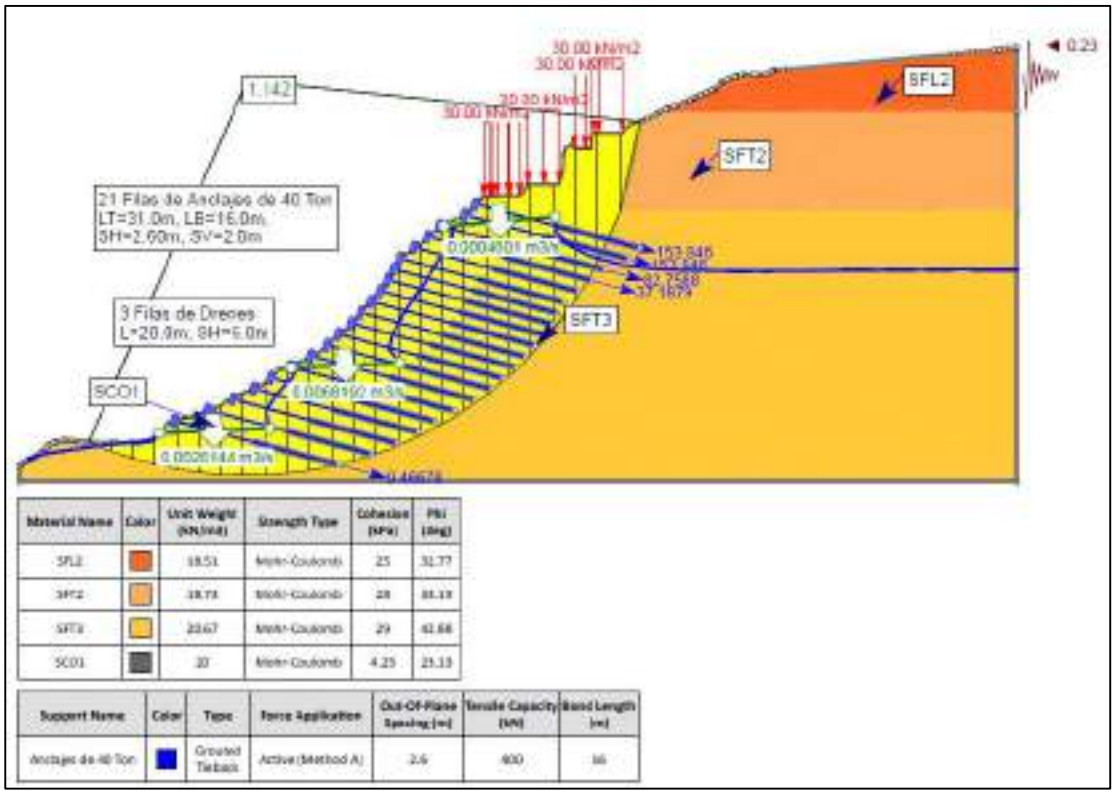


Figura 53. Análisis de estabilidad estático con obras – Perfil 2.
Fuente: Elaboración propia.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
SFL2		18.51	Mohr-Coulomb	25	31.77
SFT2		18.73	Mohr-Coulomb	28	33.13
SFT3		20.67	Mohr-Coulomb	29	42.68
SC01		20	Mohr-Coulomb	4.25	25.13

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)
Anclajes de 40 Ton		Grouted Tieback	Active (Method A)	2.6	400	16

Figura 54. Análisis de estabilidad seudo estático con obras – Perfil 2.
Fuente: Elaboración propia.

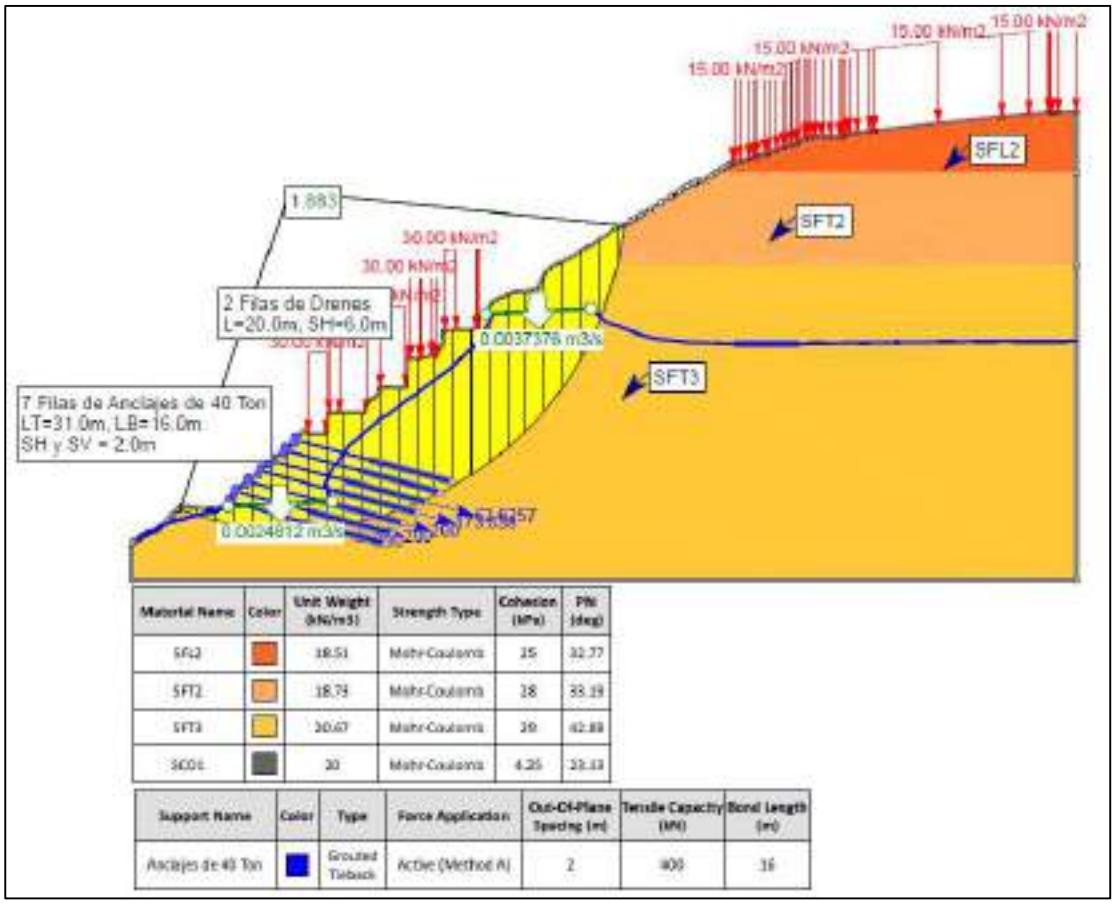


Figura 55. Análisis de estabilidad estático con obras – Perfil 3.
Fuente: Elaboración propia.

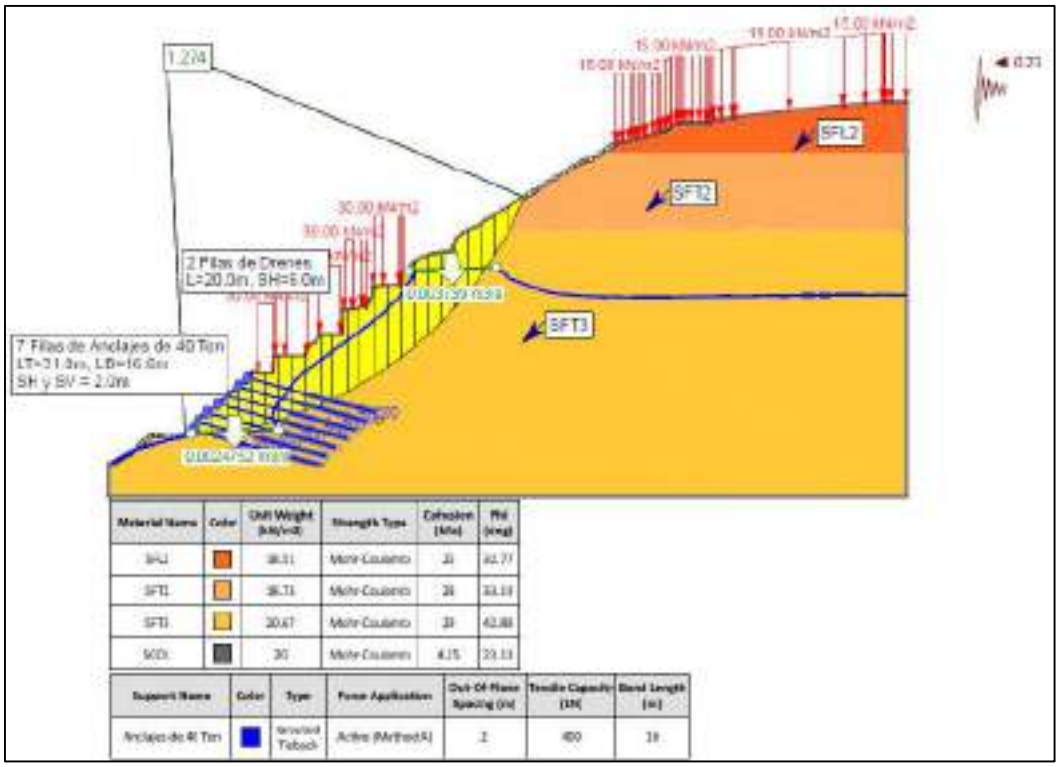


Figura 56. Análisis de estabilidad seudo estático con obras – Perfil 3. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa al implementar los anclajes pretensionados se observa que los factores de seguridad son superiores a los mínimos exigidos por la NSR-10 para taludes permanentes.

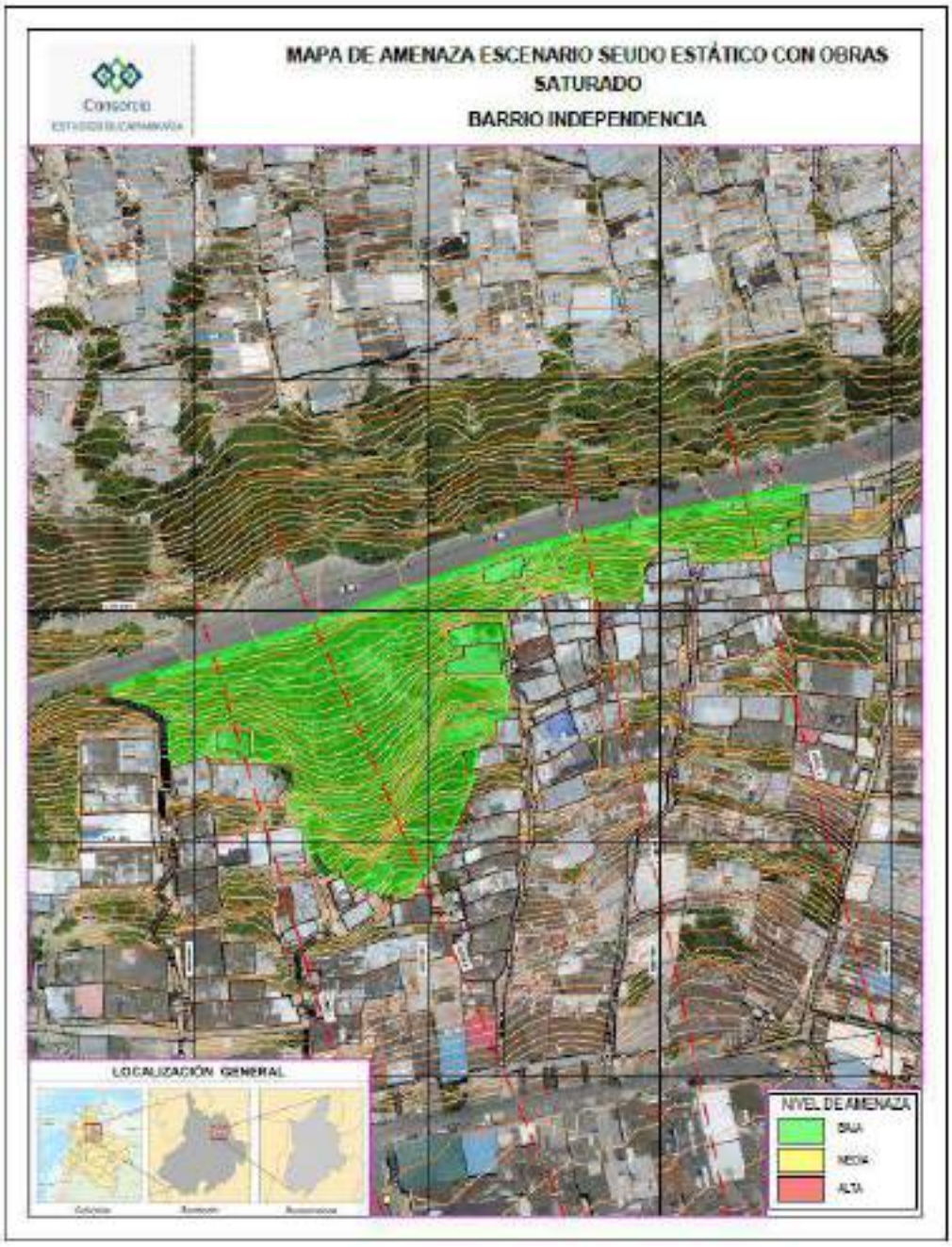


Figura 57.Mapa de amenaza Barrio La Independencia condición seudo estatica saturada – Con Obra.

6.10 DISEÑO DE LA ZAPATA

Concreto

- Resistencia a la compresión f´c= 21 MPa
- Peso unitario= 2.4 ton/m³
- Módulo de elasticidad= 21538.108 MPa

Acero de refuerzo

- Barras corrugadas NTC 2289
- Mallas electrosoldadas NTC 5806
- Esfuerzo de fluencia fy= 420 MPa
- Módulo de elasticidad Es= 200000 MPa

Consideraciones para el diseño

La geometría de las zapatas y demás elementos se definieron atendiendo las solicitaciones dadas por los estudios complementarios de ingeniería, revisando siempre que no se excedan las cargas impuestas en el suelo de soporte.

Las estructuras se diseñaron para los estados límites de resistencia y fatiga empleando métodos de factores de carga y resistencias, para los estados límite de servicio y fisuración.

Se realizó el dimensionamiento de la zapata de concreto teniendo en cuenta una capacidad portante del suelo de 42 ton/m2.

La resistencia del concreto será de 3000 psi, se debe verificar que el concreto cumpla con la resistencia de diseño.

Tabla 70. Diseño dado de anclaje pantalla anclada

DISEÑO DE DADO DE ANCLAJE PANTALLA ANCLADA

DISEÑO DE ANCLAJE

f'c	28,0 MPa
fy	420,0 MPa

DIMENSIONES DADO DE ANCLAJE

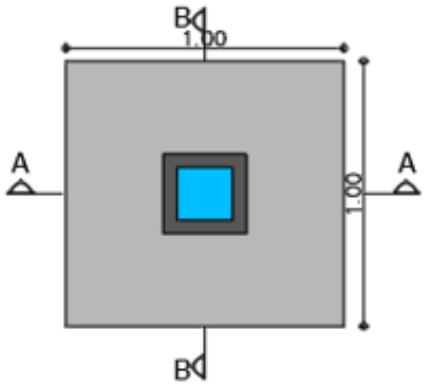
B	1,00 m
H	1,00 m

DIMENSIONES APOYO PLATINA

b	0,20 m
h	0,20 m

PRESION DEL SUELO

CARGA DE ANCLAJ	400,00 KN
AREA DE ANCLAJE	1,000 m²
PRESION DEL SUELO SERVICIO	400,00 KN/m²
PRESION DEL SUELO ULTIMA	560,00 KN/m²



CORTANTE EN UNA DIRECCION

ESPESOR DADO	0,250 m
RECUBRIMIENTO	0,050 m
b_u	1,00 m
d	0,200 m
ϕV_c	132,29 KN
V_u	112,00 KN
CHEQUEO	O.K.

DISEÑO A FLEXION

L	0,40 m		
b	1,00 m		
AREA A FLEXIOI	0,400 m²		
M_u	44,80 KN-m		
a	17,65 As		
A_s	0,000609	6,090 cm²	8,58
ECUACION	0,00		
$A_{s\,min}$	3,600 cm²	5,07	
	6 varillas de 3/8"		

CORTANTE EN DOS DIRECCIONES

b_0	1,60 m
β	1,00
α_s	40
v_{c1}	1,75 MPa
v_{c2}	2,70 MPa
v_{c3}	3,07 MPa
ϕV_c	419,09 KN
V_u	470,40 KN
CHEQUEO	ITAR ESPESOR

6. PLANES DE GESTIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL

6.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

6.1.1 Normatividad Ambiental Aplicable

Tabla 71.Normatividad Ambiental vigente

Normatividad Ambiental Vigente			
Normas Generales			
Norma	Numero	Fecha	Alcance
Ley	23	1973	Plantea la necesidad de proteger los recursos naturales renovables, fija límites mínimos de contaminación y establece sanciones por violación de las normas. Se faculta al Presidente de la República para expedir el Código de los Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente
Decreto-Ley	2811	1974	Código nacional de los recursos naturales renovables RNR y no renovables y de protección al medio ambiente. Regula el manejo de los RNR la defensa del ambiente y sus elementos.
Ley	09	1974	Código Sanitario Nacional, regula los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de los descargos de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente.
Decreto	1715	1978	Por el cual se reglamentan parcialmente el Decreto-Ley 2811 de 1974, la Ley 23 de 1973 y el Decreto- Ley 154 de 1976, en cuanto a protección del paisaje.
Constitución Política de Colombia	-	1991	El capítulo II recoge las disposiciones consignadas en la Constitución Política Colombiana respecto a la protección del medio ambiente, las cuales están encaminadas a la conservación y protección de los recursos naturales con el fin de garantizar la supervivencia de las generaciones futuras.
Ley	99	1993	La ley crea mecanismos para una estructuración de la legislación existente como es el Sistema Nacional

			Ambiental (SINA). Reglamenta lo referente a sus competencias y funciones y define la estructura del Ministerio y las Corporaciones, así como las fuentes y recursos económicos para el manejo y la recuperación del medio ambiente
Ley	388	1997	Ordenamiento Territorial Municipal y Distrital y Planes de Ordenamiento Territorial, que reglamenta los usos del suelo.
Ley	491	1999	Define el seguro ecológico y delitos contra los recursos naturales y el ambiente y se modifica el Código Penal
Ley	1333	2009	Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones.
Decreto	3930	2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
Decreto	3678	2010	Define los criterios que deben tener en cuenta las autoridades para imponer sanciones de tipo ambiental.
Decreto	2820	2010	Por el cual se reglamenta el Titulo VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
Ley	1454	2011	Por la cual se dictan normas orgánicas sobre ordenamiento territorial y se modifican otras disposiciones.
Ley	1444	2011	Por la cual se escinde y reorganiza el Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo territorial, convirtiéndose en el Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible.
Decreto	2041	2014	Por el cual se reglamenta el Titulo VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. (Compilado en Decreto Único Sector Ambiente 1076 /15)
Ley	2111	2021	El Congreso de la República expidió la ley mediante la cual se reemplazó y adoptó el nuevo Título XI del Libro II de la Ley 599 de 2000 (Código Penal), “De los

			delitos contra los recursos naturales y el medio ambiente".
Recurso Hídrico			
Decreto	2811	1974	Es el reglamento sobre aguas no marítimas, de recursos hidrobiológicos, de cuencas hidrográficas y de áreas de manejo especial.
Decreto	3930	Octubre de 2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo 11 del Título VI - Parte 11I - Libro 11 del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones" (Compilado en Decreto Único Sector Ambiente 1076 /15)
Decreto	4728	2010	Por el cual se modifica parcialmente el decreto 3930 de 2010 Articulo 35 Plan de Contingencia para el manejo de derrames de hidrocarburos o sustancias nocivas.
Residuos Sólidos			
Decreto Reglamentario	2462	1989	Reglamenta los procedimientos sobre explotación de materiales de construcción
Documento CONPES	2750	1994	Políticas sobre manejo de residuos sólidos
Decreto	1973	1995	Aprueba y reglamenta la vigencia del convenio 170 frente a la utilización de los productos químicos en el trabajo.
Ley	430	1998	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.
Decreto	1505	2003	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones
Decreto	4741	2005	Establece toda la reglamentación frente a la gestión integral para prevenir la generación de residuos o desechos peligrosos.
Ley	1259	2008	Creación e implementación el Comparendo Ambiental como instrumento de cultura ciudadana, sobre el adecuado manejo de residuos sólidos y

			escombros, previendo la afectación del medio ambiente y la salud pública
Resolución	1362	2007	Expide los requisitos y el procedimiento para realizar el registro de generadores de los residuos o desechos peligrosos en Colombia.
Ley	1252	2008	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones
Resolución	472	2017	Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos de construcción y demolición.
Resolución	2184	2019	Por el cual se reglamenta el nuevo código de colores para el manejo y separación de residuos en Colombia.
Flora			
Ley	2	1959	Reserva forestal y protección de suelos y agua
Decreto	877	Mayo 10/1976	Por el cual se señalan prioridades referentes a los diversos usos del recurso forestal, a su aprovechamiento y al otorgamiento de permisos y concesiones y se dictan otras disposiciones.
Decreto	2787	1980	Reglamenta parcialmente el Decreto Ley 2811 de 1974, aprovechamiento de bosques nacionales y compensación de los mismos
Ley	299	1995	Por la cual se protege la flora Colombiana
Resolución	192	2014	Por la cual se establece el listado de especies silvestres amenazadas de la biodiversidad biológica Colombiana que se encuentran en el territorio Nacional.
Aire			
Decreto	948	1995	Normas para la protección y control de la calidad del aire. (Compilado en Decreto Único Sector Ambiente 1076 /15)
Ley	769	2002	Expide el código nacional de tránsito. Art. 50 Condiciones mecánicas, ambientales y de seguridad. Art 51. Revisión periódica de los vehículos. Art 52. Primera revisión de los vehículos automotores.

			Art 103. Niveles permisibles de emisión de fuentes móviles. Art 104. Normas para dispositivos sonoros.
Resolución	910	2008	Reglamenta niveles permisibles de emisión de contaminantes por fuentes móviles terrestres en Colombia.
Ley	1383	2010	Reforma la Lay 769 de 2002 código nacional de tránsito.
Resolución	2254	2017	Norma de calidad del aire ambiente.
Ley	1972	2019	Reglamenta los niveles máximos permisibles para la emisión de contaminantes que den cumplir las fuentes móviles.
Ruido			
Decreto	948	1995	En relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.
Resolución	627	2006	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
Resolución	2154	2010	Por la cual se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones.
Materiales de Construcción			
Ley	685	2001	Por medio de la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones.
Ley	**1382**	**2010**	Por la cual se modifica la ley 685 de 2001 Código de Minas.
Campamentos			
Resolución	**2400**	**2010**	Por la cual se establecen las disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad industrial en establecimientos de trabajo. Esta resolución busca preservar y mantener la salud física y mental, prevenir accidentes y enfermedades profesionales, para lograr las mejores condiciones de higiene y bienestar de los trabajadores en las diferentes áreas en las que se realizan actividades de obra o actividades conexas con la misma.
Plan de manejo de tráfico			

Resolución	1050	**2004**	Por medio de la cual se adopta el Manual de Señalización Vial – Dispositivos para la regulación de Tránsito en calles, carreteras y ciclo rutas de Colombia.
Resolución	2800	2005	Por la cual se establecen unas medidas de tránsito vehicular tendientes a garantizar la movilidad en las vías del país.
DECRETO UNICO REGLAMENTARIO SECTOR AMBIENTE			
Decreto	1076	2015	Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible
Legislación Internacional adoptada por Colombia			
Convenio sobre el comercio internacional de especies amenazadas: fauna y flora silvestre. Washington, 1973			

6.1.2 Descripción de Actividades

En este sector se plantean las siguientes obras de mitigación:

- Construcción de anclajes activos sobre los taludes expuestos, con separación vertical y horizontal de 2.0 metros.

- Como medida de control de erosión para evitar que se sigan aumentando los problemas de inestabilidad, se recomienda el uso de mallas de alta resistencia.

- Con el fin de disminuir la probabilidad de ascensos de los niveles freáticos en el área en estudio, se recomienda la construcción de drenes de penetración, en la parte baja del proyecto con un espaciamiento de 6.0m horizontalmente.

- Para el manejo de las aguas de escorrentía directa, se proponen zanjas de coronación y estructuras de disipación de energía.

6.1.3 Definición del Área de Influencia

El área de influencia comprende el espacio territorial y social donde se van a realizar las principales actividades constructivas y donde se darán los principales impactos positivos y negativos asociados a las obras definidas para el proyecto.

6.1.4 Área de Influencia Directa

El área de influencia directa se encuentra ubicada dentro del barrio la independencia, en el delimitada por la vía a matanza calle 3, entre carreras 18 y 23.



Fotografía 9. Área de influencia directa.

6.1.5 Área de Influencia Indirecta

El área de influencia indirecta corresponde al barrio La independencia y al corredor vial que comunica a Bucaramanga con los barrios regaderos y la juventud.

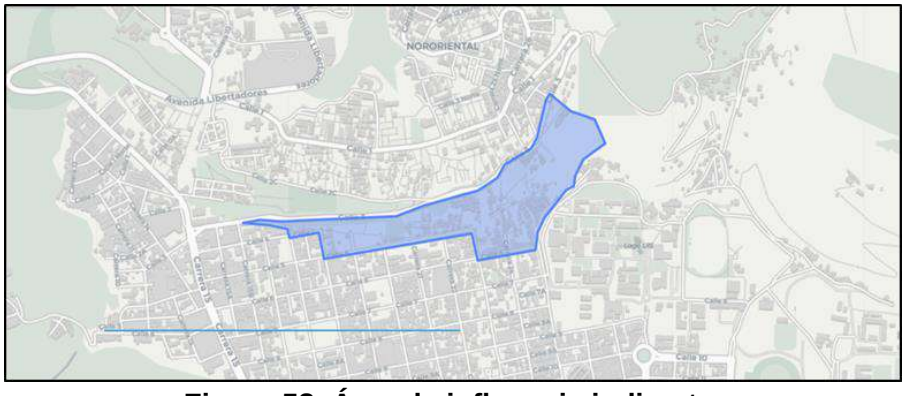


Figura 58. Área de influencia indirecta.

FUENTE: https://lupap.com/places/bucaramanga/barrio-gaitan/4db2d751-b63a-4e03-a91c-4106a7ea9be5

6.1.6 Caracterización Ambiental del Área De Influencia Directa

6.1.6.1 Caracterización del Medio Abiótico

6.1.6.1.1 Climatología

Temperatura: Generalmente en esta zona existe un clima tropical de montaña. Las temperaturas son moderadas y agradables a lo largo del año. La temperatura promedio anual varía entre los 18 °C y los 24 °C.

Precipitación: se presenta una estación seca prolongada de diciembre a febrero, conocida como el "verano", y una estación lluviosa de abril a noviembre. La precipitación anual promedio varía entre los 900 mm y los 1.200 mm, aunque en algunas áreas puede alcanzar los 2.000 mm.

Humedad: Dado que Bucaramanga se encuentra en una región montañosa, la humedad puede ser relativamente alta, especialmente durante la temporada de lluvias.

Altitud: Otro factor que afecta el clima del sector es una altitud aproximada de 959 metros sobre el nivel del mar. Sin embargo, hay variaciones en la altitud dentro de la ciudad y sus alrededores.

6.1.6.1.2 Geología

De acuerdo con lo revisado el escarpe, se encuentra ubicado en medio del Grupo meseta de Bucaramanga (TQ), por consiguiente, la zona del escarpe estará conformada en su mayoría por areniscas, limolitas y conglomerados débilmente consolidados y considerados como depósitos de origen fluvial.

Grupo Mesa, Meseta de Bucaramanga (TQ). La unidad está constituida por areniscas, limolitas y conglomerados débilmente consolidados y considerados como depósitos de origen fluvial, los cuales están representados por el grupo Mesa y la Unidad Meseta de Bucaramanga, de edad pliocena-pleistocena.

El área de estudio se encuentra en la provincia tectónica de la Cordillera Oriental Figura 52. La cual se caracteriza por pliegues anticlinales y sinclinales amplios, limitados por fallas inversas y de cabalgamiento, de direcciones NE y NW, con inclinación predominante hacia el oriente.

Constituye una cobertera sedimentaria con cubrimiento de una gran extensión de la Cordillera Oriental. En el Departamento de Santander, está restringida a dos bloques, el principal localizado en la región central estructural y el menor ubicado en la región oriental. Esta provincia está conformada por rocas sedimentarias generalmente plegadas, de edades jurásicas y cretácitas; el bloque principal o central está limitado al oriente por las fallas Riachuelo y Bucaramanga-Santa Marta, y al occidente por la Falla La Salina, mientras el bloque oriental está limitado al oriente por la Falla de Servitá y al occidente por las fallas Bucaramanga-Santa Marta y de Baraya.

El talud que está sobre el barrio La Independencia exactamente en la calle 3 entre carrera 22B y 22 se encuentra sobre la falla del Suarez.

en el sector estudiado, se presentan según la clasificación del INGEOMINAS 2007, en la zona estudiada:

- **Suelos transportados**

Esta unidad corresponde a material que ha sufrido algún tipo de transporte, en este caso se refiere a materiales transportados por efectos de la gravedad, movimientos en masa, actividad antrópica, corrientes de agua y principalmente la lluvia, los suelos transportados están conformados por clastos de diferente composición litológica (rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas), se pueden hallar embebidos en una matriz arcillosa a arenosa, suelos varían de compactos a no compactos. Según lo anterior los suelos transportados se clasificaron de la siguiente manera:

- **De Ladera Suelo transportado movimientos en masa (Stmm)**

Dentro del área de estudio se observó suelo transportado referentes a movimientos en masa originados por acción de la gravedad y la sobresaturación de los suelos. En la siguiente fotografía se evidencia que están conformado por material matriz soportado, la matriz es arenolimosa, los clastos presentan tamaños desde gravas hasta cantos de forma angular a subredondeada presentan espesores variables.



Fotografía 10.Suelo transportado de movimiento en masa por acción de gravedad en la parte baja donde se ubica el talud sobre el Barrio Independencia.

6.1.6.2 Caracterización del medio biótico

6.1.6.2.1 Zonas de vida

Según información reportada por el Plan de Ordenamiento territorial del municipio de Bucaramanga, el área de los proyectos sector Claveriano y centralidad norte se encuentran dentro de la zona de vida de Bosque seco Basal Tropical y el sector Cerros Orientales dentro de la zona de vida de Bosque Húmedo sub Andino tal como se evidencia en la siguiente imagen.

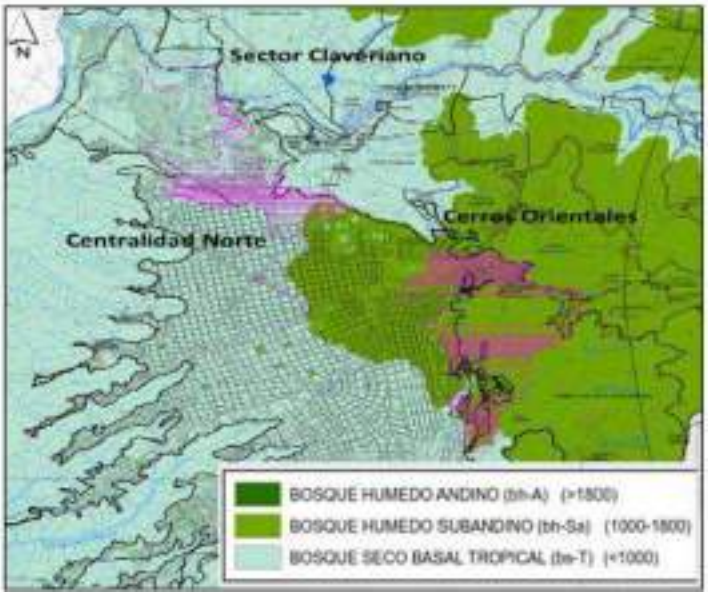


Figura 59. Zonas de vida.

6.1.6.2.2 Recurso Flora

- **Flora presente en el área de estudio**

El sitio de estudio se observa una vegetación conformada por *(cultivos de banano), Banano (Musa sp.), frutales como Citricos (Citrus sp), Guanábano (Annona muricata), Aguacate (Persea americana), Guayaba (Psidium guajava), Mango (Mangifera indica), Mamon (Melicoccus bijugatus), y arboles aislados como; Ficus (Ficus benjamina), Higuerón (Ficus glabrata), Árnica (Cnidoscolus aconitifolius), Chitato (Muntingia Calabura), Yarumo (Cecropia peltata), bambú (Bambusa vulgaris), Gallinero (Pithecellobium dulce), los cultivos y árboles frutales y forestales fueron establecidos por los lugareños.*

6.1.6.2.3 Recurso Fauna

La presente información corresponde a un informe elaborado para el sector norte de la ciudad de Bucaramanga.

La fauna urbana en el Municipio de Bucaramanga está representada básicamente por las aves, dado que estas formas de vida han logrado adaptarse al cambio de su habita original. Otros grupos taxonómicos como son reptiles, anfibios y mamíferos, los hay, pero están menos representados.

Entre las especies que se encuentran relacionadas en el sector urbano están las que habitan específicamente en los parques con una composición de especies similares a las existentes en las zonas rurales agrícolas y riberas de los ríos y lomas.

En los recorridos realizados no fue posible observar ningún tipo de fauna presente en la zona.

Sin embargo, el POT reporta la fauna urbana presente en el municipio la cual aplica para el sitio de interés por su cercanía y características bioclimáticas similares y en investigación con la comunidad se reportan las siguientes:

Fauna urbana de clase mamífera. Ardillas (Sciurus sp.), fara (dildelphis marsupialis); el puerco espín (coendú prebensilis), murciélago (saccopteryx bilineata), Murciélago fantasma, (Diclidurus albus), el maco (patos flavus), comadreja de cola larga (mustela frenata), armadillo (Dasypus novemcintus) Ratón de campo (oryzomys),

Fauna urbana de clase aves El chulo común Carroñero, Milvago chimachima garrapatero, siete de la familia de turdidae, azulejo thaupis episcopus, copeton zonotrichia capensis, el toche (icterus chrysater), y el Picidae: Melanerpes rubricapillus el Carpintero, los cuales se adaptan fácilmente a los ecosistemas intervenidos.

Fana urbana de clase Anfibios Bufu marinus, "Sapos" con alta distribución y adaptabilidad a ecosistemas muy intervenidos otro género que abunda en los cauces y orillas de las quebradas, hyla sp, y E genero Eleutherodactiylus es más diversificado entre todos los Anfibios y bolitoglossa- como las salamandras de la familia plethodontidae.

Fauna urbana de clase reptiles. Camaleones (Anolis sp) el lobo pollero (Tupinambis nigropuntactus), en el suborden de los ofidios las serpientes más comunes en la zona son: La verde (chironius carinatus), la cazadora negra sin identificación clara (colubridae), las corales que según los testimonios no hacen diferenciación de las verdaderas y las corales falsas (Micrurus mipartitus) se ecuentra reportada la serpiente (Erytholamprus aesculapii), talla x especie venerosa mortal.

Los reptiles y anfibios Son los dos grupos menos representados en la fauna urbana, especies reportadas según la caracterización, el informe POT concluye que según estudios realizados por la corporación CDMB, en las cuatro microcuencas: el aburrido, toná, surata bajo, oro y estudios de cerros orientales la primera causa de afectación

de la fauna es la destrucción de sus hábitats. Lamentablemente por motivos de falta de oportunidades y la misma situación económicas con lleva a las personas a incrementar sus actividades y es así cuando incrementa la expansión de actividades agrícolas, ganaderas y procesos de colonización, al consumo de leña incendios forestales y construcción de obras civiles. Otra de las causas es la contaminación que se genera en las zonas ya sea por residuos sólidos y otro factor que resalta es la caza indiscriminada para alimento o comercialización, ornamentación o caza deportiva la que genera la pérdida de biodiversidad. En el área urbana se indica la presencia de algunos pequeños mamíferos, conformados por los murciélagos, ardillas y roedores como los ratones.

6.1.6.3 Caracterización del medio socioeconómico

- **Infraestructura**

En cuanto a la infraestructura, se cuenta con una red vial establecida que conecta el barrio con las diferentes zonas de la cuidad y facilita la movilidad de los residentes. Además, se han llevado a cabo mejoras en los sistemas de transporte público, como la implementación de rutas de buses y la construcción de estaciones de transporte masivo.

En términos de servicios básicos, la mayoría de los hogares del sector tienen acceso a agua potable, saneamiento y energía eléctrica. Sin embargo, es importante seguir trabajando para garantizar un acceso adecuado y de calidad a estos servicios en todas las áreas de la zona, sobre todo donde se observan asentamientos.

- **Social**

En cuanto a la parte social la zona se caracteriza por ser una comunidad diversa y por tener una amplia oferta de servicios. Cuenta con instituciones educativas, centros de salud, áreas recreativas y espacios culturales. Además, se promueve la participación comunitaria y se fomentan actividades sociales y culturales para fortalecer el sentido de pertenencia y la cohesión social.

Es importante tener en cuenta que se esfuerzan por mejorar su infraestructura y fortalecer su tejido social, buscando brindar mejores condiciones de vida para sus habitantes.

6.1.6.4 Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales

Para el desarrollo de las obras de mitigación propuestas se requiere el aprovechamiento de los siguientes recursos y permisos ambientales:

Tabla 72. Identificación de permisos requeridos

RECURSO	TRÁMITE, DOCUMENTO O PERMISO REQUERIDO
AGUA	Provisional Acueducto Municipal
MATERIALES DE CANTERA	Solicitar licencia de extracción a las canteras utilizadas para la compra de agregados minerales.
APROVECHAMIENTO FORESTAL	Se requiere realizar inventario forestal y permiso de las especies forestales con DAP mayor a 10 cm que se encuentran en el área de intervención.
DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS Y RCD	Relleno Sanitario para residuos no aprovechables, gestores autorizados para residuos aprovechables y peligrosos.
DISPOSICIÓN DE RCD	Permisos ambientales de gestores autorizados para manejo de RCD.

6.1.7 Evaluación Ambiental

6.1.7.1 Descripción de actividades e identificación de impactos ambientales

A continuación, se relacionan de manera general las actividades que se consideran de mayor relevancia del proceso constructivo y que serán objeto de identificación y valoración de impactos.

6.1.7.2 Descripción de Actividades y Aspectos ambientales asociados

Tabla 73. Listado de actividades y aspectos ambientales

	ACTIVIDADES	ASPECTOS AMBIENTALES
1	Construcción de anclajes activos.	Remoción de vegetación Remoción capa orgánica del suelo Remoción del suelo Consumo de agua Consumo de materiales Generación de residuos Generación de RCD Construcción de campamentos Ocupación de espacio publico y vías de circulación.

	ACTIVIDADES	ASPECTOS AMBIENTALES
		Presencia de personal en el sector
2	Aplicación de concreto lanzado sobre el talud.	Consumo de agua Consumo de materiales Generación de residuos Generación de RCD Endurecimiento de superficies
3	Construcción de drenes de penetración	Consumo de materiales Generación de residuos Generación de RCD
4	Construcción de zanjas de coronación y estructuras de disipación de energía.	Consumo de materiales Generación de residuos Generación de RCD

6.1.7.3 Relación de componentes ambientales y posibles impactos con proyecto

Tabla 74. Listado de impactos ambientales a evaluarse por componente

MEDIO	COMPONENTES/ ELEMENTOS	IMPACTOS
ABIOTICO	AGUAS SUPERFICIALES	Alteración de la capacidad de transporte del agua
	ATMOSFÉRICO	Alteración de la calidad del aire por gases y material particulado
		Alteración de los niveles de ruido
	SUELOS, GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo
		Alteración del suelo orgánico o agrológico
		Contaminación por generación de residuos y RCD
	PAISAJE	Alteración del paisaje
BIÓTICO	FAUNA Y FLORA	Variación de la cobertura vegetal
		Desplazamiento de especies
	CULTURAL	Alteración de patrones culturales

MEDIO	COMPONENTES/ ELEMENTOS	IMPACTOS
SOCIOECONÓMICO		Intervención del patrimonio arqueológico histórico o arquitectónico
	ECONÓMICO	Modificación del nivel de ingresos de la población
		Variación del presupuesto de la región
		Cambio en la oferta laboral
		Alteración del valor de la propiedad
	ESPACIAL	Alteración de infraestructura existente
		Variación en la cobertura y calidad de servicios públicos
		Variación en el volumen del tránsito vehicular
	POLITICO - ORGANIZATIVO	Fortalecimiento institucional y comunitario
		Generación de expectativas en la comunidad

6.1.7.4 Metodología para la evaluación ambiental

De acuerdo con las actividades inherentes a la construcción de los diseños presentados y en base en la caracterización ambiental del área de influencia, se realizará la identificación y posterior evaluación de impactos ambientales.

Dentro del análisis previo se han descrito las actividades a realizar junto con los aspectos ambientales asociados, posteriormente se re incluido la identificación y posterior valoración de los posibles impactos ambientales involucrados en los componentes físicos, bióticos y sociales, que se presentan por la ejecución del proyecto, y así determinar los recursos más afectados para posteriormente establecer las medias de manejo ambiental de aquellas actividades generadoras de alteraciones al medio natural.

La metodología de calificación de impactos ambientales es subjetiva, ya que se basa en la valoración dada por el profesional ambiental basado en su conocimiento y en la caracterización ambiental del área de estudio, sin embargo permite traducir o transformar, esta valoración subjetiva, en una valoración numérica, que permita interrelacionar los factores de cada impacto y obtener una calificación final de la Importancia Ambiental del impacto, con la que se puede identificar qué impacto tiene

más relevancia y que actividad genera mayores impactos sobre cada uno de los componentes ambientales.

A continuación, se detalla una metodología de LAGO PEREZ LAZARO, simple y que abarca los aspectos ambientales de evaluación. Esta metodología, a diferencia de la matriz de Leopold, del sistema de Batelle y otras, cuantifica los impactos ambientales del proyecto por medio de cálculos, medidas y estimaciones, propiciando una identificación de las actividades o acciones que se realizarán durante las distintas fases de ejecución del proyecto, susceptibles de provocar impactos4.

Para el análisis de los diferentes aspectos ambientales se utilizó la secuencia **ACTIVIDAD–ASPECTO–IMPACTO** de acuerdo con las siguientes definiciones:

- **ACTIVIDAD:** Cada una de las acciones, procesos, operaciones o labores requeridas que se llevan a cabo en las distintas fases establecidas para el proyecto.

- **ASPECTO:** Proceso del componente físico, biótico o socioeconómico, que es activado, suspendido o modificado por alguna de las actividades desarrolladas en el proyecto.

- **IMPACTO:** Es el cambio neto, que puede ser benéfico o perjudicial, sobre el medio ambiente biofísico o socioeconómico, generado por actividades desarrolladas en el proyecto.

Una vez identificados los aspectos ambientales más relevantes de cada grupo de actividades se procedió a identificar sus posibles impactos dependiendo del recurso aprovechado o utilizado.

6.1.7.4.1 Determinación de la importancia ambiental de los impactos ambientales identificados.

Se aplicó la secuencia ACTIVIDAD – ASPECTO – IMPACTO, para la identificación de los impactos ambientales asociados al proyecto.

[4] *LAGO PÉREZ, Lázaro,* Metodología general para la evaluación de impacto ambiental de proyectos, Cap. 3: Línea Base Ambiental para Proyectos de Obra o Actividad. Pág. 8-18

Partiendo de dicha secuencia, se evaluaron los impactos ambientales mediante el calculó del "Índice de Importancia Ambiental (I.I.A.)", que se obtiene a partir de la valoración de los siguientes parámetros:

- **Carácter**

Define el sentido del cambio producido por una acción del proyecto sobre el ambiente. Puede ser positivo cuando el impacto produce un efecto benéfico o negativo cuando el impacto produce un efecto perjudicial.

- **Reversibilidad (Re)**

Define si los cambios provocados por alguna actividad del proyecto sobre el medio pueden ser corregidos o recuperados espontáneamente por la naturaleza o el hombre.

- **Probabilidad de ocurrencia (Pr)**

Califica la posibilidad que se genere un impacto. Este parámetro se califica entre 0,3 y 1,0, dentro de los rangos definidos en la siguiente Tabla:

Tabla 75. Rango de probabilidad (Pr).

RANGO	CALIFICACIÓN
Cierto	1,0
Muy Probable	0,8
Probable	0,5
Poco Probable	0,3

- **Desarrollo (De)**

Califica el tiempo en que el impacto se desarrolla completamente, es decir, como evoluciona el impacto desde que se origina hasta que se manifiestan sus consecuencias. El Desarrollo se califica según la siguiente Tabla.

Tabla 76. Rango de Desarrollo (De).

RANGO		CALIFICACIÓN
Muy Rápido	(D<mes)	1,0
Rápido	(entre 1 y 6 meses)	0,8
Medio	(entre 6 y 12 meses)	0,6
Lento	(entre 12 y 24 meses)	0,4
Muy Lento	(D>24 meses)	0,2

- **Permanencia (Pe)**

Califica el período y existencia del impacto, y sus consecuencias, independiente de toda acción de mitigación o corrección. La calificación se hace de acuerdo con el rango establecido en la siguiente Tabla:

Tabla 77. Rango de Permanencia (Pe).

RANGO		CALIFICACIÓN
Permanente	(>10 años)	10
Larga	(entre 3 y 10 años)	8
Media	(entre 1 y 3 años)	6
Corta	(entre 3 y 12 meses)	4
Muy Corta	(<3 mes)	2

- **Magnitud (M)**

Califica la dimensión del cambio ambiental producido sobre un determinado recurso del ambiente. Para calificar esta variable se utiliza la combinación de dos variables: la gravedad - Gr y la cobertura – Co como se observa a continuación.

Tabla 78. Valores de Gravedad (Gr).

RANGO	CALIFICACIÓN
Grave	7
Significativo	5
Medio	3
Poco significativo	1

Tabla 79. Valores de Cobertura (Co).

RANGO	CALIFICACIÓN
Regional	3
Local	2
Puntual	1

El resultado de la suma aritmética de la Gravedad y la Cobertura constituye el valor relativo de la magnitud, que se expresa en términos cualitativos según la Tabla.

Tabla 80. Valores de Magnitud(M).

RANGO	CALIFICACIÓN
Muy Alta	9-10
Alta	7-8
Medio	4-6
Bajo	1-3

Índice de Importancia Ambiental (I.I.A.): Es el resultado final que se obtiene al integrar las anteriores variables mediante la siguiente formula:

I.I.A. = Pr { a (De * M) + b (Pe) }

Donde a = 0.6 y b = 0.4, coeficientes de ponderación.

La calificación obtenida puede oscilar entre 1 y 10, y de acuerdo con el resultado obtenido el impacto se clasifica, así:

Tabla 81. Rango del Índice de Importancia Ambiental.

RANGO	CALIFICACIÓN	COLOR
Muy Alta	9 –10	MUY ALTO
Alta	7 – 8.9	ALTO
Media Alta	5.9 - 6.9	MEDIO ALTO
Media Baja	4 – 5.9	MEDIO
Baja	1 – 3.9	BAJO

La valoración se realiza con el fin de transformar una opinión subjetiva, basada en la caracterización ambiental, en un número cuya interpretación permite establecer la importancia o significancia del impacto.

6.1.7.5 Matriz de evaluación de impactos ambientales

A continuación, se adjunta la matriz de impactos ambientales de acuerdo con cada una de las etapas diseñadas para el proyecto.

Tabla 82. Matriz de evaluación de impactos ambientales

ACTIVIDAD	MEDIO	COMPONENTE	IMPACTOS	CARÁCTER	Re	Pr	De	Pe	Gr	Co	M	De * M	IIA	IMPORTANCIA
OBRAS DE MITIGACION BARRIO LA INDEPENDENCIA - Construcción de anclajes activos - Aplicación de concreto lanzado sobre talud - Construcción de drenes de penetración - Construcción de zanjas de coronación y estructura de disipación de energia.	ABIOTICO	ATMOSFERICO	Alteración de la calidad del aire por gases y material particulado	NEGATIVO	R	1	0,8	4	3	2	5	4	4	MEDIO
			Alteración de los niveles de ruido	NEGATIVO	R	1	0,8	4	3	2	5	4	4	MEDIO
		PAISAJE	Alteración del paisaje	NEGATIVO	R	1	0,8	10	5	2	7	5,6	7,36	ALTA
		SUELOS, GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo	POSITIVO	I	0,8	0,8	8	5	2	7	5,6	5,248	MEDIO
			Alteración del suelo orgánico o agrológico	NEGATIVO	I	0,8	0,8	10	3	2	5	4	5,12	MEDIO
	BIOTICO	FAUNA FLORA	Variación de la cobertura vegetal	NEGATIVO	I	1	0,8	10	5	2	7	5,6	7,36	ALTA
			Cambio en la dinámica de comunidades faunisticas	NEGATIVO	R	0,3	0,8	4	1	2	3	2,4	0,912	BAJA
	SOCIOECONOMICO	ECONOMICO	Alteración del valor de la propiedad	POSITIVO	R	0,8	0,8	8	5	2	7	5,6	5,248	MEDIO
		CULTURAL	Alteración de patrones culturales	NEGATIVO	R	0,5	0,8	4	1	2	3	2,4	1,52	BAJA
		ESPACIAL	Alteración de infraestructura existente	NEGATIVO	I	1	0,8	10	5	2	7	5,6	7,36	ALTA
			Variación en el volumen del tránsito vehicular	NEGATIVO	R	0,8	0,8	4	5	2	7	5,6	3,968	BAJO
		POLITICO - ORGANIZATIVO	Fortalecimiento institucional y comunitario	POSITIVO	R	1	0,8	10	5	2	7	5,6	7,36	ALTA
			Generación de expectativas en la comunidad	NEGATIVO	R	0,5	0,8	4	3	2	5	4	2	BAJA

6.1.7.6 Análisis de impactos

Del total de impactos identificados para las actividades del proyecto el 77% son negativos y el 23% son positivos.

Los impactos positivos están asociados al componente suelo y al componente socioeconómico, ya que las obras mejoraran las condiciones de estabilidad del suelo, alterando sus características, pero mejorando las condiciones de seguridad.

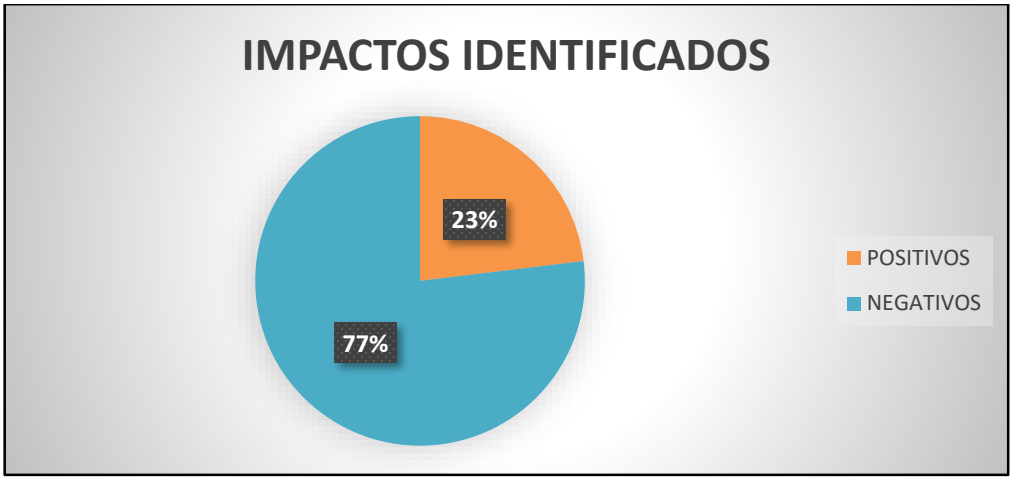


Figura 60.Impactos identificados.

Dentro de los impactos de importancia alta se encuentran la alteración del paisaje, la afectación a la cobertura vegetal, la alteración de la infraestructura existente y positivo se encuentra el fortalecimiento institucional y comunitario asociado a obras de mitigación realizadas por el municipio.

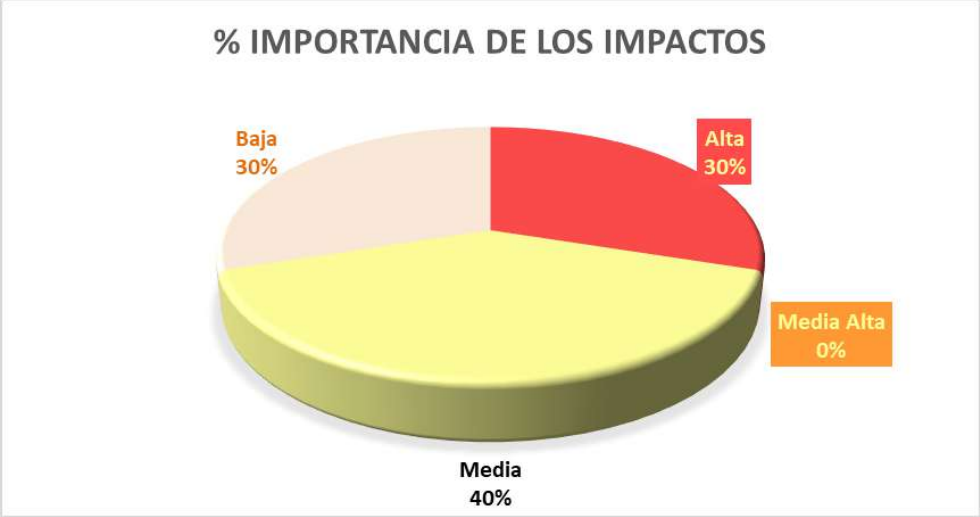


Figura 61.Importancia de los impactos.

6.1.8 Programas de Manejo Ambiental

Se formula el siguiente plan de manejo ambiental a partir del análisis efectuado en la identificación y evaluación de impactos ambientales, cuya base es la descripción, el análisis y el reconocimiento del área de influencia directa, información contenida en la Línea Base Ambiental del presente documento.

Los programas de manejo ambiental contienen las medidas de manejo necesarias para prevenir, mitigar, controlar, proteger o compensar los posibles impactos identificados y tiene como fin brindar herramientas para la ejecución del proyecto

El Plan de Manejo Ambiental tiene como objetivo brindar las herramientas necesarias para el buen manejo de los elementos constituyentes del medio físico, biótico y socioeconómico, durante el desarrollo de las actividades definidas para el proyecto.

Estos programas deberán ser objeto de seguimiento por un profesional del área ambiental y se deberá informar a la entidad contratante sobre los resultados de la implementación y efectividad de los mismos.

A continuación, se presentan las fichas de manejo aplicables a las diferentes etapas del proyecto y zonas de intervención.

Tabla 83. Listado de programación de manejo Ambiental.

CÓDIGO	NOMBRE DEL PROGRAMA
P-1	MANEJO AMBIENTAL DE LA COBERTURA VEGETAL Y ACTIVIDADES DE DESCAPOTE Y LIMPIEZA
P- 2	MANEJO DE FAUNA SILVESTRE Y PROTECCIÓN DE HÁBITATS
P-3	MANEJO DE EXCAVACIONES, RELLENOS Y AFIRMADOS
P-4	MANEJO Y TRANSPORTE DE ESCOMBROS, MATERIALES SUELTOS Y AGREGADOS MINERALES
P-5	MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS Y RCD
P-6	MANEJO AMBIENTAL DE INSTALACIONES PROVISIONALES
P-7	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL Y AISLAMIENTO DEL ÁREA DE CONSTRUCCIÓN.
P-8	CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICA Y RUIDO
P-9	MANEJO DE VEHÍCULOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS
P-10	EDUCACIÓN, INDUCCIÓN DE PERSONAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
P-11	INTERVENTORÍA Y MONITOREO AMBIENTAL
P-12	INFORMACIÓN Y PARTICIPACIÓN COMUNITARIA

6.1.8.1 Desarrollo de los programas de manejo ambiental

A continuación, se presenta cada uno de los programas con las actividades que se propone ejecutar.

Cada programa tiene establecidos objetivos y metas que permiten evaluar la eficiencia del mismo, además se establecen los tipos de medidas hacia los cuales se encuentran encaminadas las acciones del programa, tales medidas son las siguientes:

- Medidas de compensación: Son las acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos.

- Medidas de corrección: Son las acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por el proyecto, obra o actividad.

- Medidas de mitigación: Son las acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente.

- Medidas de prevención: Son las acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que pueda generar un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente.

La evaluación de la efectividad de las medidas se deberá realizar con la medición mensual del cumplimiento de los metas establecidos en cada programa.

Tabla 84. Evaluación de efectividad PMA-1

PMA - 1	**MANEJO AMBIENTAL DE LA COBERTURA VEGETAL Y ACTIVIDADES DE DESCAPOTE Y LIMPIEZA**
Mediante este programa se busca garantizar la protección de la vegetación existente en el área del proyecto y establecer medidas de control cuando se requiera su intervención.	
Objetivos Controlar los impactos que ocasiona el proyecto durante su construcción por la intervención directa al recurso forestal. Establecer un procedimiento adecuado para la remoción y manejo de la vegetación existente.	**Metas** Realizar únicamente la intervención del componente forestal autorizado o requerido. Realizar el 100% de las podas y cortes con técnicas adecuadas. Proteger el 100% la vegetación adyacente a los sitios de trabajo. Disponer adecuadamente el 100% de los residuos generados en las actividades de remoción vegetal.
Impacto a controlar Alteración del paisaje. Perdida de especies nativas o endémicas. Alteración de los procesos de erosión del terreno por pérdida de cobertura vegetal.	**Tipo de Medida** Prevención Mitigación
DESARROLLO DEL PROGRAMA	
1. Identificación forestal de las zonas de intervención. Se realizó la identificación de las coberturas vegetales presentes en el sitio. Ver anexo 1. Donde se describe la cobertura vegetal como Tejido urbano continuo, Son espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más de80% de la superficie del terreno. La vegetación y el suelo desnudo representan una baja proporción del área del tejido urbano. Se evidencian especies con DAP superiores a 10 cm, en su mayoría sembrados por los propietarios de los predios, por lo cual se recomienda la realización de inventario forestal previo.	

Realizar el trámite de aprovechamiento forestal de las especies inventariadas que sea requerida su intervención para la ejecución de las obras.

2. Protección de zonas no intervenidas

Realizar la protección adecuada de los árboles o zonas verdes adyacentes a las obras, mediante el aislamiento con tela verde o cinta de protección, para evitar daños que se puedan causar con la ejecución o en la construcción de accesos al sitio de obra.

Se deberán garantizar medidas de control para movimientos de maquinaria y equipo para que son sus maniobras no afecte las ramas de árboles ni la vegetación adyacente.

De igual manera se prohíbe usar los árboles que permanecen en pie para ejecutar cualquier tipo de construcción provisional, su uso para ubicar materiales o elementos personales de los trabajadores.

No se permitirá la remoción de vegetación o árboles para ubicación de infraestructura temporal o disposición de materiales.

3. Disposición de residuos vegetales

Disponer el material vegetal de manera adecuada, en las escombreras autorizadas que se relacionan en el programa de manejo integral de residuos sólidos y RCD.

Los productos de tala podrán ser donados a la comunidad para usos domésticos y deberán destinarse para cercas, construcciones domésticas, varas entre otros. Para ello se deberá contar con un acta de donación como soporte de esta disposición.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades de construcción y se mantendrá hasta su terminación.	En el área de obras de mitigación del barrio La Independencia.
RESPONSABLES	
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental	

Tabla 85. Evaluación de efectividad PMA-2

PMA - 2	**MANEJO DE FAUNA SILVESTRE Y PROTECCIÓN DE HÁBITATS**
Establecer medidas de para garantizar la protección de la fauna localizada en la zona de influencia directa del proyecto, mediante medidas de control y capacitación a los trabajadores.	
Objetivos Minimizar la afectación a la fauna silvestre, que pueda generarse por las actividades constructivas y operativas del proyecto. Proteger la fauna silvestre presente en el área de intervención del proyecto	**Metas** Número de reportes de individuos afectados = 0 Número de individuos rescatados = al número de individuos relocalizados. Numero de capacitaciones relacionadas con protección de la fauna = Numero de capacitaciones programadas.
Impacto a controlar Afectación, muerte o daño de especies de fauna silvestre.	**Tipo de Medida** Prevención Mitigación

DESARROLLO DEL PROGRAMA

1. **Ahuyentamiento, rescate y relocalización de individuos de fauna.**

El área de trabajo se encuentra intervenida antrópicamente, pero existe en el área una presencia importante de vegetación que puede ser albergue de fauna y por tanto debe descartarse su presencia.

Se recomienda realizar una revisión general previa a la intervención con el fin de descartar la presencia de nidos o madrigueras. Importante reportar estas acciones previas en el informe de cumplimiento ambiental, con su respectivo registro fotográfico.

2. **Programas de capacitación y educación ambiental**

En la inducción ambiental se deberá sensibilizar al personal sobre la importancia de la preservación de los recursos naturales entre ellas la protección de la fauna.

Los temas que se involucrarán serán los siguientes:

- Normas generales de conducta dentro de la obra.
- Manejo de la fauna silvestre en la zona del proyecto.
- Leyes normativas sobre protección de fauna y las sanciones existentes para quienes las infrinjan.

3. Prohibición de las actividades de caza y comercialización

Se prohibirá la caza por parte de los trabajadores vinculados de cualquier especie de fauna presente en la zona de intervención.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades de construcción y se mantendrá hasta su terminación.	En el área de obras de mitigación del barrio La Independencia.
RESPONSABLES Y PERSONAL REQUERIDO	
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental, biólogo o veterinario.	

Tabla 86. Evaluación de efectividad PMA-3

PMA - 3	**MANEJO DE EXCAVACIONES**

Con este programa se busca garantizar la estabilidad y la seguridad en las excavaciones o perfilamiento de taludes realizadas en el proyecto.

Objetivo	**Metas**
Prevenir la ocurrencia de derrumbes en el proyecto. Manipular correctamente los equipos y maquinaria para evitar de esta forma accidentes en el proyecto.	# De derrumbes ocurridos durante las obras = 0 # de accidentes ocurridos durante las excavaciones = 0 Numero de frentes de obra cumpliendo con las medidas de manejo ambiental = 100%

Impactos a controlar	**Tipo de Medida**
Activación de procesos erosivos o derrumbes. Alteración de la calidad del aire Alteración de suelo orgánico	Prevención Corrección

DESARROLLO DEL PROGRAMA

Las actividades de perfilado y excavación deben estar diseñadas de tal forma que se garantice la estabilidad del área intervenida, estas actividades se realizaran con la supervisión técnica de un profesional en seguridad y salud en el trabajo.

De ser requerido se deberán establecer medidas activas de protección del talud ya sea mediante la ubicación de plástico grueso o chafarreo de zonas de riesgo.

En el caso que se evidencie algún problema de inestabilidad se procederá a implementar medidas correctivas requeridas y la recuperación morfológica correspondiente.

Los materiales excavados deberán ser ubicados en sitios de almacenamiento temporal, con una distancia mínima de 1.5 metros del borde de la excavación.

Si se requiere el establecimiento de sitios de acopio temporales de material de excavación estos deberán ubicarse en sitios desprovistos de vegetación y cubrirse adecuadamente para evitar su dispersión.

Durante el perfilado o intervención del talud, se recomienda la ubicación de protección mediante barricadas en la base del talud para evitar el desplazamiento de materiales hacia la vía, así como la ubicación de tela verde para prevenir el acceso a las zonas de excavación.

No se podrá disponer materiales sobre vías, senderos peatonales o zonas verdes.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades de excavación hasta la estabilización definitiva.	En el área de obras de mitigación del barrio la independencia.
RESPONSABLES	
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental	

Tabla 87. Evaluación de efectividad PMA-4

PMA – 4	**MANEJO Y TRANSPORTE DE ESCOMBROS, MATERIALES SUELTOS Y AGREGADOS MINERALES Y RCD.**
Este programa busca establecer mecanismos que conduzcan a lograr adecuadas condiciones de almacenamiento, transporte y manejo de escombros y materiales sueltos para la construcción, derivados de las actividades del Proyecto.	
Objetivo Realizar un adecuado manejo, transporte y disposición final de los escombros y excedentes de excavación producidos en las actividades del proyecto.	**Metas** Evitar las emisiones de material particulado. Disponer el total de los escombros y materiales en sitios autorizados. Evitar la ocupación de áreas no permitidas por la disposición inadecuada de escombros.

Impactos a controlar	**Tipo de Medida**
Afectación a la comunidad Alteración de la calidad del suelo Alteración de la calidad del aire Deterioro del paisaje por inadecuada disposición de residuos de excavación y escombros.	 Prevención Corrección

DESARROLLO DEL PROGRAMA

1. **Adquisición de materiales**

Los agregados minerales deben provenir de los sitios debidamente avalados, con sus permisos y licencias ambientales y mineras vigentes.

2. **Almacenamiento de Materiales de construcción**

Los materiales de construcción ubicados dentro del frente de trabajo o almacenados temporalmente en los sitios aprobados para tal fin deben permanecer perfectamente demarcados y cubiertos.

Todo material de construcción depositado a cielo abierto en los frentes de obra y que no pueda ser utilizado durante la jornada laboral permanecerá debidamente demarcado, cubierto y señalizado.

Los sitios de almacenamiento temporal deberán estar alejados de escorrentías, canaletas, obras hidráulicas y deberán estar protegidos para evitar el arrastre con el agua superficial.

Los materiales no deben ubicarse sobre zonas peatonales o predios privados sin previo permiso.

3. Medidas para el transporte de materiales

Asegurar que los vehículos que transportan escombros tengan los platones o carrocerías adecuados para asegurar que la carga quede contenida en su totalidad, evitando perdidas de material durante el traslado.

Se debe tener presente que al cargar la volqueta el material no debe sobrepasar el nivel de enrase del volco para evitar así el derrame de materiales.

Es obligatorio cubrir la carga transportada con el fin de evitar dispersión de la misma o emisiones fugitivas, la cobertura debe caer sobre el contenedor 30 cm a partir del borde superior del platón vehículo.

El contenedor o platón debe estar constituido por una estructura continua que en su contorno no contenga roturas, perforaciones, ranuras o espacios.

Se deberá garantizar medidas de protección para evitar que el material de corte se desplace a zonas verdes.

En caso de presentarse algún derrame accidental de concreto o algún material, éste deberá recogerse de forma inmediata.

CRONOGRAMA DE EJECUCION	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio La independencia.
RESPONSABLES	
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental	

Tabla 88. Evaluación de efectividad PMA-5

PMA - 5	**MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y RCD**
En la etapa de construcción es necesario contar con un programa para clasificar, almacenar correctamente, reutilizar, reciclar y disponer adecuadamente los residuos sólidos generados y material sobrante de la obra, con el fin de prevenir, controlar o mitigar los efectos adversos que puedan generarse como: contaminación del agua y suelo, generación de olores, vectores y roedores, generación de lixiviados, contaminación visual.	
Objetivo Garantizar la recolección, almacenamiento y disposición final de los residuos sólidos generados en el campamento y en las instalaciones provisionales de la obra. Establecer e implementar un programa de separación, manejo, transporte y disposición final para todos los residuos sólidos generados en el proyecto que tienda a minimizar la generación de residuos y promover medidas de reciclaje.	**Metas** Mantener condiciones adecuadas de orden y aseo en la obra. Gestionar adecuadamente todos los residuos generados. Contar con el 100% de las certificaciones de disposición de residuos generados durante la ejecución de las obras.
Impacto a controlar Proliferación de roedores y vectores Generación de olores ofensivos. Contaminación del suelo Problemas paisajísticos Contaminación del agua	**Tipo de Medida** Prevención Mitigación
DESARROLLO DEL PROGRAMA **1. Clasificar y reducir en la fuente.** Se ubicarán puntos de acopio de residuos en cada uno de los frentes de trabajo de acuerdo con el código de colores establecido mediante la resolución 2184 de 2019. Se debe garantizar la separación de aquellos materiales RCD que son susceptibles de aprovechamiento. De acuerdo con la resolución 472 de 2017. De acuerdo con las características del proyecto los residuos más comunes podrían ubicarse de la siguiente forma:	

Se marcarán los recipientes así:

A. Residuos ordinarios o comunes (Color negro). Dentro de este recipiente se ubicarán todos los residuos de tipo ordinario que no representan valor comercial tales como: Residuos de alimentos, papel y plástico contaminados con alimentos, icopor papel aluminio, papeles sanitarios entre otros.
B. Reciclaje de vidrio, papel y cartón. (color blanco). Dentro de este recipiente se ubicarán aquellos residuos de cartón provenientes de los empaques de los insumos del proyecto, papel de oficinas, envases de vidrio entre otros materiales reciclables.
C. Residuos Orgánicos aprovechables. (Color verde).



Imagen 6. Código de colores, manejo de residuos

D. Residuos Peligrosos (Color Rojo): Los residuos de tipo peligroso tales como envases o elementos contaminados con combustibles, residuos de enfermería, pegantes u otros insumos que hayan tenido con sustancias químicas peligrosas deberán disponerse en este tipo de color. Así como los elementos contaminados con combustibles y sustancias químicas.

E. Los RCD que puedan generarse tales como chatarra, sobrantes de excavación y escombros deberán manejarse de manera separada en los sitios de generación.

2. Almacenamiento

Los recipientes para el almacenamiento de residuos deben ser apropiados para la cantidad de residuos a generar, deben ser lavables y de fácil manipulación.

Los puntos ecológicos deben estar ubicados en sitios cubiertos del sol y la lluvia o en su defecto con una tapa protectora y ubicarse lo más cerca posible de los sitios de generación.

Todas las canecas utilizadas deberán contar con bolsas de colores de acuerdo con el tipo de color del recipiente.

Los residuos de tipo reciclable y ordinario se almacenarán en bolsas plásticas, en un sitio cubierto del sol y la lluvia y alejado de los cuerpos de agua, y en sitios que permitan controlar la presencia de roedores el tiempo de permanencia en la obra no superará las 24 horas.

3. Disposición final —reutilización, reciclaje y tratamiento—.

Se deberán informar sobre los horarios de recolección de residuos y realizar acuerdos con la empresa de aseo para la entrega de los residuos generados durante las obras.

Los residuos aprovechables que puedan generarse, como cartón, PET, PVC deberán entregarse a un gestor autorizado.

Los residuos peligrosos deberán ser entregados a un gestor autorizado del municipio y se deberán anexara los informes los certificados de esta disposición.

Para la disposición de los escombros y material sobrante, en el área metropolitana se cuenta actualmente con las siguientes escombreras autorizadas:

- Escombrera “Rancho Grande”, ubicada en el Km 2 Vía Piedecuesta – Bogotá antiguo INTRA, en el municipio de Piedecuesta. Autorizado mediante Radicado CDMB 11581 de 2009.

- Escombrera “El Parque”, ubicada en la escarpa del costado sur occidental de la meseta de Bucaramanga sobre la calle 104 del Barrio Porvenir de la ciudad de Bucaramanga. Autorizado mediante Radicado CDMB 11877 de 2013.

• Escombrera Cemex Suratá, ubicada en el Km4 de la vía al mar desde el municipio de Bucaramanga. Autorizado mediante Radicado CDMB 12235 de 2020.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio La independencia. Áreas de Campamentos.
RESPONSABLES	
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental Trabajadores vinculados al proyecto	

Tabla 89. Evaluación de efectividad PMA-6

PMA – 6	**MANEJO AMBIENTAL DE CAMPAMENTOS E INSTALACIONES PROVISIONALES**
La implementación de este programa permite que el proyecto cuente con sitios adecuados para el aseo personal, consumo de alimentos y cambio de ropa de los trabajadores; oficinas de obra y sitios para almacenamiento de materiales necesarios para el desarrollo de las actividades propias de construcción.	
Objetivo Realizar un adecuado manejo, transporte Minimizar el impacto ambiental durante la adecuación, instalación y funcionamiento del campamento e instalaciones provisionales.	**Metas** Asegurar que la totalidad de las aguas residuales generadas sean gestionadas adecuadamente. Dotar la obra de instalaciones provisionales para el personal.
Impactos a controlar - Alteración del paisaje. - Alteración de la capa orgánica y contaminación de suelos. Generación de olores.	**Tipo de Medida** Prevención Corrección
DESARROLLO DEL PROGRAMA	

1. Instalación de campamento

Se deberá contar con un campamento de obra con condiciones adecuadas para que el personal guarde sus pertenencias, donde puedan consumir sus alimentos y contar con un espacio para el descanso.

Se deberá contar con servicio de agua para la hidratación y la higiene de manos.

Se deberá contar con instalaciones sanitarias portátiles suficientes para el personal presente en el proyecto o garantizar la disponibilidad de uso en una oficina o bodega cercana los frentes de trabajo, lo importante es que se encuentre conectada a la red de alcantarillado local.

Se debe realizar un adecuado control de los residuos líquidos que se generan en el proyecto, por ningún motivo se podrán disponer sobre el espacio público, sumideros o zonas verdes.

El campamento deberá contar con los elementos mínimos para la atención de emergencias los cuales se describen en el programa de educación, inducción y seguridad industrial. Al finalizar las obras se deberán desmantelar todas las instalaciones provisionales que se hayan establecido en el sitio del proyecto.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio La independencia. Campamentos.

RESPONSABLES
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental

Tabla 90. Evaluación de efectividad PMA-7

PMA – 7	**SEÑALIZACIÓN TEMPORAL Y AISLAMIENTO DEL ÁREA DE CONSTRUCCIÓN**
Este programa comprende la implementación de medidas encaminadas a garantizar la adecuada demarcación e información de las actividades a desarrollar durante la construcción, con el fin de brindar seguridad e integridad física de los trabajadores, visitantes y comunidad del municipio para evitar en lo posible la ocurrencia de accidentes y alteraciones a los flujos peatonales y vehiculares.	
Objetivo Garantizar una adecuada señalización y aislamiento del área de construcción.	**Metas** Aislar el 100% del área de construcción y garantizar la restricción de entrada y salida de personal no autorizado. Instalación de las señales requeridas en el desarrollo de la obra. Cero accidentes interno y externo que puedan ser atribuibles a deficiencias en la señalización.
Impactos a controlar Alteración del flujo peatonal y vehicular Alteración del entorno paisajístico Incomodidades a la comunidad Riesgos de ocurrencia de accidentes	**Tipo de Medida** Prevención Corrección
DESARROLLO DEL PROGRAMA	
Señalización preventiva Se deberá contar con señalización adecuada en el área del proyecto, con el fin de prevenir el acceso de personal no autorizado a sitios de obra y proteger a la comunidad vecina de cualquier contingencia. Durante la ocupación de la vía, se deberá contar con señalización preventiva vial, de acuerdo con lo establecido Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte – Resolución 1050 de 2004. La señalización instalada deberá retirarse una vez finalicen las actividades de obra.	

Deberá instalarse protección de sumideros, alcantarillas y demás elementos que puedan saturarse o afectarse con sedimentos el desarrollo de las obras. Garantizar siempre que la maquinaria cuente siempre con un auxiliar de tráfico para sus desplazamientos.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio La independencia. Campamentos.

RESPONSABLES
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental

Tabla 91. Evaluación de efectividad PMA-8

PMA – 8	**CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS Y RUIDO**
Este programa comprende todas aquellas medidas que permitan impedir o controlar las emisiones de gases de combustión, material particulado, polvo y ruido.	
Objetivo Establecer las medidas necesarias para prevenir y mitigar la alteración de la calidad del aire y ruido debido a fuentes fijas y fuentes móviles, durante las etapas de obras preliminares y construcción del proyecto. Establecer medidas para el control de olores ofensivos.	**Metas** Mantener controladas las fuentes de emisiones y ruido del proyecto, de tal forma que no se registren quejas y reclamos por parte de la entidad contratante. Reducir los riesgos sobre la salud de los trabajadores Mitigar los efectos del proyecto sobre la calidad del aire derivadas del movimiento de tierra y maquinaria. Minimizar la generación de ruido por acción de la operación de maquinaria y equipo.
Impacto a controlar Molestias a la comunidad Alteración de la calidad del aire Generación de ruido	**Tipo de Medida** Prevención Mitigación
DESARROLLO DEL PROGRAMA	
1. Manejo y control del material particulado Es muy importante para el desarrollo de este programa asegurar el adecuado aislamiento de las áreas de construcción. Seguimiento al humedecimiento periódico de las áreas o focos que puedan generar emisión de material particulado en exceso (excavación, traslado de materiales, traslado de escombros, aseo, entre otras). Asegurar que los vehículos involucrados en el proyecto cuenten con revisión tecnicomecanica vigente y se le realicen mantenimientos preventivos.	

Las volquetas deberán cubrir adecuadamente la carga transportada de acuerdo a lo establecido en el programa para el manejo y transporte de materiales de construcción y demolición.

2. Control del ruido

Garantizar el uso de elementos de protección auditiva para los trabajadores del proyecto en las actividades que sea necesario. (uso de taladros, maquinaria y equipo).

Las actividades generadoras de altos niveles de ruido deberán desarrollarse en horarios adecuados diurnos, suspendiendo actividades durante las horas de descanso, con el fin de evitar molestias a la comunidad.

De requerirse jornadas extendidas de trabajo se deberá tramitar el respectivo permiso con la entidad territorial y socializar las actividades con la comunidad vecina a las obras.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio la independencia.
RESPONSABLES	
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental	

Tabla 92. Evaluación de efectividad PMA-9

PMA – 9	**MANEJO AMBIENTAL DE VEHÍCULOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS**
Este programa busca garantizar que la maquinaria y vehículos vinculados al proyecto cumplan con la normatividad ambiental y se incorporen sin causar mayor deterioro en el área de influencia del proyecto.	
Objetivo Establecer los requerimientos y procedimientos para el manejo de los vehículos, maquinarias y equipos de construcción que presten sus servicios al proyecto, cumpliendo con las normas ambientales y de transporte.	**Metas** Realizar mantenimiento preventivo - rutinario a toda la maquinaria, equipos y vehículos (cada 200 horas aproximadamente según horómetro) Cumplir el 100% de las medidas ambientales establecidas para minimizar los impactos ambientales en la operación de los vehículos maquinarías y equipos.
Impacto a controlar Alteración de la calidad del aire por gases y material particulado. Alteración de los niveles de ruido.	**Tipo de Medida** Prevención
DESARROLLO DEL PROGRAMA	
1. Documentos del vehículo y estado general: En el proyecto solo se contratarán vehículos que tengan actualizados los Certificados de Revisión Técnico Mecánica y el Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito, SOAT. Previo al inicio de una maniobra u operación, el Residente Ambiental y de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional verificará el estado de mantenimiento y conservación de los vehículos, la maquinaria y equipo destinado para atender las actividades de construcción, ordenando, si es del caso, su retiro del área de trabajo, al encontrar una novedad que no se le pueda dar solución en el sitio. **2. Capacitación de los conductores:**	

Se verificará constantemente las competencias de los conductores y operadores de los vehículos, maquinaria y equipos, a su ingreso, revisando que tengan la Licencia de Conducción vigente o los Certificados de Idoneidad, según el caso.

3. Manejo de combustibles

El mantenimiento a la maquinaria debe hacerse en centros autorizados (cambio de aceite y limpieza de filtros) de acuerdo al modelo y a sus necesidades de mantenimiento, según el trabajo de la misma o según el cronograma de mantenimiento de cada máquina.

Si se almacenan combustibles en el sitio de trabajo se deberá contar con un kit para atención de derrames, y deberá estar cerca de las zonas de abastecimiento de combustible.

El abastecimiento de combustibles deberá realizarse con ayudas mecánicas para evitar derrames accidentales.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio La Independencia.
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental	

Tabla 93. Evaluación de efectividad PMA-10

PMA – 10	**EDUCACIÓN, INDUCCIÓN DE PERSONAL Y SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**
Este programa se constituye como una herramienta para lograr un desarrollo del proyecto evitando los accidentes de trabajo, de igual forma es de vital importancia las capacitaciones al personal de la obra en los temas de manejo ambiental con el fin de concientizar y promover el cuidado al medio ambiente y la efectiva aplicación de los programas de manejo ambiental.	
Objetivos Minimizar los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales, brindado al personal de obra y a la comunidad en general un ambiente seguro; basados en la normatividad de riesgos profesionales vigente. Promover en los operarios el interés por el cuidado del medio ambiente	**Metas** Mantener las condiciones de vida y de salud de todos los trabajadores y mantenerlo en su más alto nivel de eficiencia, bienestar físico, mental y social. Minimizar la ocurrencia de accidentes leves, cero accidentes mortales y cero accidentes graves Proteger a las personas que visitan la zona de influencia del proyecto al igual que todos los trabajadores. Mitigar y controlar los impactos negativos al medio ambiente.
Impacto que controlar Afectación de la salud del personal de la obra por ocurrencia de accidentes de trabajo o enfermedades profesionales. Afectación de la salud de la comunidad que reside o transita por el sector.	**Tipo de Medida** Prevención
1. Capacitación de personal Todo el personal del proyecto deberá recibir charla de inducción donde se socialice el contenido de los programas del plan de manejo ambiental. De forma periódica se deberán realizar charlas sobre los siguientes temas propuestos: - Normas generales de conducta dentro del proyecto. - Manejo de la fauna silvestre en la zona del proyecto.	

- Leyes normativas sobre protección de fauna y las sanciones existentes para quienes las infrinjan.
- Manejo integral de residuos sólidos.
- Manejo ambiental de campamentos e instalaciones provisionales
- Orden y aseo.
- Capacitaciones diarias en temas de seguridad y salud en el trabajo.

Se deberán tratar como mínimo 2 temas de capacitación mensual.

2. Seguridad y salud en el trabajo

Se deberá contar con un programa de Seguridad y Salud en el trabajo para la ejecución del proyecto.

Se deberá contar en el proyecto con un profesional en el área de seguridad y Salud en el trabajo que realice inspecciones planeadas que permitan garantizar la seguridad y salud de los trabajadores.

Se deberá contar con los elementos de atención de emergencias. (Extintor, camilla y botiquín). Elementos que deben ser adecuados y suficientes de acuerdo al número de personas y campamentos.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio La independencia.
RESPONSABLES	
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental	

Tabla 94. Evaluación de efectividad PMA-11

PMA – 11	**INTERVENTORÍA Y MONITOREO AMBIENTAL**
Este programa tiene como finalidad principal, darles estricto cumplimiento a los programas definidos en el Plan de Manejo Ambiental.	
Objetivo Controlar y garantizar el cumplimiento de los lineamientos ambientales establecidos, para mitigar, compensar y prevenir los impactos ambientales negativos que se puedan generar durante en la construcción del proyecto.	**Metas** Dar cumplimiento a los programas establecidos en el plan de manejo ambiental. Establecer un seguimiento y control ambiental durante todas las etapas del proyecto.
DESARROLLO DEL PROGRAMA	
1. Seguimiento por parte de personal idóneo Se recomienda contar con un profesional en el área de la ingeniería ambiental para la ejecución y seguimiento de los programas establecidos en el presente Plan de Manejo Ambiental. El personal responsable deberá encargarse del estricto cumplimiento de las medidas de manejo establecidas en los programas y cumplir con las siguientes actividades propuestas: **2. Actividades de seguimiento** Efectuar comprobaciones, chequeos, inspecciones para verificar la ejecución de los programas. Consignar las observaciones en una bitácora o libro de obra sobre las actividades realizadas. Verificar el cumplimiento de los correctivos, compromisos y responsabilidades que surjan de la Autoridad Ambiental o la entidad contratante.	

Verificar la eficiencia y eficacia de los diferentes programas para el adecuado manejo ambiental de obras civiles, y en caso necesario llevar a cabo las correcciones necesarias. Consignar en la bitácora las actividades realizadas, las inconsistencias de tipo ambiental que se detecten, solicitando las oportunas reparaciones y correcciones, según el caso.

Constatar las sugerencias, inquietudes y reclamos relacionados con los asuntos ambientales formulados por los empleados y trabajadores, por la comunidad en general, por la Autoridad Ambiental, o demás Autoridades, dejando constancia de ellas en la bitácora.

Realizar la medición de cada uno de los indicadores sugeridos en los programas de manejo.

Verificar el cumplimiento de la compensación solicitada dentro del permiso de aprovechamiento forestal.

El profesional ambiental deberá emitir los informes mensuales sobre el avance de la implementación de los programas de manejo ambiental.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio La independencia.
RESPONSABLES	
Profesional ambiental.	

Tabla 95. Evaluación de efectividad PMA-12

PMA – 12	**INFORMACIÓN Y PARTICIPACIÓN COMUNITARIA**
Este programa se realiza con el objetivo de involucrar de manera positiva a las comunidades del área de influencia del proyecto, con el fin de lograr el desarrollo del proyecto en armonía con las comunidades.	
Objetivo Mantener informada la comunidad sobre el tipo de obras a ejecutar y sus impactos a la comunidad y al área de influencia. Realizar una identificación de los aspectos sociales del área del proyecto, con el fin de establecer actividades de manejo para disminuir las afectaciones al área de influencia directa.	**Metas** Quejas y reclamos asociados al proyecto: 0 Actividades programadas con la comunidad / actividades ejecutadas con la comunidad * 100 = 100% Dar respuesta efectiva al 100% de quejas y reclamos interpuestos por las autoridades y comunidades del área de influencia. Actas de vecindad requeridas y ejecutadas al 100%
DESARROLLO DEL PROGRAMA	
1. Actas de vecindad Se deberán realizar las actas de vecindad y obtener los permisos requeridos por los propietarios de los predios a intervenir y los cercanos a ellos. Estas actas deben ser firmadas por sus propietarios o por quien este autorice de manera formal. **2. Información a la comunidad** Se deberá realizar una reunión de inicio del proyecto con la comunidad, donde se presenten las fases, la organización de las obras y las afectaciones y medidas de control y mitigación que se van a implementar. Se debe informar a la comunidad sobre los mecanismos para la presentación de peticiones quejas y reclamos asociados con las obras, así como la forma de atención de los mismos, de acuerdo a lo que se determine ya sea en horarios de atención física, a	

través de correos electrónicos o líneas telefónicas. Lo importante es que exista un medio de comunicación para la comunidad y los líderes comunales.

CRONOGRAMA DE EJECUCION	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio La independencia.

RESPONSABLES
Ing. Residente de obra. Profesional social o ambiental.

6.2 PLAN DE MANEJO DE TRANSITO

6.2.1 Tipo de Obra

Este proyecto pretende realizar obras de mitigación puesto que se presentó un deslizamiento de tipo traslacional, que afecto un área aproximada de 1 hectárea y a lo largo de la via, se han presentado pequeños deslizamientos.

En las inspecciones de campo se identificaron grietas de tracción y superficies de ruptura, sobre el talud superior de la vía Bucaramanga – Matanza o Calle 3. Los desplazamientos que se han presentado en este sector han ocasionado el colapso de varias viviendas, cierre parcial de la vía y daños en redes de servicios públicos.

En este sector se plantean las siguientes obras de mitigación:

- Construcción de anclajes activos de 25 metros de longitud sobre los taludes expuestos, con separación vertical y horizontal de 2.0 metros.
- Como medida de control de erosión para evitar que se sigan aumentando los problemas de inestabilidad, se recomienda el uso de concreto lanzado.
- Con el fin de disminuir la probabilidad de ascensos de los niveles freáticos en el área en estudio, se recomienda la construcción de drenes de penetración de 30 metros de longitud, en la parte baja del proyecto con un espaciamiento de 6.0m horizontalmente.
- Para el manejo de las aguas de escorrentía directa, se proponen zanjas de coronación y estructuras de disipación de energía

6.2.2 Tiempo de Ejecución

El tiempo de ejecución del proyecto es de diez (10) meses, contados desde la fecha establecida mediante la orden de inicio impartida por la entidad contratante.

Ver documento adjunto – Cronograma de Obra
Horario de trabajo: de 7:00 am a 05:00 pm de lunes a viernes y sábados de 07:00 am a 12:00 pm

6.2.3 Equipo a Emplear

En esta etapa de construcción del proyecto se empleará la siguiente maquinaria, las cuales tendrán inspecciones permanentes para verificar el cumplimiento de la señalización, transporte de materiales, entre otras, dando cumplimiento al Código Nacional de Tránsito.

Tabla 96.Relación de maquinaria
Fuente: Elaboración propia.

HERRAMIENTAS Y EQUIPOS MÍNIMOS PARA OBRA CIVIL		
DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD
Volquetas	Capacidad mínima de 6 metros cúbicos	3
Mezcladora Concreto	Capacidad Mínimo de un (01) bulto	3
Vibrador de Concreto	Eléctrico tipo agua	3
Retroexcavadora	Automática	1
Compactador Manual tipo rana	Compactador manual (saltarín) peso operación mayor 52 (Kg).	3
Martillo demoledor	Demoledor hexagonal mínimo 30 Jis	3
Pulidora	Manual de 7 a 9 pulgadas	6

6.2.4 Características de la Zona de Influencia

6.2.4.1 Zona de Influencia

De acuerdo con los lineamientos establecidos en el Manual de Señalización en su capítulo 4, Numeral 4.7, relacionado con planes de manejo de tráfico, la zona de influencia para obras de interferencia media como lo es este proyecto.

A partir de la anterior consideración y de acuerdo con las características de la vialidad y los usos del suelo predominantes (Residencial 2 y 4).



Figura 62.Área de influencia del Proyecto.
Fuente:POT ONLINE.

Tabla 97.Usos del suelo por sector.
Fuente: Elaboración propia.

ID	DIRECCIÓN	USO DEL SUELO								
		R1	R2	R3	R4	C1	C2	C3	M1	D
1	calle 3 a la altura del barrio la Independencia		X		X					

6.2.4.2 Normas de ordenamiento territorial

De acuerdo con el Plan de Ordenamiento territorial de Bucaramanga tenemos que el área objeto de la intervención del proyecto, corresponde a los siguientes subsistemas normativos.

De acuerdo con el Plan de Ordenamiento territorial de Bucaramanga tenemos que el área objeto de la intervención del proyecto, corresponde a los siguientes subsistemas normativos.

- **Subsistemas de Infraestructura vial**

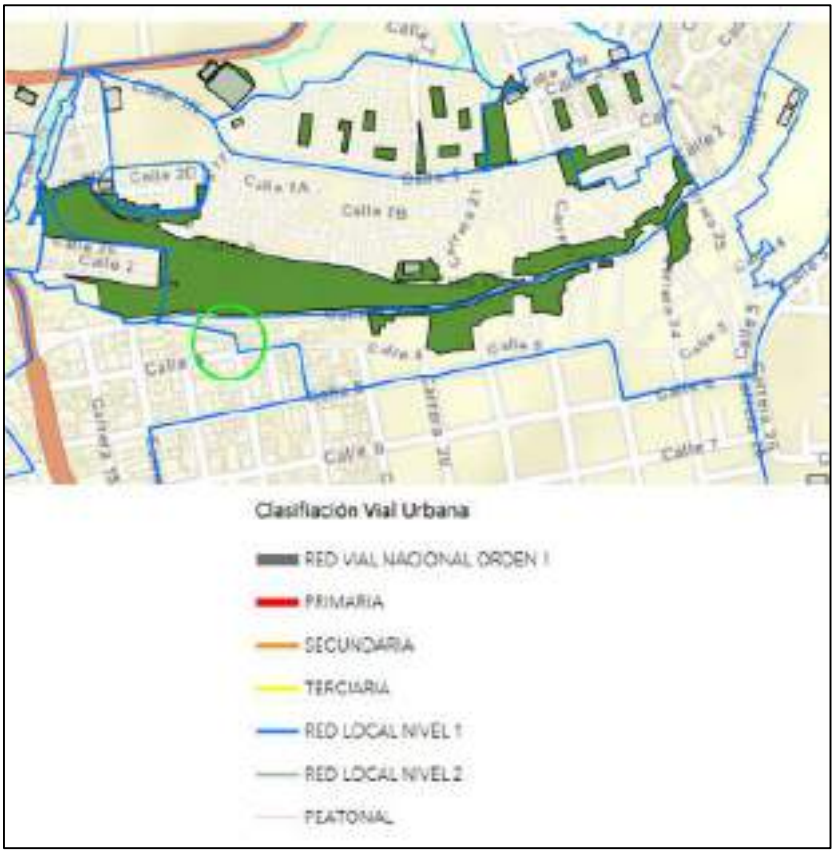


Figura 63.U1 Subsistema de infraestructura Vial.
Fuente:POT 2da generación Bucaramanga.

El proyecto se encuentra generalmente en vías de orden Red Local Nivel 1 como lo es la calle 3 a la altura del barrio la Independencia.

Tabla 98.Tipología vial por sectores.
Fuente: Elaboración propia.

ID	DIRECCIÓN	Red Local Nivel 2	Red Local Nivel 1	Arteria Terciaria	Arteria secundaria	Arteria Primaria
1	Calle 3		X			

6.2.4.3 Sitios especiales de Influencia

En el área de influencia descrita se ubican lugares que por su actividad afectan de manera particular la movilidad del sector.

- **Inventario de sitios especiales sobre zona de influencia**

En la zona de influencia se encuentran locales comerciales y viviendas residenciales, los cuales generan conflictos por el manejo de los peatones los cuales hacen referencia a estudiantes y visitantes, también cuenta con un número importante de vehículos que transitan por los diferentes sectores.

Tabla 99.Sitios especiales
Fuente: Elaboración propia.

ID	DIRECCIÓN	Sitios Especiales
1	**Calle 3, Barrio la Independencia**	**Velas y veladoras san marcos, Fortem Victorie, Cromotec SAS, Salud Vida Eps**

6.2.4.4 Señalización existente y sentidos viales

Debido al tipo de proyecto, no se pudo establecer un inventario de todas las señales existentes; sin embargo, se aclara que toda señal vertical que implique el desmonte con el fin de realizar las adecuaciones en los andenes, debe ser nuevamente instalada en la posición inicial para no generar conflictos de movilidad y garantizar la seguridad vial en el sector.
El inventario de señalización afectada se ira adelantando en los comités de tráfico mensuales y debidamente reemplazadas por otras definitivas.

Tabla 100.Señalización existente.
Fuente: Elaboración propia.

Ítem	Ubicación	Descripción
a		Vía con sentido Sur Norte, cuenta dos calzadas de un carril con líneas blancas e los extremos y línea amarilla continua en su interior, lo que indica que es una vía con doble flujo. Esta vía se encuentra ubicada en la Calle 3, Barrio la Independencia y se trata de una zona residencial, rodeada de edificios y casas residenciales, por lo cual su velocidad es de 30 km.
b		Vía con sentido occidente oriente, cuenta dos calzadas de un carril con líneas blancas e los extremos y línea amarilla continua en su interior, lo que indica que es una vía con doble flujo. Esta vía se encuentra ubicada en la Calle 3, Barrio la Independencia y se trata de una zona residencial, rodeada de edificios y casas residenciales, por lo cual su velocidad es de 30 km.

6.2.4.5 Perfiles Viales

A continuación, se presentan los diferentes perfiles viales encontrados en las vías directamente afectadas por la obra. Cabe aclarar que se tomaron medidas tipo y que la sección transversal puede cambiar en algunos segmentos de la vía.

Tabla 101.Perfiles viales
Fuente: Elaboración propia.

ID	DIRECCIÓN	Anden 1	Calzada	Anden 2	Pavimento	Estado	Sentido Vial
1	**Calle 3, Barrio la Independencia**	**2,3**	**7**	**2**	**FLEXIBLE**	**BUENO**	**BIDIRECCIONAL**

El inventario especifico se ira registrando en los comités mensuales de tránsito y que serán evaluados para su debida implementación.

6.2.4.6 Accidentalidad

Los accidentes se deben prevenir, evaluando sus causas se toman previsiones que mejoren las condiciones de operación a los conductores y establezcan elementos de seguridad para los peatones. Se debe determinar puntos críticos de accidentalidad se deben llevar estadísticas de los accidentes y localización a fin de tomar las medidas correctivas a que haya lugar.

6.2.4.7 Manejo de Tipologías de transporte

Las obras que se realizan en las vías públicas representan un riesgo a la seguridad de los usuarios, ya sea peatones, conductores y/o trabajadores. Por lo tanto, es necesario establecer medidas de control y mitigación, de tal forma que se minimice la posibilidad de ocurrencia de accidentes o bien disminuir sus consecuencias.
La legislación vigente indica claramente que quien ejecute trabajos en las vías públicas, está obligado a instalar y mantener de día y de noche la señalización, además de seguridad adecuada a la naturaleza de los trabajos. Con el fin de orientar de manera precisa a los usuarios de la vía, se debe implantar señales informativas, reglamentarias y preventivas, junto con la debida señalización de primer nivel, aproximación a obra y la canalización mediante dispositivos canalizadores de tránsito.
En cuanto a la responsabilidad ante daños producidos en accidentes por incumplimiento de esta legislación, ésta recae en los que ejecutan la obra y en los que la encargan.

6.2.4.7.1 Tránsito vehicular particular

El proyecto no contempla intervención de las vías adyacentes al proyecto, por lo que la circulación se mantendrá sobre los carriles existentes; Así mismo si es necesario

resaltar que debido al alcance del proyecto no se generaran desvíos sobre este tránsito.

6.2.4.7.2 Tránsito vehicular transporte publico

El proyecto no contempla intervención de las vías adyacentes al proyecto, en la zona de influencia del proyecto se evidencian rutas de transporte público ***las cuales no se verán afectadas en su operación dado que el alcance del proyecto no contempla cierres viales totales.***

Tabla 102.Rutas de transporte
Fuente: AMB.

1	GALÁN MODELO ESTUDIO	UNITRANSA S.A.	13	20	7	13
2	Piloto ruta 28: BUENAVISTA - MORRORRICO - CARRERA 9 - SIDEM - CRISTAL BAJO	UNITRANSA S.A.	18	25	8	12
5	CARRIZAL - CALLE 45 - CABECERA - PORTÓN DEL TEJAR - CAMPANAZO	UNITRANSA S.A.	18	25	7	13
13	LA FERIA - CENTRO - LUIS - LA VICTORIA	UNITRANSA S.A.	4	7	10	20
14	CRISTALES - REAL DE MINAS - MUTIS	TRANSCOLOMBIA S.A.	21	25	7	13
16	Piloto ruta 28: BUENAVISTA - REAL DE MINAS - SIDEM - PORTÓN DEL	COOTRANSCAM	16	20	4	13
17	CARACOLÍ - CARRETERA ANTIGUA - CARRERA 33 - CENTRO	LUSITANIA S.A.	18	20	5	10
18	LAURELES - CRISIS - FERPOSO - CARRETERA ANTIGUA - GONZALES VALENCIA - CARRERA 15 - CENTRO	LUSITANIA S.A.	18	27	9	18
19	ESTORAQUES - PINOS	ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A.	17	23	7	0
32	BELLAVISTA - POBLADO - REAL DE MINAS - LUS	TRANSPORTES GIRÓN S.A.	12	24	7	0
38	CUFF - POLIDEPORTE - PUERTA DEL SOL - LUS	METROPOLITANA DE SERVICIOS S.A.	17	32	10	0
39	BRISAS DEL CAMPO - RINCÓN - REAL DE MINAS - LUS	ORIENTAL DE TRANSPORTES S.A.	18	23	8	0
40	CAMPIÑA - POBLADO - CARRERA 33	COOTRASAN LTDA.	13	24	5	16

6.2.4.7.3 Tránsito de peatones

En caso de presentarse restricciones al espacio público, se dispondrá de todos los elementos necesarios exigidos por las normas para dar seguridad y accesibilidad a los peatones, se implementarán señales verticales y horizontales.

En caso tal de que un peatón presente alguna discapacidad o se presente una emergencia, se le prestara la debida ayuda por medio del personal encargado especialmente para dichos eventos.

Este proyecto abarca todo el campo peatonal directo y que dispondrá de senderos perimetrales a la zona de obra, debidamente señalizados con pendones informativos, cinta y colombinas.

Cada uno de los esquemas específicos serán presentados en los comités de tránsito mensuales.

6.2.4.7.4 Tránsito vehicular de carga

- Para la circulación de vehículos de carga, se mantendrán en circulación con paso restringido, igual que los demás tipos de vehículos, de acuerdo a la

restricción de 2.5 y superiores a 5 Toneladas para las vías del Área Metropolitana, de acuerdo a las disposiciones vigentes determinadas por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga. En caso de requerir cierre parcial de un carril con el fin de realizar maniobras de cargue y descargue de materiales, se podrá realizar la restricción vial en los horarios permitidos por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga, de acuerdo a la normatividad vigente.

- El Contratista gestionará por escrito a la Dirección de Tránsito de Bucaramanga (DTB) el permiso especial para la movilidad de los vehículos de carga, para lo cual deberá presentar, la documentación de las volquetas vinculadas al proyecto.

- Igualmente es responsabilidad del Contratista realizar un procedimiento para el transporte de maquinaria dentro y fuera de la zona de obra, el cual será avalado por la DTB, así mismo deberá gestionar el permiso especial para el tránsito de los vehículos de carga superiores a 15 Toneladas, en la cual se presenta la relación de los vehículos a utilizar, con las respectivas copias de SOAT, Revisión Técnico Mecánica, SIMIT y Tarjeta de Propiedad.

6.2.4.7.5 Ruta evacuación de escombros

Para las zonas de cargue, descargue de materiales y retiro de escombros, el contratista dispondrá espacios suficientes dentro de la zona donde se realiza la actividad cumpliendo con las medidas de seguridad industrial y normatividad ambiental para este tipo de actividades asegurando que no se genere ninguna clase de impacto en el flujo vehicular ni peatonal en la zona de influencia directa donde se llevaran a cabo las actividades, igualmente, con el objeto de mitigar alguna posibilidad de conflicto con el peatón y demás usuarios de las vías al sitio donde estarán las actividades el contratista mantendrá ubicado en el cerramiento de la zona un paletero debidamente capacitado para garantizar el paso seguro de los peatones.

NOTA: En ningún caso se hará uso de corredores viales donde se señala expresamente la prohibición del paso de vehículos de carga, en especial, sobre las indicadas en la Resolución 080 y las que la señalización lo indique. Se recomienda trazar variantes que se unan a los corredores viales en los horarios dispuestos para el transporte y acarreo de materiales indicados en la Resolución 080 de 2021 de la DTB.

Para efectuar el desplazamiento de escombro y/o residuos de las actividades se dispondrá de las rutas generales de la Resolución 080 del 2021 expedida por la

Dirección de Tránsito de Bucaramanga para realizar respectiva disposición en Escombrera El PARQUE de ser necesario.

6.2.5 Plan Específico de Manejo de Trafico

El Plan general de Manejo de Tráfico tiene como objetivo mitigar el impacto que puedan ejercer las obras de "**CONTRATO DE OBRA EN LAS MODALIDADES CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN Y ESTABILIZACIÓN EN EL SECTOR DE LA CALLE 3 A LA ALTURA DEL BARRIO LA INDEPENDENCIA EN EL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA – SANTANDER"**



Figura 64.Plano de Señalización general

Este PMT está basado en el estudio de campo realizado para determinar el uso de vías alternas, desvíos, restricciones y control de tráfico vehicular, además de los principios del Manual de Señalización Vigente, en donde se resalta que se debe garantizar la disponibilidad de la vía al tránsito en la forma más eficaz posible.
La dinámica de intervención de este proyecto plantea la ejecución de cierres viales de manera secuencial, la cual se describe junto con el plan de movilidad para cada intervención.

6.2.5.1 Esquemas de intervención con cierres de vías parciales

Con el fin de indicar la señalización que debe ser tenida en cuenta en los diferentes cierres viales, a continuación, se presentan los diferentes esquemas de señalización típicos para las restricciones viales que se pueden presentar.

6.2.5.1.1 Plan de manejo de tráfico típico para intervenciones en anden

El esquema de señalización para intervenciones sobre andén que permita asegurar un sendero peatonal mínimo de 1.00 m de ancho, en los cuales no se va a ejecutar obra civil, pero que implica acumulación de materiales. (No se permite el parqueo de vehículos de obra al lado de la zona de afectación).

muestra el esquema de señalización para intervención total del andén y traslado del sendero peatonal a la vía con ancho mínimo de 1.00 m, en los cuales no se va a ejecutar obra civil que implique acumulación de materiales. (No se permite el parqueo de vehículos de obra al lado de la zona de afectación).

El área libre para la circulación vehicular debe ser mínimo de 6 m. Aplica para vía unidireccional.

LOS PMT ESPECÍFICOS SE IRÁN ADELANTANDO CON EL AVANCE DE LA OBRA Y LOS COMITÉS DE TRAFICO QUE SE AGENDARÁN MENSUALMENTE CON EL CONTRATISTA DE OBRA, CONTRATISTA DE INTERVENTORÍA Y EL ENCARGADO DE LA DIRECCIÓN DE TRANSITO.

- **Cierres totales**

En casos de fuerza mayor como condiciones climáticas muy adversas, accidentes de tránsito, accidentes comunes que generen obstrucción de las vías o procesos constructivos que impliquen alto riesgo para el usuario al momento de transitar la vía, se deberán realizar cierres totales, requiriendo desviar el flujo vehicular por las vías alternas existentes, para lo cual se deberá obtener aprobación del plan de manejo de tránsito especifico el cual será gestionado en comité de tránsito.

6.2.6 Señalización y Adecuaciones Temporales

En el presente proyecto se establece claramente la forma como se abordará la seguridad vial durante la ejecución de trabajos, por lo tanto se elabora un Plan de Señalización y Medidas de Seguridad, donde se instituyen las condiciones técnicas mínimas para una correcta disposición de elementos de seguridad transitorios, así mismo, se resalta como afecta la obra al normal desplazamiento de vehículos,

ciclistas y peatones, y se implementan medidas técnicas apropiadas con el objeto de reducir el riesgo de accidentes del flujo vehicular (conductores), el flujo peatonal (transeúntes) y personal de la obra que intervienen en el mismo.

Se debe cumplir con las especificaciones establecidas en el Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte Resolución 1885 de 2015, en el que se destacan los elementos de señalización a utilizar por obras, tales como señales preventivas, señales reglamentarias, señales informativas, barreras, conos, canecas, cintas reflectivas y demás elementos de señalización, las cuales deberán cumplir con las especificaciones establecidas en dicho manual.

La señalización debe disponerse en la zona aledaña a la zona de trabajos, de tal forma de advertir con la suficiente anticipación de la existencia de trabajos, equipos y otros elementos distintos a lo que habitualmente se encuentra en la vía.

En caso de requerirse cierres parciales de vía en horarios nocturnos, se deberá hacer uso de elementos de señalización en las condiciones más desfavorables de visibilidad, esto se debe hacer según las especificaciones Generales de Construcción del Instituto Nacional de Vías vigentes, las cuales son:

- Reflectividad de todas las señales de tránsito
- Reflectividad de todos los elementos de direccionamiento (barricadas, canecas, barreras plásticas, entre otros).
- Utilización de luces intermitentes que permitan garantizar la visibilidad de las barricadas o elementos de direccionamiento. En caso de barreras se deberán colocar luces de advertencia que permitan mayor visibilidad.
- Utilización de señales luminosas que generen luz propia.

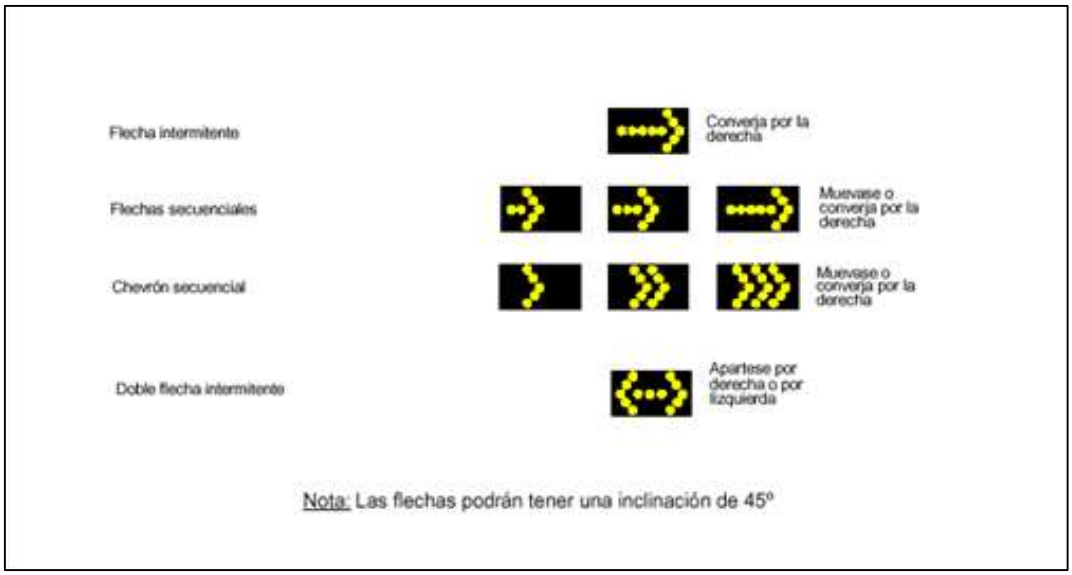


Figura 65.Flecha luminosas



Figura 66.Flecha luminosas
Fuente:http://bmargentina.com/Balizas/index.htm

6.2.6.1 Señales informativas

Tienen por objeto advertir a los usuarios de la vía sobre los peligros potenciales existentes en la zona, cuando existe una obra que afecta el tránsito y se presente un cierre parcial de la vía.

Estas señales deberán ubicarse con suficiente anticipación al lugar de inicio de la obra, tienen forma de rombo y sus colores serán naranja para el fondo y negro para símbolos, textos, flechas y orla, en cuanto a su dimensión es de 0.80 m de alto por

1.20 m de ancho. Se colocarán a el (los) lado(s) (derecho y/o izquierdo) de la vía que se afecte por la obra.

En la ejecución de este proyecto se utilizarán las siguientes señales:

6.2.6.1.1 SP-01. Trabajos en la vía

Esta señal se empleará para advertir la proximidad a un tramo de la vía que se ve afectado por la ejecución de la obra que perturba el tránsito por la calzada o sus zonas aledañas.



Figura 67.Señal SPO-01 trabajo en la vía.

6.2.6.1.2 SP-03. Auxiliar de transito

Esta señal se utilizará con anticipación a cualquier punto donde se haya asignado a un hombre con una bandera, con el fin de regular el tránsito a través del tramo donde se están realizando los trabajos de mantenimiento o construcción.



Figura 68.Señal SPO-03 Auxiliar de tránsito.

6.2.6.1.3 SPO-02. Desvió

Se usará esta señal para reglamentar el paso alternado de los vehículos sobre el carril o la calzada que se cierre.



Figura 69.Señal SRO-02 Desvió.

6.2.6.1.4 SPO-01. Aproximación a obra en la vía.



Figura 70.SPO-01. Aproximación a obra en la vía.

6.2.6.1.5 SIO-02 y SIO-03. Inicio y fin de la obra.

La primera de estas señales indica el inicio de los trabajos en la vía o zona adyacente a ella, por consiguiente, la otra señal indica el sitio de finalización de la obra. Las letras tendrán una altura de mínimo 0.20 metros.



Figura 71.SIO-02 y SIO-03. Inicio y fin de la obra.

6.2.6.2 Dispositivos para la canalización del transito

La función de estos elementos es dirigir el tránsito a través de la zona de trabajos, marcando las transiciones graduales necesarias en los casos en que se reduce el ancho de la vía o se generan movimientos inesperados. Deberá poseer características tales que no ocasionen daños serios a los vehículos que lleguen a impactarlos.

Todos los elementos de señalización y de aislamiento se deben mantener perfectamente limpios y bien colocados. Se debe separar el flujo peatonal de los trabajos propios de la obra y del flujo vehicular. Los senderos peatonales deben ser protegidos con barreras, para los casos en que exista riesgo de que el flujo vehicular invada el espacio destinado para dichos senderos.



Figura 72.Elementos canalizadores.
Fuente: Seguridad vial: equipos e implementos.
http://www.reygada.cl/nuestros-productos/seguridad-vial/

Una vez se han terminado las obras proyectadas, se debe retirar la señalización provisional instalada por obras y se debe instalar inmediatamente la señalización definitiva vertical y horizontal de acuerdo al diseño aprobado de esta, antes de dar oficialmente circulación a los usuarios.

Los elementos canalizadores aceptados por ley son los siguientes:

6.2.6.2.1 Barricadas

Serán utilizadas principalmente para delimitar las zonas de trabajo y de circulación de vehículos, previniendo el paso de éstos en las zonas de construcción y para indicar la imposibilidad de utilizar una vía producto de las obras, para cercar la zona de trabajos y en general para advertir y alejar a los usuarios de las zonas de alto riesgo.

En el caso de los desvíos de tránsito, las barreras se deben complementar con la señal “Desvío” y con dispositivos luminosos. Cuando existen desvíos hacia la izquierda y la derecha, las franjas deberán dirigirse hacia ambos lados, partiendo desde el centro de la barrera.

Las barricadas se utilizarán sobre el carril o la calzada que se programe cerrar totalmente y se colocarán perpendicularmente al eje de la vía, obstruyendo el carril o la calzada inhabilitada para la circulación del tránsito vehicular, indicando el sentido de desvío del flujo vehicular.

Su diseño cuenta con franjas inclinadas en 45º de colores alternados naranjo y blanco. Al igual que en el caso de los delineadores verticales, la dirección de sus bandas diagonales refuerza e indican el lado por el cual pueden transitar los vehículos. Los soportes y el reverso de la barrera serán de color blanco. Las franjas deberán ser elaboradas en material reflectivo Tipo III, de tal manera que sean visibles, bajo condiciones atmosféricas normales, a una distancia mínima de 300 m, cuando se iluminen con las luces altas de un vehículo normal.



Figura 73.Barricada con desvió y sin desvió.
FUENTE: Manual de señalización vial Colombia Ministerio de Transporte,2015.

6.2.6.2.2 Canalizadores tubulares

Es un dispositivo de señalización para zonas de trabajo con espacios reducidos como canalizador vial, peatonal, cerramientos de obras y aseguramientos de áreas peligrosas. Son fabricados en material plástico anaranjado y unido por cinta de señalización.

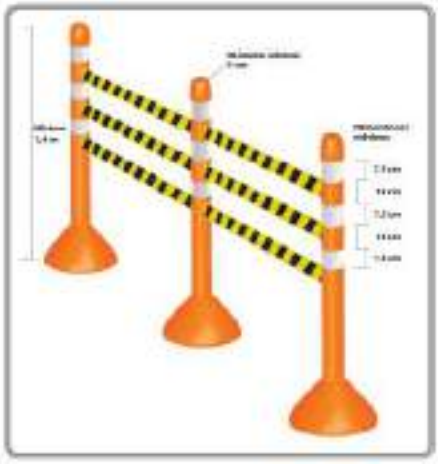


Figura 74.Delineador tubular y canalización con cinta de señalización.
Fuente: Manual de señalización vial Colombia Ministerio de Transporte,2015.

6.2.6.2.3 Auxiliares de trafico

Su función principal es la de controlar el tránsito peatonal y vehicular, por lo tanto, la seguridad de los usuarios dependerá en gran medida de su trabajo. En lo que respecta a la entrada y salida de materiales, equipos y salida de escombros, para cada frente en ejecución se contará con personas que den las indicaciones necesarias y oportunas para el manejo del tráfico de equipos y materiales de construcción.



Figura 75.Controlador de Trafico.



Figura 76.Controlador de Riesgos en obras de construcción.
Fuente: Señales en obra para vía pública.

6.2.6.2.4 Barreras plásticas flexibles

Son dispositivos de plástico, utilizados para restringir y canalizar el tránsito vehicular, cuando se genera un cierre total o parcial de la vía.

Se colocan en serie a una distancia máxima de separación de 3m, su color deberá ser naranja y contaran con franjas de lámina reflectiva Tipo III o IV, distribuidas en sentido horizontal y vertical.



Figura 77.Controlador de Riesgos en obras de construcción.
Fuente: Señales en obra para vía pública.

6.2.6.3 Señalización de primer nivel

Esta señalización tiene por objeto informar a los conductores acerca de los sectores intervenidos invitándolos a tomar vías alternas para sus desplazamientos, previniéndolos sobre las restricciones que se presentan sobre el corredor intervenido.

Como parte de las señales informativas de primer nivel, se instalarán pasacalles previamente metros antes de los corredores a intervenir, se deben ubicar 15 días antes del inicio de las obras y 15 días después del inicio de los trabajos de conformidad con las restricciones viales programadas.

Esta señalización, consiste en pasacalles en tela color naranja y caracteres negros, afiches o vallas fijas.
Con el fin de advertir a los conductores sobre las restricciones viales presentadas, como la entrada y salida de volquetas y/o maquinaria, el cierre de un carril, entre otros, se debe instalar pasacalles informativos metros antes de las intervenciones en el sentido de circulación afectado.

6.2.6.4 Señalización de segundo nivel

Corresponde a la señalización preventiva, informativa y reglamentaria que se ubica en la zona de influencia para guiar a los usuarios de las vías en los desvíos o restricciones viales, para el correcto funcionamiento del Plan de Manejo de Tráfico. La señalización se hará de acuerdo con el "Manual de señalización vial – Resolución 1885 de 2015"

6.2.6.5 Señalización de tercer nivel

La señalización de tercer nivel corresponde a toda la señalización preventiva, informativa, reglamentaria y señalización luminosa, además de los dispositivos de seguridad vial, que se ubican en el sector de la obra con el objeto de informar, prevenir y reglamentar las actuaciones de conductores y peatones para hacer seguro su tránsito por la zona de obra.

De igual forma, la señalización luminosa deberá instalarse en sitios en donde el flujo vehicular se encuentre con obstáculos de manera frontal y en todo lugar donde las condiciones de intervención generen una situación de accidentalidad potencialmente alta.

6.2.6.6 Adecuaciones temporales

Se deben instalar las señales de aproximación respectivas, a las intersecciones a regular, a fin de prevenir a los conductores sobre la entrada y salida de maquinaria del frente de obra, zonas de procesos, campamentos o sitios de disposición de materiales.

Tabla 103.Elementos mínimos de adecuación

ÍTEM	CÓDIGO	ESQUEMA	UNIDAD	CANTIDAD INICIAL
1	Paletas pare y siga de 45 cm		UND	2

ÍTEM	CÓDIGO	ESQUEMA	UNIDAD	CANTIDAD INICIAL
2	Cinta plástica “peligro no pase”		ML	10
3	Chalecos reflectivos		UND	4
4	Pitos para auxiliares de tránsito		UND	4
6	Barreras plásticas (maletines tipo new jersey)		UND	10
7	Delineadores Tubulares (colombinas)		UND	100
8	Barricada de desvió		UND	6

6.2.7 Información y Divulgación del Plan

Una vez aprobado el PMT, se debe llevar a cabo una serie de reuniones con la comunidad, con las junta de acción comunal y con el sector educativo con el fin de mantenerlos informados sobre los trabajos a realizar y los cambios en su movilidad habitual, en donde se haga divulgación del Plan de Manejo de Tráfico, señalización y desvíos, la cual se realiza por medio de piezas de divulgación masiva tales como prensa, pasacalles y volantes entre otros, de acuerdo a los requerimientos de las entidades controladoras el tránsito.

El punto de atención a la comunidad estará ubicado dentro de las Instalaciones del Proyecto en la carrera 55, Km 2 vía Bucaramanga – pamplona en el Municipio de Bucaramanga – Santander.

La socialización de cada una de las intervenciones debe ser informada con anticipación y soportado por medio de las actas y compromisos que se adquieran con la comunidad.

6.2.8 Control y Seguimiento de la Puesta en Marcha del PMT

6.2.8.1 Campamento

El campamento estará adecuado para llevar a cabo las labores de seguimiento del plan de manejo y para dirigir todas las adecuaciones del personal de campo. Esta interacción es muy importante para verificar el buen funcionamiento del plan de manejo y para realizar los correctivos necesarios.

6.2.8.2 Personal y equipo requerido

Una vez puesto en marcha el Plan de Manejo de Tráfico, el contratista deberá disponer del personal suficiente y de los elementos necesarios para llevar un adecuado seguimiento del mismo.

De este seguimiento y de las acciones a realizar durante el mismo, dependerá el buen funcionamiento del Plan de Manejo de Tráfico, se contará con la siguiente organización:

6.2.8.3 Controladores viales

Son las personas encargadas de guiar a los peatones por los senderos establecidos y controlar el tránsito de vehículos dentro de la zona afectada por la obra, además debe estar pendiente de la entrada y salida de volquetas.

6.2.9 Seguridad Vial

En todo momento se deberá mantener una adecuada señalización de la vía, de acuerdo con las normas de seguridad vial y las condiciones topográficas y geométricas de la vía. Además, se deberán realizar campañas de información e inducción a los trabajadores encargados de la regulación del tránsito, ya que la seguridad vial es el objetivo principal del Plan de Manejo de Tráfico, y por lo tanto debe apoyar a las autoridades del control del tránsito e implementar las metodologías de seguimiento en tramos de concentración de accidentes, para la prevención de estos y contribuir en reducir los índices de accidentalidad tanto en número como en gravedad.

A continuación, se relacionan aspectos que deberán ser respetados e implementados por estar en el código nacional de tránsito, Ley 769, en materia de seguridad vial.

Los trabajadores del Contratista que desempeñen labores de conducción de vehículos ya sean contratados o vinculados directamente a la empresa, deberán conocer y respetar el código de tránsito vigente, y contar con la licencia de conducción vigente.

Los vehículos deberán contar con cinturones de seguridad y será de responsabilidad del conductor su uso obligatorio para todos los ocupantes.

Además de las normas fundamentales de tránsito vehicular, se deberán seguir las siguientes normas específicas:

- No superar los límites máximos de velocidad establecidos para las zonas de las obras objeto del Contrato y urbanas del Municipio.
- Si se requiere hacer traslados nocturnos, se deberá realizar un manejo preventivo, con dispositivos luminosos.
- En caso de lluvia torrencial se deberá extremar la conducción preventiva y la circulación con luces encendidas y estacionarias.
- Al ingresar a las zonas de obra se deberá disminuir la velocidad a 20 KPH.

- Los vehículos de carga como volquetas, cama-bajas, tracto-camiones, entre otros, deberán estar debidamente señalizados.
- Los vehículos y la maquinaria pesada deberán contar con dispositivos sonoros para reversa.

En el caso de transporte de materiales desde las fuentes de materiales a sitios de obra, de sitios de obra a zonas de depósito o cualquier otro recorrido que deba hacerse con volquetas cargadas, éstas deberán siempre llevar su carga cubierta con lonas de alta resistencia de tal forma que se eviten los regueros de materiales sobre las vías.

Los vehículos participantes en la ejecución de los trabajos del Contrato deberán contar con equipo básico de carretera y primeros auxilios, además de tener vigente el certificado de emisión de gases y el Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito – SOAT y deberán cumplir con las normas básicas de seguridad al manejar, tales como:

- Cualquier falla o deficiencia que haga riesgosa la operación de los vehículos, motivará que éste quede por fuera de servicio hasta tanto no se hagan las correcciones requeridas.
- Antes de iniciar labores deberá hacerse una inspección de seguridad en la que se incluyan como mínimo los sistemas de frenos y dirección, llantas, limpia-brisas, luces y equipo de carretera.
- Utilizar el cinturón de seguridad. Todo vehículo de transporte de personal deberá estar dotado de cinturones de seguridad y el Contratista deberá garantizar su utilización por parte de los ocupantes.

- No se deberán exceder las velocidades máximas establecidas.

- Los vehículos de transporte de materiales o equipos deberán estar dotados de los elementos de protección y de primeros auxilios básicos.

Los accidentes se pueden prevenir, si evaluando sus causas se toman medidas que mejoren las condiciones de operación a los conductores y establezcan elementos de seguridad para los trabajadores expuestos al tráfico.

6.2.9.1 Procedimientos para la movilización de maquinaria y equipos.

En caso de requerirse la movilización de maquinaria y equipos especiales al frente de la obra, se describe a continuación el procedimiento para implementar las medidas pertinentes.

6.2.9.1.1 Traslado de Equipos o Maquinaria a la Zona de Obra

Cuando la altura máxima del vehículo medida desde el pavimento y hasta la cota superior de la maquina o hasta el punto máximo del vehículo no sobrepase de 4.10 m y el ancho total no sobrepase los 2.60 m. El transporte de maquinaria y equipo no necesitara escolta, no requiere de avisos de “peligro carga ancha” como tampoco permiso de la autoridad respectiva.

Cuando el ancho de maquina sobrepase los 2.60 m y sea inferior o igual 3.0m, la circulación del vehículo de carga se desarrollará a una velocidad de 40 KPH, colocando avisos de “Peligro Carga Ancha” en la parte delantera y trasera del vehículo. Las dimensiones de este aviso serán de 1.5 m de largo por 0.60 m de alto, de fondo amarillo y letras y orlas negras, colocados en la parte delantera y trasera del vehículo. La altura de la letra será de 10 cm y el fondo será en lámina retroreflectiva.

6.2.9.1.2 Traslado de Equipos o Maquinaria Dentro de la Zona de Obra

Todos los equipos sin importar las dimensiones y características podrán circular por sus propios medios por las zonas requeridas, siempre y cuando estas zonas estén cerradas al uso público, las cuales deben estar debidamente señalizadas. Esta señalización se realizará de acuerdo con la normatividad vigente sobre la materia y específicamente las contenidas en el Manual de dispositivos para la regulación del tránsito en Calles y Carreteras del Ministerio de Transporte, el Plan de manejo de Tráfico aprobado y las condiciones particulares establecidas contractualmente.

6.2.9.1.3 Traslado de Equipos y Maquinaria a la Zona de Obra

Todos los equipos sin importar las dimensiones y características podrán circular por sus propios medios por las zonas requeridas, siempre y cuando estas zonas estén cerradas al uso público, las cuales deben estar debidamente señalizadas.

6.3 PLAN DE GESTIÓN SOCIAL

Las obras civiles constituyen hechos sociales, pues se ejecutan con y para los(as) ciudadanos(as) y comunidades en general, a partir de la transformación de los espacios socialmente construidos. En las comunidades el concepto “intervención social en obra” adquiere múltiples sentidos ya que toda obra que realiza el Estado tiene un sentido social, porque busca mejorar la calidad de vida de quienes habitan y laboran en ella. “Los estudios de gestión social se abordan desde una perspectiva socio- antropológica y una completa caracterización económica y cultural de las comunidades y su entorno departamental, municipal o regional, para posteriormente priorizar los efectos inducidos y proponer las medidas para potenciar, mitigar y/o compensar dichos efectos”; así como promover el reconocimiento, apropiación, cuidado y sostenibilidad de los nuevos espacios construidos, para lo cual se hace necesaria la realización de reuniones con la comunidad donde se identifiquen las problemáticas y se busquen alternativas de solución conjuntamente con las comunidades.

El Plan de Gestión Social en Obra es un mecanismo para ayudar a vincular la comunidad en la ejecución de la obra de una manera voluntaria, comprometida y desinteresada, haciendo que se sientan beneficiarios de la misma y garantizar su participación activa, es decir, los planes de gestión social pretenden la creación de puestos de trabajo, el cooperativismo y empoderamiento de las comunidades, esto implica como primera medida hacer a la población participe directa en los procesos que se llevarán a cabo por las empresas contratistas haciendo uso del recurso legal de participación ciudadana; el proceso de comunicación entre diversos actores sociales que buscan transformar mediante acciones concretas una relación socio-ambiental para el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Por último, los contratistas de obras civiles deben tener en cuenta que el Plan de Gestión Social de Obras es un instrumento de planificación que busca garantizar la participación activa, el compromiso de la comunidad, y de los trabajadores.

6.3.1 Alcance

El presente documento establece los requisitos mínimos para prevenir, reducir, controlar y/o mitigar de manera oportuna y eficiente el impacto que generan las obras civiles relacionadas con la construcción de pantallas ancladas para mitigación del riesgo por deslizamientos presentados en la zona de impacto de los sectores Miramanga, Independencia y Gaitán del municipio de Bucaramanga.

6.3.2 Objetivos

6.3.2.1 Objetivo general

Contribuir a la reducción y mitigación de los impactos generados por las obras en sus áreas de influencia, a través de los contratistas, trabajadores y demás actores que participan, mediante procedimientos de acompañamiento a la comunidad y de herramientas sociales adecuadas.

6.3.2.2 Objetivos específicos

- Dar a conocer el proyecto a ejecutar por parte del contratista a la comunidad, así como las actividades que se desarrollarán antes, durante y después de la obra.
- Sensibilizar a los actores que participan en la ejecución de las obras sobre la responsabilidad que se tiene al intervenir el espacio público, socializando las políticas y medidas diseñadas para la adecuada intervención de éste y el respeto a su uso.
- Dar respuesta oportuna a las inquietudes de la comunidad y propender por su bienestar, así mismo por el de los trabajadores y contratistas, respetando y protegiendo el entorno natural y urbano.
- Promover la participación de la comunidad en la ejecución de la obra y cuidado del medio ambiente.
- Promover la vigilancia y control de las obras de infraestructura por medio de auditorías visibles, conformadas por la comunidad quienes son beneficiarios directos.

6.3.3 Marco Legal

El presente documento está elaborado teniendo en cuenta lo establecido en la siguiente normatividad:

Lo dispuesto en la Constitución Política de Colombia en los artículos:

- ARTICULO 20. Se garantiza a toda persona la libertad de expresar y difundir su pensamiento y opiniones, la de informar y recibir información veraz e imparcial, y la de fundar medios masivos de comunicación.
- ARTICULO 23. Toda persona tiene derecho a presentar peticiones respetuosas a las autoridades por motivos de interés general o particular y a obtener pronta resolución. El legislador podrá reglamentar su ejercicio ante organizaciones privadas para garantizar los derechos fundamentales.
- ARTICULO 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.
- ARTICULO 88. La ley regulará las acciones populares para la protección de los derechos e intereses colectivos, relacionados con el patrimonio, el espacio, la seguridad y la salubridad pública, la moral administrativa, el ambiente, la libre competencia económica y otros de similar naturaleza que se definen en ella. También regulará las acciones originadas en los daños ocasionados a un número plural de personas, sin perjuicio de las correspondientes acciones particulares. Así mismo, definirá los casos de responsabilidad civil objetiva por el daño inferido a los derechos e intereses colectivos.

Reglamentado por la Ley 472 de 1998

- ARTICULO 103. Son mecanismos de participación del pueblo en ejercicio de su soberanía: el voto, el plebiscito, el referendo, la consulta popular, el cabildo abierto, la iniciativa legislativa y la revocatoria del mandato. La ley los reglamentará. El Estado contribuirá a la organización, promoción y capacitación de las asociaciones profesionales, cívicas, sindicales, comunitarias, juveniles, benéficas o de utilidad común no gubernamentales, sin detrimento de su autonomía con el objeto de que constituyan mecanismos democráticos de representación en las diferentes instancias de participación, concertación, control y vigilancia de la gestión pública que se establezcan.

Reglamentado por la ley 131 de 1994

- ARTICULO 270. La ley organizará las formas y los sistemas de participación ciudadana que permitan vigilar la gestión pública que se cumpla en los diversos niveles administrativos y sus resultados.
- ARTICULO 311. Al municipio como entidad fundamental de la división político-administrativa del Estado le corresponde prestar los servicios públicos que determine la ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su territorio, promover la participación comunitaria, el mejoramiento social y cultural de sus habitantes y cumplir las demás funciones que le asignen la Constitución y las leyes.

Ley 489 de 1998, en la cual se asigna al Departamento Administrativo de la Función Pública, la responsabilidad específica frente al tema de control social capítulo 8 artículo 35, el diseño y promoción del Plan Nacional de Formación de Veedores. Se refuerza esta facultad por lo establecido íntegramente en el capítulo 8 de la citada ley, articulo 33, 34, y 35 en lo que se precisa que los organismos de administración pública deben incentivar la formación de mecanismo de control social y prestarles el apoyo requerido.

6.3.4 Perfil Profesional

El Plan de Gestión Social de Obras debe ser implementado por profesionales de las ciencias sociales como: Trabajador Social, Sociólogo y/o Psicólogo Comunitario, que desarrollen su labor en obras de infraestructura, y quienes deben tener experiencia en trabajo con comunidad, manejo y resolución de conflictos, habilidades comunicativas y expositivas, capacidad de trabajo en equipo, liderazgo, excelentes relaciones interpersonales e iniciativa.

Para el desarrollo del Plan de Gestión Social en Obra, el contratista deberá:

- Contratar mínimo uno (1) o más profesionales del área social (según términos de referencia del contrato) dependiendo de la complejidad del proyecto, que cumpla con el perfil requerido para el acompañamiento y seguimiento a las obras civiles.
- Asignar un espacio físico y los elementos necesarios para el desempeño profesional según sea el caso durante la obra.
- Realizar reuniones periódicas con el Profesional Social y entregar los informes que den cuenta de los avances del Plan de Gestión Social de Obras, donde se evidencie el cumplimiento del mismo, como parte de los hitos de pago del contrato suscrito.

- Asegurar los elementos necesarios para la convocatoria y celebración de reuniones con la comunidad relacionados con la ejecución de las obras.

6.3.5 Preliminares de Obra

Culminados los trámites de legalización del contrato y antes de iniciar con las obras, los profesionales del Área Social deberán ejecutar las siguientes actividades en campo.

6.3.5.1 Diagnostico zona de influencia directa del proyecto

Se requiere determinar la zona directa de la obra, mediante un plano de localización general y planos específicos por tramo o sector a intervenir, con la ubicación de manera detallada (lista) de barrios, número de viviendas, establecimientos comerciales e institucionales.

Se debe realizar un inventario del estado, tipo y número de instalaciones existentes parques, vías, andenes, sardineles, antejardines, senderos peatonales, ciclo rutas, mobiliario urbano, (bancas, canecas, señalización y luminarias), incluidos dentro de la zona directa de la obra, con su respectivo registro fotográfico y audiovisual. El estado actual de los espacios de sensibilidad ambiental como: Humedales, zonas recreativas, zonas verdes, zonas de ronda y manejo y preservación ambiental y describir las actividades a realizar para proteger el patrimonio cultural y ecológico.
Hacer un inventario de todos los accesos que se afectarán por la obra, así como de su estado, para ello, se debe recorrer el área en el momento del replanteo, definir las medidas a implementar como: Pasos provisionales, parqueaderos alternos, senderos peatonales entre otros.

Es responsabilidad del contratista garantizar siempre el acceso a las viviendas y establecimientos, en los casos en que el acceso sea interrumpido permanentemente sin posibilidad de utilizar medidas temporales, si es necesario el contratista debe coordinar con el propietario de la vivienda o pagar parqueaderos alternos hasta que se restablezca el acceso.

Determinar en planos actualizados y a escala adecuada, la existencia de redes de acueducto, alcantarillado, energía, gas, teléfonos, fibra óptica entre otros.
Realizar inventario de los árboles, arbustos, cercas, postes (en caso de no aplicar omitir el ítem) de la zona de influencia directa del proyecto y establecer las acciones de protección que se requieran.

Es de anotar que todos los inventarios que se realicen deben estar soportados con registros fotográficos y audiovisuales.

6.3.5.2 Censos de inmuebles

Realizar el inventario del número de viviendas, lotes y negocios que están incluidos dentro de la zona de influencia directa de la obra por barrio o sector a intervenir.

Una vez realizado el inventario se debe proceder con la realización de los censos al 100% de cada uno de los predios, lotes y negocios incluidos en la zona de influencia directa de la obra, esto con el fin de determinar su estado antes de iniciar las labores físicas. La identificación se debe realizar a través del diligenciamiento del formato se establezca, de igual manera de registros fotográficos, dependiendo de las condiciones de la vivienda y del criterio del profesional encargado y también de un material audiovisual de cada vivienda y negocio.

Para la realización de esta actividad se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:
Se debe propiciar el espacio (reunión preliminar de obra) o el medio para informar a la comunidad de la realización de los censos con mínimo 15 días de anticipación y/o también suministrar la información con la entrega de un volante, a cada una de las viviendas a censar, con la firma del recibido por parte del propietario, arrendatario o tenedor con mínimo 5 días de aviso previo para la realización del censo.

6.3.5.3 Aplicación actas de vecindad

Las Actas de Vecindad consisten en la elaboración de un concepto técnico acerca del estado actual de las edificaciones que colindan con una construcción en obra. El acta de vecindad es un documento de carácter privado, que constituye una prueba para establecer el estado en que se encontraba la casa u otros inmuebles vecinos, cuando se iniciaron las obras y que cobra mucha importancia en caso de que la nueva obra les cause daños. Es el documento privado, libre de formalidades, suscrito entre el titular de la licencia o el constructor y los propietarios o poseedores de los inmuebles colindantes al predio en que se desarrollará la obra, en el que se consignarán con máximo grado de detalle el estado en que se encuentran los inmuebles vecinos antes de comenzar la obra. Se levantarán actas de vecindad para las construcciones, infraestructura y cultivos, aledañas al área de influencia directa definida, para verificar el estado inicial de las mismas, identificar riesgos y prevenir demandas. Previo al inicio de las actividades constructivas, el profesional del área social a través de volantes o visita comunicará a los propietarios, arrendatarios o tenedores, el levantamiento de

las actas, explicando el objeto de las mismas. Las actas de vecindad serán levantadas por un ingeniero civil, acompañado por la residente social, a través del diligenciamiento del formato respectivo y debe estar presente el responsable del predio.

6.3.5.4 Base de datos de actores

Se requiere hacer una recopilación de un conglomerado de los diferentes actores institucionales, gremiales, entre otros, que están presentes en el municipio, la población beneficiada con las inversiones , teniendo en cuenta: género, edad, población minoritaria, (Indígenas, desplazados, reinsertados, victimas, etc.), actores políticos, económicos, religiosos, educativos, culturales, lideres, comunitarios, agremiaciones y otros que presenten relevancia para constituir una red de apoyo durante la ejecución del Plan de Gestión Social en la obra, e identificar la población objeto de la obra

6.3.5.5 Recorrido de la obra ruta inicial

Una vez realizadas las actividades preliminares en campo, el contratista debe programar un recorrido con los líderes comunitarios, funcionarios de la Alcaldía Municipal e interventoría, en donde se especifique y se deje constancia a la comunidad y demás participantes de la extensión de la zona de influencia directa del proyecto, el estado actual de la infraestructura existente de los sistemas de acueducto y alcantarillado y la proyección de obras a desarrollar

6.3.5.6 Auditorias visibles

Las Auditores Visibles es un programa que diseñó el Gobierno Nacional para controlar la ejecución de los recursos en los departamentos y municipios en el cual la ciudadanía participa de una manera activa. Serán los beneficiarios inmediatos de obras de mitigación quienes vigilen y controlen la ejecución de las obras.
Con esta nueva herramienta se busca que los proyectos de infraestructura pública se ejecuten de acuerdo con lo estipulado en el contrato de cada obra y evitar que se cometan irregularidades en el proceso de ejecución y construcción de los mismos.

Su finalidad es realizar un seguimiento visible y efectivo a la inversión pública mediante el control social a obras; también busca informar a los beneficiarios sobre la naturaleza de la obra, los plazos, el presupuesto y el origen de los recursos.

Para lo anterior, se conforma un grupo de beneficiarios del proyecto quienes participan activamente en todo el proceso. El consultor coordinará la realización de una socialización de inicio, una socialización de seguimiento y una socialización de finalización del proyecto con la participación de la firma contratista e interventora, la supervisión, los beneficiarios y demás personas y entidades relacionadas con el proyecto. En este espacio los beneficiarios del proyecto, contratistas, interventores y supervisores, pueden suministrar información, resolver inquietudes, plantear observaciones y recomendaciones y llegar a acuerdos y compromisos relacionados con el desarrollo del contrato, los cuales quedan registrados en un acta elaborada.

Como principales productos del ejercicio, se producen los siguientes documentos:

- Formatos con información general de la obra y los documentos soporte que se recopilen en el proceso.
- Acta de cada una de las socializaciones donde se plantean las conclusiones, acuerdos, compromisos y recomendaciones.
- Registro fotográfico tanto de las socializaciones como del avance en la ejecución del contrato.
- Acta de conformación del grupo de beneficiarios.
- Fichas con seguimiento periódico a las observaciones planteadas por las personas y entidades vinculadas al proyecto.
- Informe final del ejercicio de auditorías visibles.
- Sondeo de opinión, resultados y análisis sobre la percepción de los beneficiarios que participaron en el ejercicio de seguimiento visible al proyecto.
- El profesional del Área Social debe colaborar con la elección, capacitación, coordinación y seguimiento del plan de trabajo del grupo de Auditorias Visibles en compañía con el área social del Gestor.

6.3.6 Reuniones con la Comunidad

El profesional del Área Social del contratista debe coordinar la realización de las actividades de socialización con la comunidad

6.3.6.1 Reunión Inicial de Obras

Con el fin de informar a la comunidad el inicio de las obras, se debe realizar una reunión por cada barrio o sector a intervenir. Dentro del contenido de las presentaciones se debe tener como mínimo la siguiente información:

- Objeto del contrato
- Número del contrato
- Objetivos de la reunión
- Responsables de la ejecución: Contratistas e interventoría.
- Beneficios de la obra.
- Impactos que pueden generarse y esquema de mitigación.
- Actividades de gestión social a realizar: Reuniones con la comunidad, recorridos, capacitaciones, entre otras)
- Conformación de auditorías visibles (diligenciar acta de constitución de auditorías visibles).
- Coordinación con entidades locales
- Contratación Mano de Obra no Calificada
- Funcionamiento de Puntos de Atención a la Comunidad (Ubicación, horarios de atención, profesional a cargo)
- Proceso constructivo con cada uno de sus componentes.
- Cronograma de actividades
- Ubicación de la zona(s) a intervenir (plano de localización)
- Dudas e inquietudes.
- Compromisos

Las presentaciones de las reuniones deben ser enviadas con previa anticipación al área social del Gestor e interventoría del Área de Gestión Social, para su respectiva revisión y aprobación.

Para la reunión de inicial de obras se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- A la Alcaldía Municipal y demás autoridades locales, se les debe remitir una carta informando el inicio de las obras, el tiempo de duración, los datos de la oficina de atención de a la comunidad.
- Datos del profesional social responsable, dirección, barrio, teléfono, email, días, horarios de atención y el trámite de atención a la comunidad, de igual manera la fecha y lugar de la reunión.
- Con respecto a la comunidad de la zona de influencia del proyecto, se debe convocar con 1 semana de anticipación, haciendo entrega del volante de la reunión de inicio a cada una de las viviendas, la entrega debe ser

personalizada con firma de recibido del volante y en los casos en que no se encuentre al propietario, arrendatario o tenedor, se debe fijar el volante en la puerta y tomar un registro fotográfico como evidencia de que se informó.

- En los equipamientos públicos, privados y comunitarios se debe fijar un (1) afiche a color en medio pliego, informando la realización de la reunión.
- Los espacios logísticos sugeridos para las reuniones con la comunidad deben ser en lo posible de fácil traslado, central, que no requiera de sistema de transporte, que garantice lo mínimo de atención a la reunión, amplio con sillas, adecuada visibilidad para la proyección del video bean. Se recomienda gestionar con los líderes de la comunidad para el trámite del préstamo o alquiler del sitio.
- Con respecto a la metodología a utilizar debe ser de manera participativa ya que se busca tener una visión amplia de la realidad, generar en la comunidad sentido de pertenencia y empoderamiento antes, durante y después de las obras.
- Expositiva, con presentación en video bean, modelo plantilla aprobada por el Área de Gestión Social.
- Los productos mínimos a requerir de la reunión inicial de obras son:
- Elaborar acta de la reunión, haciendo relevancia de aspectos importantes del proceso constructivo y de la comunidad, compromisos acordados por parte del contratista, la interventoría, alcaldía y/o líderes o representantes de la comunidad. Una vez finalizada la reunión se deben divulgar los compromisos resultantes de la reunión a los cuales se les debe hacer seguimiento.
- Registrar listados de asistencia de cada uno de los participantes, tomar registros fotográficos de la reunión.
- El profesional social encargado de la reunión debe portar al igual que todo el equipo de profesionales de la obra, el carnet, camiseta, chaleco y/o algún distintivo que lo identifique ante el auditorio.

6.3.7 Interferencias presentadas durante la Obra

Durante la ejecución de la obra, es posible que se presenten algunas interferencias, las cuales el profesional del área social del contratista debe prevenir, mitigar y/o controlar con la implementación de las siguientes actividades:

6.3.7.1 Accesibilidad a viviendas y establecimientos

En los casos en que se presenten interferencias en la accesibilidad a viviendas y negocios, el profesional del área social debe realizar una visita a cada uno de los predios afectados, levantar un acta individual que contenga los datos del predio y del propietario y acordar en común acuerdo cuáles serán las medidas que se tomarán para garantizar el acceso.

6.3.7.2 Daños a edificaciones, mobiliario y zonas verdes

Cuando se presenten situaciones de daños a edificaciones, mobiliario y zonas verdes, se debe entregar un volante informativo al propietario para que conozca cual debe ser el mecanismo a utilizar.

6.3.7.3 Suspensión de servicios públicos

Con respecto a los posibles cortes o suspensiones de servicios públicos efectuados por la ejecución de las obras, el contratista debe informar a toda la comunidad afectada con tres días de anticipación, esta suspensión debe ser coordinada con la empresa prestadora del servicio, en los casos en que se presenten suspensiones de servicio diferentes a las programadas por el contratista, será responsabilidad exclusiva del prestador del servicio.

6.3.7.4 Trabajos nocturnos

Cuando se requiera la realización de trabajos nocturnos, se debe informar al 100% de los propietarios con tres días de anticipación. Como mínimo entregar volantes al 100% de los ciudadanos afectados, así como carta a las autoridades locales respectivas

6.3.8 Actividades a realizar durante la Ejecución de las Obras

Con el propósito de hacer un adecuado seguimiento a las obras, con el acompañamiento de la comunidad se deben ejecutar las siguientes actividades:

6.3.8.1 Recorridos por los frentes de obra

El profesional del área social y el profesional en salud ocupacional deben permanentemente realizar recorridos con el fin de acompañar, informar e interactuar

con las comunidades y los trabajadores además de recopilar la información que alimente la línea base.

6.3.8.2 Rutas saludables

Se deben realizar recorridos por las obras de infraestructura adelantadas en el municipio, con el fin de que la comunidad tenga conocimiento de los beneficios particulares de las inversiones y exista claridad de que las obras son del Municipio y por ninguna razón serán cobradas a los usuarios vía tarifas. De igual manera se pretende empoderar a la comunidad de sus bienes y beneficios derivados de la tal forma que se asegure la sostenibilidad de las inversiones y el mejoramiento en la prestación del servicio.

6.3.8.3 Reunión de avance de obra

El contratista debe realizar las reuniones que sean solicitadas de manera (verbal o escrita) por parte de la ciudadanía, las autoridades municipales y/o los organismos de control. Las reuniones de avance de obra, tienen por objeto realizar seguimiento a las obras y al cumplimiento de las obligaciones, así como informar a la comunidad el estado de la obra civil y los posibles impactos generados con la ciudadanía. Los demás aspectos a tener en cuenta serán los mismos establecidos para la reunión de inicio de obras, pero informadas como seguimiento.

6.3.8.4 Punto de atención a la comunidad

A partir de la fecha en que se dé inicio a las obras, se debe brindar un espacio físico de atención a la comunidad, el cual debe ser atendido por el profesional del área social quien recibirá y tramitará todas las inquietudes de la comunidad relacionadas específicamente con las obras.

De igual manera el contratista está obligado a cumplir con los siguientes requerimientos de los puntos de Atención a la Comunidad:

- La ubicación de la oficina se debe hacer en un lugar central a la zona de influencia directa de la obra garantizando el fácil acceso de la ciudadanía, este no podrá funcionar en el campamento de obra.
- El Punto de Atención debe contar con un pendón informativo del mismo.
- Debe estar equipado cómodamente para ofrecer un buen servicio a la comunidad y con un espacio mínimo para reuniones de comités, veedurías ciudadanas, etc.

- El horario de atención para la comunidad debe ser mínimo de (16) horas semanales de las cuales ocho (8) deben ser de recorrido por cada uno de los frentes de obra de la zona de influencia directa, esto con el propósito de recepcionar y aclarar cualquier inquietud ciudadana relacionada con los proyectos de obra.
- Los días y horarios de atención se deben establecer mediante consenso con los líderes comunitarios representativos del sector a intervenir, teniendo en cuenta la disponibilidad de tiempo de la comunidad. Estos acuerdos se deben mantener hasta que se culminen las obras.
- El Profesional del Área Social debe presentar, el cronograma de atención a la comunidad con los recorridos por los frentes de obra.
- El punto de atención a la comunidad, se mantendrán en funcionamiento desde el inicio de la ejecución de la obra física hasta la fecha de firma del acta de terminación, cumpliendo con todas las especificaciones del Plan de Gestión Social.
- Los horarios y fechas de atención se deben difundir en el 100% de las actividades comunitarias realizadas por el contratista, así como mediante la entrega de volantes informativos al 100% de los predios ubicados en la zona de influencia directa del proyecto.
- De todas las consultas generadas en los puntos de atención se deben presentar informes mensuales con su respectivo trámite y solución, el cual será remitido a la profesional social del gestor.

6.3.8.5 Comités de obra

El Profesional del Área Social, debe realizar una reunión de socialización, capacitación con los ingenieros y personal de mano de obra no calificada, sobre el plan de trabajo a desarrollar con la comunidad, esta reunión se debe hacer en compañía de la profesional del Área Social de la interventoría y la supervisión, espacio en el cual se debe presentar la matriz de impactos y los productos mínimos.

6.3.8.6 Acompañamiento y seguimiento al plan de trabajo del grupo de auditores visibles

Es necesario que el profesional del Área Social del gestor apoye a la profesional social de la obra para la conformación del grupo de auditores visibles, de acuerdo con el procedimiento definido por el programa de Anticorrupción de la Presidencia de la República, se definirá con ellos un plan de trabajo que se ejecutara durante el tiempo que dure la obra; el objeto de estas auditorías es acompañar el desarrollo de la obra

desde el inicio hasta la finalización y garantizar su impecable ejecución; para lo cual la profesional social de la obra se le brindará capacitación sobre sus funciones, objeto, deberes y derechos, programación de visitas, etc.

6.3.9 Actividad de Entrega de Obra a la Comunidad

6.3.9.1 Comité informativo para entrega de obra

El profesional del Área Social debe programar un comité de obras, con el propósito de coordinar de manera unificada la entrega oficial de las obras a la comunidad, a este comité se debe convocar a la Interventoría y la supervisión.

6.3.9.2 Recorrido ruta final

Una vez culminado todo el proceso constructivo y realizado el comité de obras, el profesional del Área Social, debe programar un recorrido por las obras de infraestructura culminadas. Para el desarrollo de esta actividad se debe convocar con mínimo 8 días de anticipación a los líderes de la comunidad, comités, juntas de acción comunal, auditorias visibles, la Interventoría, Alcaldía Municipal y demás autoridades locales.

Durante este recorrido se debe hacer el Acta de Entrega Protocolaria de Obras, de igual manera se debe levantar registro de asistencia de los participantes al igual que las evidencias con registros fotográficos y video.

6.3.9.3 Cierre de los puntos de atención a la comunidad

El profesional del Área Social, una vez culminado el proceso constructivo, debe hacer el cierre de todas las reclamaciones que se encuentren pendientes, en el caso de que exista alguna dificultad de cierre, el profesional social debe informar en el último comité de obra de manera escrita las razones por las cuales no se ha podido realizar el trámite y de esta manera poner a discusión en comité acuerdos y/o compromisos para los cierres, los cuales se deben evacuar antes de la reunión de finalización de obras con la comunidad, la firma de acta de liquidación y entrega de informe final.

6.3.9.4 Reunión de finalización

Con el propósito de informar al 100% de la comunidad la finalización de las obras, se debe realizar una reunión por cada barrio o sector intervenido.
Durante este escenario se debe presentar a la comunidad el siguiente contenido:

- Objeto del contrato

- Número del contrato
- Objetivos de la reunión
- Responsables de la ejecución: Contratistas e interventoría.
- Beneficios de la obra
- Impactos generados e impactos mitigados.
- Actividades de gestión social realizadas: Reuniones con la comunidad, recorridos, capacitaciones, entre otras)
- Comités conformados (Datos generales: Nombres, apellidos cargos, teléfonos)
- Actividades realizadas con los comités (Auditorias Visibles)
- Coordinación con entidades locales
- Contratación Mano de Obra no Calificada
- Puntos de Atención a la Comunidad presentados y cerrados
- Proceso constructivo con cada uno de sus componentes.
- Planos de obra realizada.
- Actividades realizadas.
- También es importante mostrar que con la obra se reduce las enfermedades siendo este un indicador del mejoramiento calidad de vida.
- Dudas e inquietudes.
- Cierre
- Para todas las presentaciones se deben incluir registros fotográficos de las actividades realizadas durante la ejecución de las obras y deben ser enviadas con mínimo 8 días de anticipación a la interventoría para su respectiva revisión y aprobación.
- Las actividades de gestión a realizar para la reunión de finalización a tener en cuenta son las siguientes:
- A la comunidad de la zona de influencia del proyecto, se debe convocar con 1 semana de anticipación, haciendo entrega del volante de reunión de finalización de obras a cada una de las viviendas, la entrega debe ser personalizada con firma de recibido del volante y en los casos en que no se encuentre al propietario, arrendatario o tenedor, se debe fijar el volante en la puerta y tomar un registro fotográfico como evidencia de que se informó de la actividad.
- En los equipamientos públicos, privados y comunitarios se debe fijar un (1) afiche en medio pliego, informando la realización de la reunión.
- Los espacios logísticos sugeridos para las reuniones con la comunidad deben ser en lo posible de fácil traslado, central, que no requiera de Sistema de transporte, que garantice lo mínimo de atención a la reunión, amplio con sillas,

buena visibilidad para proyectar la presentación. Se recomienda gestionar con las juntas acción comunal para el trámite del préstamo o alquiler del sitio.

- Con respecto a la metodología a utilizar debe ser de manera participativa y expositiva, con presentación en video bean, modelo plantilla aprobada por el área de gestión social.
- A la Alcaldía Municipal y demás autoridades locales, se les debe remitir una carta informando el lugar, fecha y hora de la reunión de finalización de las obras.
- Los productos mínimos de la reunión de finalización de obras son:
- Elaborar acta de la reunión, haciendo relevancia de aspectos importantes del proceso constructivo y de la comunidad. Una vez finalizada la reunión se deben divulgar los compromisos resultantes de la reunión los cuales son de obligatorio cumplimiento de forma inmediata.
- De igual manera se debe levantar listado de asistencia de cada uno de los participantes, tomar registros fotográficos de la reunión). El profesional social encargado de la reunión debe portar al igual que todo el equipo de profesionales de la obra, el carnet, camiseta, chaleco y/o algún distintivo que lo identifique ante el auditorio.

6.3.9.5 Evento masivo con la comunidad

El profesional del área social deberá hacer entrega de una propuesta del evento de la entrega de las obras a la comunidad, la cual debe llevarse a cabo una vez se concluyan las obras por parte del contratista y cuya preparación y costos está a cargo del contratista.

6.3.9.6 Indicadores de gestión

El control del impacto de trabajo realizado con la comunidad durante la ejecución del contrato de obras, se debe medir a través de la repetición de la recolección de información de la línea base, la cual se debe aplicar a una muestra representativa, de acuerdo con el número de personas intervenidas; la diferencia en los hábitos, conductas y percepciones de la comunidad frente a los temas relacionados con las capacitaciones, lo cual permitirán observar el impacto de las mismas en la cultura del agua en los municipios.

6.3.10 Presentación de Informes

De todas las actividades que se realicen antes, durante y finalizadas las obras se deben presentar informes ejecutivos con los respectivos soportes, teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en el Plan de Gestión Social de Obras, incluidos los PQRS con su respectivo tramite.

6.3.11 Informes Preliminares

Una vez realizadas las actividades en campo, el profesional del Área Social, debe entregar un informe en Excel tabulado del diagnóstico de la zona de influencia directa del proyecto, la línea base de datos y las estadísticas de atención a la población.

6.3.12 Matriz de Impactos Generados durante la Obra

Durante la realización de las actividades en campo, el profesional del Área Social, debe elaborar la matriz de identificación de impactos, de acuerdo a los criterios que el profesional social considere pertinentes de medir.

6.3.13 Cronograma de Actividades

A partir de la fecha de inicio de las actividades del Profesional del Área Social en campo, debe enviar el día viernes de la semana anterior a la interventoría, el cronograma quincenal de las actividades a realizar durante el periodo siguiente, de igual manera debe enviar de manera semanal la programación de actividades tales como: Reuniones de comunidad, comités de obra, recorridos de obra, capacitaciones entre otras actividades de índole comunitario, estos cronogramas serán monitoreado por la interventoría quien será encargado de realizar verificación del cumplimiento del Plan de Gestión Social. En cada una de las auditorías realizadas en campo, se debe registrar acta de visita con las observaciones encontradas y las respectivas recomendaciones, las cuales serán remitidas al contratista. Es de anotar que, si por alguna circunstancia se modifica alguna de las actividades programadas, se debe reportar de forma inmediata, a la interventoría con copia a la supervisión.

6.3.14 Censos de Inmuebles

Para la realización del informe se debe recopilar la información de cada una de las fichas, las cuales deben estar debidamente diligenciadas y con las respectivas firmas del ciudadano, los profesionales encargados y el visto bueno de la interventoría. Posteriormente se deben organizar en medio digital los registros fotográficos en

carpetas por direcciones o cuadras y luego armar las subcarpetas de cada vivienda. En el informe físico se debe colocar en la ficha de registro de fotografías una o dos fotos principales de cada vivienda o negocio censado, los datos generales: Tipo de proyecto, barrio, No de contrato, Contratista, dirección del predio, estado de las paredes internas, fachada, pisos, cubierta (techo), antejardín, anden, sardinel, la fecha del registro fotográfico y las observaciones generales.

Los productos a entregar en el informe son:

- Informe físico con datos estadísticos de cada uno de los componentes.
- Un fólder. Carpeta de los censos originales, debidamente organizados por barrio o zonas de influencia, en cada censo debe estar el formato del registro fotográfico debidamente diligenciado.
- Una USB con la información debidamente organizada y de fácil acceso.
- Un video marcado con su respectivo registro de tomas y tiempo de duración.
- Las Actas de entrega de inmuebles una vez culminadas las obras.

6.3.15 Informes Mensuales

Como anexo al informe técnico en los tres primeros días hábiles de cada mes y cada vez que se presente un acta para pago, el contratista y los profesionales sociales, deben entregar, un informe del avance de las actividades, dichos informes serán revisados por el interventor, verificando que estos cumplan con los lineamientos establecidos en el Plan de Gestión Social de Obras, luego serán enviados para aprobación y respectivo tramite. Los informes que no cumplan con los requisitos mínimos, serán devueltos al profesional del área social con las observaciones requeridas, las cuales se deben evacuar de forma inmediata.

6.3.16 Informe Final

Una vez finalizada la obra y antes de firmar el acta de liquidación del contrato, el profesional del área social debe presentar un informe final ejecutivo, con los respectivos soportes de todas las actividades generadas durante la ejecución de la obra, de los cuales están:

- Informe físico con los lineamientos establecidos para informes con los productos finales.
- Informe final impreso con fotografías a color y en medio digital.
- Copia de los registros levantados de todas las actividades realizadas con la comunidad. Acta de reuniones, comités de control social, comités de obra, entre otras actividades.

- Material audiovisual: Registros fotográficos y videos.
- Recepción de los PQRS y su respectivo tramite
- Temario de los talleres o capacitaciones que lleven a cabo
- La organización y entrega de esta información debe ser por sector o barrio intervenido, la documentación debe estar organizada cronológicamente de forma ascendente.

6.3.17 Valla Informativa

Vallas en las obras: se instalarán en sitios visibles previamente determinados por el interventor o por el supervisor del contrato el anclaje de las vallas.

Plazo: las vallas de información deberán instalarse por parte del contratista, al momento del inicio de ejecución de la obra.

Sostenibilidad: las vallas de información deberán mantenerse siempre en perfecto estado de legibilidad, en el caso en que estas se encuentren deterioradas o que no cumplan con los requisitos estipulados deberán ser retiradas y reemplazadas en un plazo no mayor de (15) días calendario. En los contratos de obras se deberán incluir estas disposiciones con el fin de hacerlas cumplir por parte del contratista y verificado por el interventor del contrato.

6.3.18 Cuñas Radiales

El profesional del Área Social, debe hacer un levantamiento de información de los medios de comunicación (radio) que se encuentran en la zona de influencia, y a través del mismo debe informar de las acciones ejecutadas para las obras contratadas.

6.3.19 Contratación Mano de Obra

La generación de empleo en los municipios es uno de los indicadores más importantes, por lo tanto, el control de este, es de carácter prioritario. El contratista deberá contratar la mano de obra no calificada en el municipio donde se realicen las obras, el Profesional del Área Social deberá incluir en los informes mensuales, un reporte de la mano de obra calificada y no calificada, esto junto con los respectivos pagos de los parafiscales acordes a la fecha de entrega del informe.

6.4 PLAN DE MANEJO FORESTAL O ARBOLEO

FICHA DE MANEJO FORESTAL O ARBOREO
UBICACIÓN: Sector La Independencia se encuentra ubicada en la vía que conduce de Bucaramanga a Matanza en barrio La Independencia, hace parte de comuna 2 del Municipio de Bucaramanga con coordenadas N 7,142126, W 73, 12 6361**,** como se observa en la foto:

DESCRIPCIÓN DE LAS COBERTURAS EXISTENTES
Según la metodología CORINE (Coordination of Information on the Environmental) Land Cover adaptada para el país, El área de estudio se encuentra en la unidad de cobertura; ***Tejido urbano continuo.*** *Son espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más de80% de la superficie del terreno. La vegetación y el suelo desnudo representan una baja proporción del área del tejido urbano. La superficie de la unidad debe ser superior a cinco hectáreas.*
REGISTRO FOTOGRÁFICO








TIPO VEGETACIÓN EXISTENTE EN EL SITIO

El sitio de estudio se observa una vegetación conformada por *(cultivos de banano), Banano (Musa sp.), frutales como Citricos (Citrus sp), Guanábano (Annona muricata), Aguacate (Persea americana), Guayaba (Psidium guajava), Mango (Mangifera indica), Mamon (Melicoccus bijugatus), y arboles aislados como; Ficus (Ficus benjamina), Higuerón (Ficus glabrata), Árnica (Cnidoscolus aconitifolius), Chitato (Muntingia Calabura), Yarumo (Cecropia peltata), bambú (Bambusa vulgaris), Gallinero (Pithecellobium dulce), los cultivos y árboles frutales y forestales fueron establecidos por los lugareños.*

En el sitio presenta erosión de deslizamiento de tipo traslacional, agrietamiento de suelo de ladera.

Se requiere realizar inventario forestal

RECOMENDACIONES GENERALES DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN.

Se debe realizar el inventario forestal de especies arbóreas con DAP superiores a 10 cm**,** Se recomienda realizar una evaluación ecológica rápida utilizando la observación directa en el área de estudio para identificar fauna presente.

Y de acuerdo la revisión forestal y por la intervención de árboles a talar para la realización de obras de protección mitigación y corrección de erosión se deben realizar medidas de compensación con espeséis forestales y arbustivas como: *Guadua (Guadua angustifolia), Guamo (Inga sp.), Guácimo (Guazuma Ulmifolia), Aro (Trichantera gigantea), Búcaro (Erythrina fusca), Gallinero (Phitecellobium dulce), Gualanday (Jacaranda caucana), Guayacán rosado (Tabebuia roseae), Guayacán amarillo (Tabebuia chrysantha),Trompeto (Bocconia frutescens).cordoncillo (Piper bogotense), y frutales como Aguacate (Persea americana), Guayaba (Psidium guajava), Mango (Mangifera indica), Cítricos (Citrus sp).*

7. SOCIALIZACIÓN

7.1 METODOLOGÍA

7.1.1 Convocatoria Socialización de Inicio

Para dar inicio a la ejecución del proyecto y actividades en campo se contactó el presidente de la junta de acción comunal y demás líderes comunitarios con el fin de concretar fecha, hora, lugar para la socialización y medios para la convocatoria de la comunidad.

Dentro de las estrategias establecidas se diseñaron volantes, los cuales se entregaron a las personas habitantes del área directa de estudio.



Figura 78. Folleto Convocatoria Socialización de Inicio de Proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

7.1.2 Desarrollo de la Socialización

7.1.2.1 Presentación del consorcio y del equipo de trabajo

El profesional delegado por la consultoría realiza apertura a la socialización, da la bienvenida a la comunidad y presenta el consorcio y su equipo de trabajo el cual está conformado por profesionales en geología, topografía, ingenieros civiles, trabajo social entro otros.

Indica que dentro del proyecto se requieren ayudantes de obra, vigilancia para cuidado de máquinas y acompañamiento para seguridad al personal en campo y refiere que se dará participación a la comunidad para desarrollar dichas labores.

Finalmente solicita a los asistentes la colaboración con la entrega de información que se requiere y recuerda el principio de solidaridad social contemplado en la ley 1523 de 2012.

7.1.2.2 Desarrollo de la temática

Mediante uso de folletos y exposición verbal se expuso a la comunidad las técnicas a emplear para el estudio y los componentes del mismo.

- Cartografía base digital y modelado 3D, la cual se compone por ortomosaico, levantamiento Lidar, levantamiento topográfico.
- Geología y Geomorfología.
- Hidrología.
- Análisis detallado por movimientos en masa.
- Diseño de obras de mitigación.
- Socialización.



Figura 79. Folleto Generalidades Socialización de Inicio de Proyecto.

Fuente: Elaboración propia



Figura 80. Folleto Generalidades Socialización de Inicio de Proyecto.

Fuente: Elaboración propia

7.1.2.3 Cierre

Para concluir la socialización se generó un espacio de preguntas e inquietudes, dando participación a la comunidad y procurando respuestas contundentes a las mismas.

7.2 TIEMPO DE EJECUCIÓN

El contrato tiene un tiempo de ejecución de dos meses a partir de la firma del acta de inicio.

- Fecha de firma de acta de inicio: 08 de mayo de 2023

7.3 ASISTENCIA

La socialización se llevó a cabo con la participan de la comunidad con una asistencia de treinta y una (31) personas; tres (3) profesionales de la interventoría y tres (3) profesionales de la consultoría.







Fotografía 11. Socialización

8. PRESUPUESTO DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN

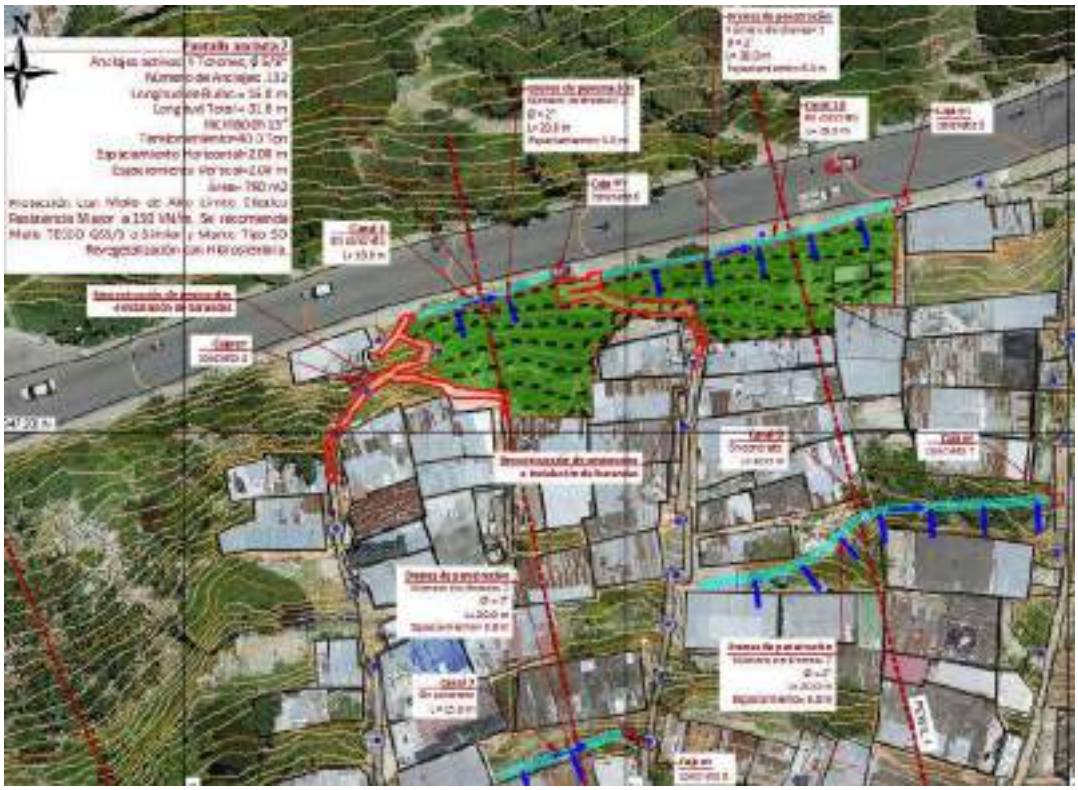
De acuerdo al orden de priorización de las obras de mitigación, se definieron dos sectores de obras de mitigación para el Barrio La Independencia.

Se establecieron dos sectores, dado que el sector 1 corresponde al talud por el cual se genero la emergencia en el año 2022, sin embargo dentro de la ejecución de los presentes estudios se identifico que el talud del costado occidental presenta amenaza por remoción en masa y por tanto se diseñaron obras de mitigación y se establece como sector 2.



Figura 81. Priorización de las obras de mitigación por sectores.

8.1 SECTOR 1 – OBRAS DE MITIGACION COSTADO ORIENTAL



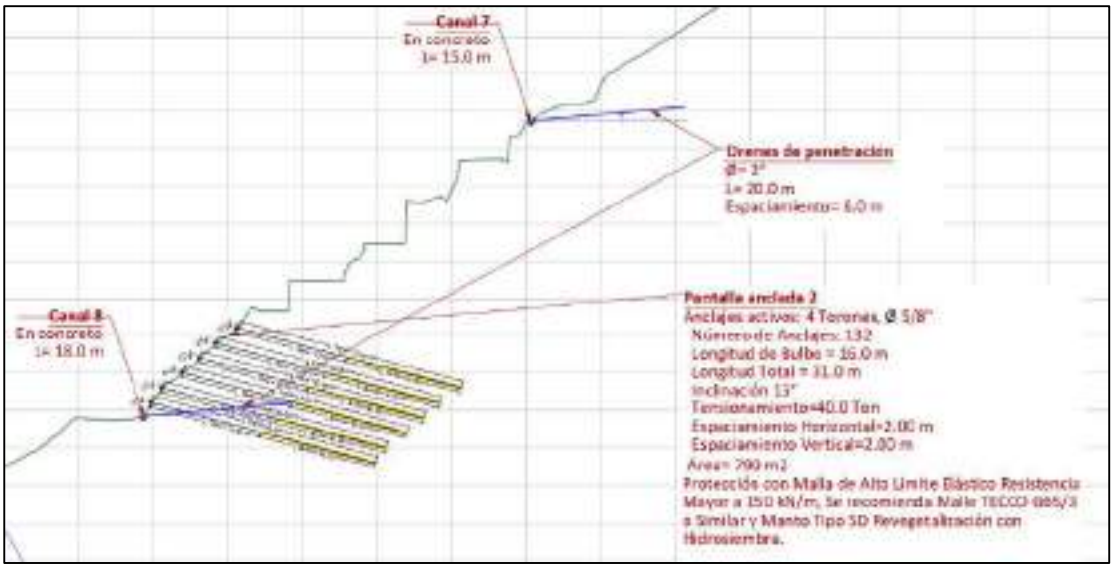


Figura 82. Obra de Mitigación Sector 1

ESTUDIO Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES MIRAMANGA, LA INDEPENDENCIA, GAITAN PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PUBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER.

MUNICIPIO	Bucaramanga	CONTRATO No:		VERSION	
PRESUPUESTO DE OBRA					
BARRIO INDEPENDENCIA - SECTOR I					

ITEM	ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	VR/UNITARIO	VR/PARCIAL
1	SECCION PRIMERA - PRELIMINARES				$ 249.132.387,61
1.1	REPLANTEO, CONTROL Y MEDICION DE LA OBRA	M2	790,00	$ 4.053,00	$ 3.199.500,00
1.2	DESMONTE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS	M2	790,00	$ 8.966,00	$ 9.373.720,00
1.3	REMOCIÓN DE ESPECIES VEGETALES H<10M	UND	20,00	$ 353.074,00	$ 7.061.480,00
1.4	ENCERRAMIENTO EN LONA VERDE Y POSTE DE MADERA	ML	144,00	$ 29.512,00	$ 3.529.328,00
1.5	CAMPAMENTO	GLB	1,00	$ 6.314.447,00	$ 6.314.447,00
1.6	DEMOLICIÓN DE POZOS, ANDENES DE CONCRETO Y CUNETAS	M3	110,00	$ 350.652,00	$ 38.771.466,00
1.7	VALLA TIPO IA (3.00M X 2.00M)	UND	1,00	$ 2.969.386,00	$ 2.969.386,00
1.8	RETIRO DE SOBRANTE Y ESCOMBROS	M3	430,00	$ 96.405,00	$ 41.454.150,00
1.9	CERRAMIENTO MALLA ESLABONADA CAL 12, H =2,0 M, Y AMPOSTERIA H=2 H = 0,5	ML	144,59	$ 1.061.740,00	$ 153.506.091,31
2	SECCION SEGUNDA - MOVIMIENTOS DE TIERRA				$ 259.044.552,01
2.1	EXCAVACION A MANO DESCOLGADO PARA BATAHAS	M3	51,45	$ 264.672,00	$ 13.616.186,04
2.2	CONFORMACION Y PERFILADO DE TALUDES A MANO EN ACTURA	M3	1.219,80	$ 181.181,00	$ 219.038.739,00
2.3	RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL GRANULAR TIPO (SB2) (INCLUYE ACARREO)	M3	13,86	$ 169.639,00	$ 2.339.139,26
2.4	SUMINISTRO, CONFORMACION Y COMPACTACION DE RELLENOS SELECCIONADOS, EN ZANJA	M3	3,05	$ 183.675,00	$ 530.613,61
2.5	TRANSPORTE DE MATERIALES PROVENIENTES DE LA EXCAVACION DE LA EXPLANACION, CANALES Y PRESTAMOS PARA DISTANCIAS MAYORES DE MIL METROS (1.000 M) MEDIDO A PARTIR DE CIEN METROS (100 M) (INCLUYE CONFORMACION DE BOTADERO)	M3*KM	25275,19	$ 1.507,00	$ 38.111.756,50
3	SECCION TERCERA - ESTRUCTURAS				$ 122.806.223,15
3.1	CONCRETOS				$ 14.604.047,48
3.1.1	CONCRETO DE 4000 PSI PARA CUNETAS Y CANALES	M3	21,00	$ 695.379,00	$ 14.604.047,48
3.2	ACEROS				$ 117.202.075,68
3.2.1	ACERO DE REFUERZO Fy 4200 MPa	KG	4655,63	$ 10.389,00	$ 48.359.730,00
3.2.2	BATAHOLAS PERMANENTES	ML	95,50	$ 743.619,00	$ 70.995.325,00
4	SECCION CUARTA - VIAS Y ANDENES				$ 12.230.758,00
4.1	SUB-BASE GRANULAR CLASE C	M3	11,13	$ 200.765,00	$ 3.234.106,65
4.2	CONCRETO DE 3000 PSI PARA RECONSTRUCCION ENTARJEAS	M3	12,39	$ 478.406,00	$ 5.296.651,35
5	SECCION QUINTA - ESTABILIZACION DE TALUDES				$ 3.942.650.382,56
5.1	PERFORACION PARA ANCLAJES EN TALUDES CON EQUIPO DESCOLGADO HASTA 15 METROS	ML	7080,00	$ 368.160,00	$ 768.686.880,00
5.2	PERFORACION PARA ANCLAJES EN TALUDES CON EQUIPO DESCOLGADO MAYORES A 15 METROS	ML	2112,00	$ 445.915,00	$ 941.772.480,00
5.3	ENCAMISADO DE ANCLAJES - DRENES	ML	2112,00	$ 166.740,00	$ 352.203.680,00
5.4	INYECCION LECHADA DE CEMENTO RESISTENCIA 4280 PSI	M3	152,74	$ 1.437.320,00	$ 147.682.442,56
5.5	VIADO EN CONCRETO (INCLUYE SUMINI)	UND	140,00	$ 917.487,00	$ 107.030.124,00
5.6	TENSIONAMIENTO DE ANCLAJES 40 TONELADAS	UND	132,00	$ 201.126,00	$ 26.548.632,00
5.7	PROTECTOR PUNTA ANCLAJE EN CONCRETO	UND	132,00	$ 22.469,00	$ 2.967.468,00
6	SUMINISTRO DE TUBERIA PARA DREN - LLORADERO DE 3" INCLUYE GEOTEXTIL	ML	452,00	$ 26.343,00	$ 11.907.036,00
6.1	SUMINISTRO DE IST DE CUÑAS DE 5/8" 4 PARA ANCLAJE	UND	132,00	$ 86.842,00	$ 11.463.144,00
6.2	SUMINISTRO DE PORPOMAS CON 4 HUECOS 5/8"	UND	132,00	$ 145.080,00	$ 19.150.560,00
6.3	SUMINISTRO DE ANCLAJE DE 30 METROS INCLUYE TORON DE 5/8" SEPARADORES Y TUBERIA Y DEMAS ACCESORIO PARA SU CORRECTA INSTALACION	UND	132,00	$ 2.064.051,00	$ 272.454.732,00
6.4	PERFORACION PARA DRENES EN TALUDES CON EQUIPO DESCOLGADO HASTA 15 METROS	ML	240,00	$ 369.164,00	$ 88.599.360,00
6.5	PERFORACION PARA DRENES EN TALUDES CON EQUIPO DESCOLGADO MAYORES A 15 METROS	ML	60,00	$ 369.653,00	$ 22.179.240,00
6.6	MALLA DE ALTO LIMITE ELASTICO, RESISTENCIA MAYOR A 80 KN/M, DE RECOMENDA MALLA TECCO 08/4	m2	700,00	$ 364.161,00	$ 249.302.000,00
6	SECCION SEXTA - TUBERIAS				$ 29.478.400,00
6.1	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA PVC ESTRUCTURAL DE D=400 M/M	ML	20,00	$ 421.992,00	$ 8.439.840,00
6.2	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA PVC ESTRUCTURAL DE D=600 M/M	ML	20,00	$ 601.931,00	$ 12.038.620,00
TOTAL COSTO DIRECTO					$ 4.290.525.030,84
			ADMINISTRACION	20%	$ 1.258.431.882,00
			IMPREVISTOS	1%	$ 20.984.298,00
			UTILIDAD	5%	$ 211.826.182,00
				AIU	$ 1.492.793.272
	ACTUALIZACION Y/O AJUSTES A LOS DISEÑOS				$ 42.366.236
			IMVU/TUDAD	19%	$ 40.245.570
SUBTOTAL BARRIO OBRAS (A)					$ 5.781.472.181,68
		PLAN DE MANEJO AMBIENTAL		1,62%	$ 93.679.021
		PLAN DE MANEJO DE TRANSITO		1,48%	$ 85.590.000
VALOR TOTAL OBRAS					$ 5.961.568.013,68
		INTERVENTORIA		17,64%	$ 747.791.400,00
TOTAL PROYECTO					$ 6.675.582.380,00

Figura 83. Presupuesto Indepedencia sector 1

8.2 SECTOR 2 – OBRAS DE MITIGACION COSTADO OCCIDENTAL



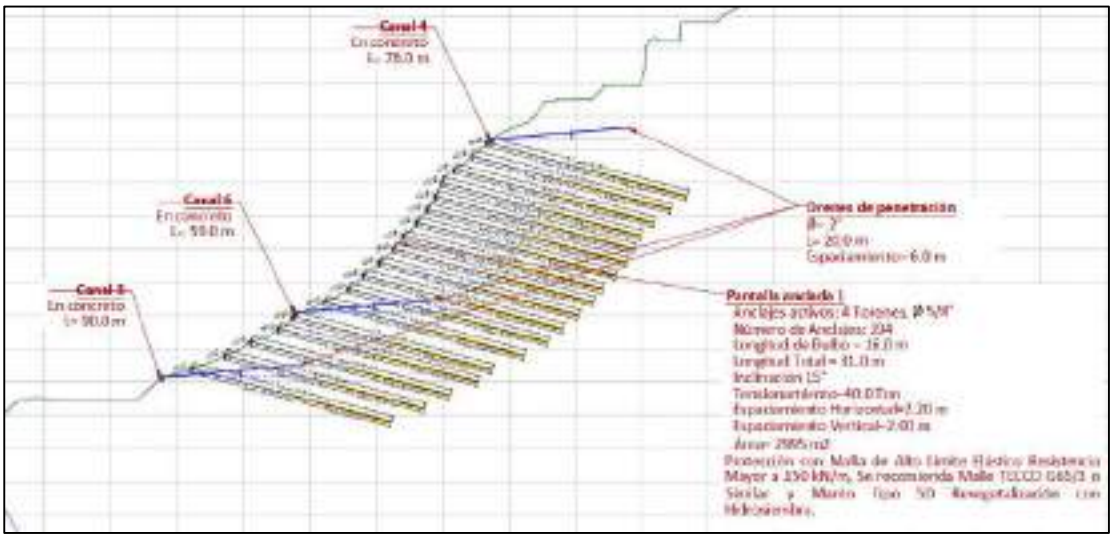


Figura 84. Obra de Mitigación Sector 2

ESTUDIO Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES MIRAMANGA, LA INDEPENDENCIA, GAITÁN PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PUBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER.

MUNICIPIO	Bucaramanga	CONTRATO No.		VERSIÓN	

PRESUPUESTO DE OBRA

BARRIO INDEPENDENCIA - SECTOR 2

ITEM	ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	VR/UNITARIO	VR/PARCIAL
1	SECCION PRIMERA - PRELIMINARES				$ 509,367,648.76
1.1	REPLANTEO, CONTROL Y MEDICIÓN DE LA OBRA	M2	2064.00	$ 4,950.00	$ 12,154,720.00
1.2	DESMONTE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS	M2	2964.15	$ 6,050.00	$ 33,156,603.30
1.3	REMOCION DE ESPECIES VEGETALES H=10M	UND	90.00	$ 353,894.00	$ 29,047,020.00
1.4	ENCERRAMIENTO EN LONA VERDE Y POSTE DE MADERA	ML	276.00	$ 26,812.00	$ 7,407,712.00
1.5	CAMPAMENTO	GLB	1.00	$ 6,316,447.00	$ 6,316,447.00
1.7	VALLA TIPO 1A (2.00M X 3.60M)	UND	1.00	$ 2,360,264.00	$ 2,360,264.00
1.8	RETIRO DE BASURAS Y ESCOMBROS	M3	2366.30	$ 55,425.00	$ 135,155,631.00
1.9	CERRAMIENTO MALLA ESLABONADA CAL. 12, H =2.2 M, Y MAMPOSTERIA H=2, H = 0.5	ML	276.50	$ 1,061,743.00	$ 293,573,176.55
2	SECCION SEGUNDA - MOVIMIENTOS DE TIERRA				$ 1,075,084,490.04
2.1	EXCAVACION A MANO DESCOLGADO PARA CIMIENTOS	M3	153.66	$ 264,671.00	$ 40,663,661.35
2.2	CONFORMACION Y PERFILADO DE TALUDES A MANO EN ALTURA	M2	4063.97	$ 161,745.00	$ 616,283,176.90
2.3	RELLENOS PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL GRANULAR TIPO SBG (INCLUYE ACARREO)	M3	13.66	$ 165,634.00	$ 2,336,139.35
2.4	SUMINISTRO, CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE RELLENOS SELECCIONADOS EN ZANJA	M3	3.48	$ 152,475.00	$ 530,515.51
2.5	TRANSPORTE DE MATERIALES PROVENIENTES DE LA EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN, CANALES Y PRÉSTAMOS PARA DISTANCIAS MAYORES DE MIL METROS (1.000 M) MEDIDO A PARTIR DE CIEN METROS (100 M) (INCLUYE CONFORMACION DE BOTADERO)	M3-KM	110932.77	$ 1,937.00	$ 214,878,770.09
3	SECCION TERCERA - ESTRUCTURAS				$ 175,567,335.96
3.1	CONCRETOS				$ 95,006,703.31
3.1.1	CONCRETO DE 4000 PSI PARA CUNETAS Y CANALES	M3	64.10	$ 695,571.00	$ 95,006,703.31
3.2	ACEROS				$ 137,518,932.36
3.2.1	ACERO DE REFUERZO Fy 4200 MPa	KG	13686.83	$ 10,049.00	$ 137,518,932.36
4	SECCION CUARTA - VIAS Y ANDENES				$ 5,388,144.84
4.1	SUB-BASE GRANULAR CLASE D	M3	26.00	$ 200,702.00	$ 5,388,144.84
5	SECCION QUINTA - ESTABILIZACION DE TALUDES				$ 10,746,671,406.79
5.1	PERFORACION PARA ANCLAJES EN TALUDES CON EQUIPO DESCOLGADO HASTA 15 METROS	ML	5913.00	$ 365,160.00	$ 2,249,025,600.00
5.2	PERFORACION PARA ANCLAJES EN TALUDES CON EQUIPO DESCOLGADO MAYORES A 15 METROS	ML	6304.00	$ 445,911.00	$ 2,811,048,960.00
5.3	ENCAMISADO DE ANCLAJES - DRENES	M3	1033.00	$ 295,160.00	$ 2,602,693,130.00
5.4	INYECCION LECHADA DE CEMENTO RESISTENCIA 42MPA	M3	508.44	$ 1,437,525.00	$ 440,196,597.45
5.5	DADO EN CONCRETO (INCLUYE PLATINA)	UND	324.00	$ 617,467.00	$ 200,128,908.00
5.6	TENSIONAMIENTO DE ANCLAJES 40 TONELADAS	UND	324.00	$ 201,128.00	$ 70,243,644.00
5.7	PROTECTOR PUNTA ANCLAJE EN CONCRETO	UND	324.00	$ 22,400.00	$ 8,207,370.00
5.8	SUMINISTRO DE TUBERIA PARA DREN - LLORADERO DE 3" INCLUYE GEOTEXTIL	ML	1314.00	$ 36,363.00	$ 34,614,702.00
5.9	SUMINISTRO DE KIT DE CUÑAS DE 5/8" Ø PARA ANCLAJE	UND	324.00	$ 86,323.00	$ 30,215,749.20
5.10	SUMINISTRO DE PORPRAS CON 4 HUECOS 5/8"	UND	324.00	$ 165,066.00	$ 57,538,084.80
5.11	SUMINISTRO DE ANCLAJE DE 30 METROS INCLUYE TORON DE 5/8" SEPARADORES Y TUBERIA Y DEMAS ACCESORIO PARA SU CORRECTA INSTALACION	UND	324.00	$ 2,364,051.00	$ 813,336,594.00
5.12	PERFORACION PARA DRENES EN TALUDES CON EQUIPO DESCOLGADO HASTA 15 METROS	ML	630.00	$ 366,164.00	$ 247,128,280.00
5.13	PERFORACION PARA DRENES EN TALUDES CON EQUIPO DESCOLGADO MAYORES A 15 METROS	ML	330.00	$ 389,663.00	$ 99,629,190.00
5.14	MALLA DE ALTO LIMITE ELASTICO, RESISTENCIA MAYOR A 85 KN/M, SE RECOMIENDA MALLA TECCO 8/8/4	m2	2964.15	$ 304,161.00	$ 910,763,541.15
6	SECCION SEXTA - TUBERIAS				$ 30,717,420.00
6.2	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA PVC ESTRUCTURAL DE D=400 MM	ML	30.00	$ 421,902.00	$ 12,656,760.00
6.3	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA PVC ESTRUCTURAL DE D=600 MM	ML	30.00	$ 621,931.00	$ 18,657,930.00
TOTAL COSTO DIRECTO					$ 12,941,629,705.01
			ADMINISTRACION	22%	$ 2,847,158,535.10
			IMPREVISTOS	1%	$ 129,416,297.05
			UTILIDAD	5%	$ 647,081,485.25
				SUB	$ 6,585,568,047
			ACTUALIZACION Y/O AJUSTES A LOS DISEÑOS		$ 126,410,285
			TOA/UTILIDAD	15%	$ 119,139,773
SUBTOTAL BASICO OBRAS (A)					$ 17,866,799,110.14
		PLANES MANEJO AMBIENTAL		1.62%	$ 151,656,733
		PLAN DE MANEJO DE TRAFICO		1.44%	$ 180,000,000
VALOR TOTAL OBRAS					$ 17,418,162,971.14
		INTERVENTORIA		11.17%	$ 1,401,358,970.30
TOTAL PROYECTO					$ 18,548,661,515.06

Figura 85. Presupuesto Independencia Sector 2

8.3 PRIORIZACIÓN DE LAS INTERVENCIONES

Para el sector del barrio La Independencia, y en función del nivel de amenaza, se recomienda priorizar las intervenciones así:

- Iniciar con las obras del Sector 1, las cuales tienen un valor de $6,679,582,388.00

- Seguidamente, se deben ejecutar las obras del Sector 2, que corresponde al sector occidental, las cuales tienen un valor de $18,948,661,519.00

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente documento, denominado TOMO II – DISEÑOS DE OBRAS DE MITIGACIÓN, se presentan el resumen de los diferentes trabajos realizados para la caracterización del suelo del presente estudio.

Las medidas de reducción de la amenaza están orientadas a mitigar o reducir los efectos de inestabilidad de sectores que se zonificaron con amenaza alta.

A partir de la exploración de campo, ensayos de laboratorio y la geología realizada en el área de estudio, se identificaron cuatro (4) unidades geológicas las cuales son:

- Suelos del Miembro Limos Rojos de la Formación Bucaramanga.
- Suelos del Miembro Gravoso de la Formación Bucaramanga.
- Suelos del Miembro Órganos de la Formación Bucaramanga.
- Deposito coluvial activo.

9.1 EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LAS CONDICIONES ACTUALES

La evaluación de la amenaza se efectuó teniendo en cuenta la metodología propuesta por la Guía Metodológica del Servicio Geológico Colombiano, la cual se basa en el cálculo de probabilidades de falla, obteniéndose al determinar la probabilidad anual de falla considerando los eventos sísmicos y de lluvia.

Adicionalmente se realizó el análisis de amenaza como lo establece el decreto 1807 de 2014 mediante el análisis de mínimo tres (3) escenarios, sin embargo, para el presente estudio se consideró el análisis de cuatro escenarios.

Para determinar la zonificación de la amenaza más real, se ponderaron los diferentes escenarios, en donde se aprecia, que la probabilidad de ocurrencia de un deslizamiento es mayor para aquellos escenarios en los cuales no se registraría un evento sísmico.

Para la ponderación se tuvo en cuenta el periodo de exposición (50 años) el cual está relacionado con los periodos de retorno del evento sísmico.

Tabla 104. Ponderación propuesta para los escenarios de análisis de la evaluación de la amenaza.
Fuente: Elaboración propia.

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN
1	Estático	43.4
2	Estático parcialmente saturado	41.7
3	Dinámico	10.5
4	Dinámico parcialmente saturado	4.4

De acuerdo a los resultados se pudo concluir que la parte central del barrio, junto a la vía que conduce al municipio de Surata, donde actualmente se presentó un deslizamiento se encuentra en amenaza alta, y los demás sectores analizados presentan una amenaza media a movimientos en masa, condicionados especialmente por los materiales existentes y las pendientes fuertes.

Los principales factores detonantes para activar los movimientos en masa, son los niveles freáticos o niveles de agua subterránea y el sismo.

9.2 OBRAS DE MITIGACIÓN

Se recomienda realizar un desbombe de los taludes y construir un sistema de anclajes pretensionados de mínimo 400 kN.

En la pantalla 1 (Perfil 1), separación horizontal cada 2.2 metros y separación vertical cada 2.0 metros y ángulo de inclinación con respecto a la horizontal es de 15°, longitud total del anclaje de 31.0 metros y una longitud de bulbo de 16.0 metros.

En la pantalla 2 (Perfil 2), separación horizontal cada 2.6 metros y separación vertical de 2.0 metros, ángulo de inclinación con respecto a la horizontal es de 15°, longitud total del anclaje de 31.0 metros y una longitud de bulbo de 16.0 metros.

En la pantalla 3 (Perfil 3), separación horizontal cada 2.0 metros y separación vertical de 2.0 metros, ángulo de inclinación con respecto a la horizontal es de 15°, longitud total del anclaje de 31.0 metros y una longitud de bulbo de 16.0 metros.

Los anclajes están compuestos por cuatro (4) torones de 0.6” tensados a una carga de 40 toneladas/ancla. Los anclajes se apoyarán sobre dados en concreto reforzado

de dimensiones mínimas de 1.0x1.0 metros y de espesor mínimo de 0.25 metros, el cual debe quedar embebido en el talud (empotrado).

Para el diseño estructural del dado se debe contemplar un Kv de 25000 kN/m3.

9.3 OBRAS DE SUBDRENAJE

Se recomienda construir drenes de 20.0 metros de longitud, con separación horizontal de 6.0 metros y una inclinación de 6º, en la base de los taludes.

9.4 MANEJO DE LA EROSIÓN

Se recomienda la instalación de malla de alta resistencia de 3.00 mm de diámetro y resistencia a la tracción de 1770 Mpa, con dimensiones de máximo 8.3 x 14.3 centímetros. Se recomienda la malla TECCO G65/3 o similar.

Adicionalmente para proteger el talud contra la erosión, se recomienda la instalación de un manto permanente tipo 5D INVIAS 811-22.

9.5 MANEJO DE LA ESCORRENTÍA

Para el manejo de las aguas de escorrentía se recomienda en la base del talud, construir un canal trapezoidal en concreto reforzado de 0.30m de base menor, 0.80m de base mayor y 0.50m de altura.

9.6 RECOMENDACIONES GENERALES

Teniendo en cuenta las características de los suelos presentes en el área de estudio, se recomienda implementar las siguientes medidas de manejo para garantizar un mejor comportamiento a futuro.

- No dejar las excavaciones expuestas a las infiltraciones de agua.
- De igual forma se evitará la exposición prolongada de las excavaciones, a intemperismos, para lo cual se recomienda programar las excavaciones de tal forma que transcurra el menor tiempo posible entre su terminación y las operaciones de mejoramiento proyectadas, vaciado de los cimientos y/o construcción de la estructura.

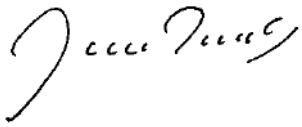
- Se recomienda construir las obras proyectadas en temporadas de verano, con el fin de evitar problemas de estabilidad al momento de realizar los cortes proyectados.
- Se recomienda colocar un sistema de monitoreo permanente durante la construcción de las estructuras de estabilidad, para chequear cualquier tipo de desplazamiento.
- El óptimo comportamiento de las estructuras de estabilidad diseñadas depende del procedimiento constructivo y del seguimiento riguroso del mismo. Es muy importante que el diseñador realice el acompañamiento durante la construcción.
- Realizar mantenimiento y limpieza de los canales para prevenir obstrucciones y que estos se rebosen, generando focos de erosión.
- Control de resistencia de la lechada de cemento utilizada de acuerdo a especificación INVIAS.
- Se recomienda al inicio del proyecto realizar pruebas de carga a los anclajes. Si se produce falla de los anclajes, se requiere ajustar el diseño aumentando la longitud de bulbo o mejorando el sistema de inyección.
- Es muy importante la supervisión técnica de la obra durante la construcción.
- Se deberá consultar con el Ingeniero Geotecnista, cualquier cambio que se realice al proyecto en cuanto a su nivel de cimentación y excavaciones planteadas

9.7 LIMITACIONES

Los resultados, conclusiones y recomendaciones fueron obtenidos a partir de los resultados de la exploración de campo y ensayos de laboratorio realizados, visitas de campo y otras actividades relacionadas en capítulos anteriores. En caso de encontrarse condiciones del subsuelo diferentes a las descritas en este informe, en el momento de la construcción de obras o geometría general del esquema de cortes y rellenos para el área de trabajo, se deberá comunicar al Ingeniero Geotecnista para emitir las observaciones que amerite el caso.

9.8 FIRMA DEL ESPECIALISTA

El ingeniero da fe que conoce el sitio y lo ha visitado para efectos de la elaboración del presente estudio.



_____

MIGUEL SILVA – Ingeniero Civil - Magister en Geotecnia

REVISION GEOLOGICO-GEOTECNICA Y ESTRUCTURAL DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES MIRAMANGA, LA INDEPENDENCIA, GAITÁN PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PÚBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER.

SECTOR GAITÁN



BUCARAMANGA, SANTANDER

JULIO DE 2023

1 TABLA DE CONTENIDO

1 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 4
1.1 GEOLOGÍA REGIONAL 4
1.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 4
1.3 GEOLOGÍA LOCAL 4
1.3.1 Suelo coluvial reciente (Sco1) 4
1.3.2 Suelo transportado movimientos en masa (Stmm) 4
1.3.3 Suelo del miembro limos rojos (Sfl2) 5
1.3.4 Suelo del miembro gravoso (Sft2) 5
1.3.5 Suelo del miembro finos (Sfl1) 5
1.3.6 Suelo de lleno antrópico de basuras y escombros (Stlab)) 5
1.4 GEOMORFOLOGÍA 5
2 MODELO GEOLÓGICO-GEOTECNICO 5
3 EVALUACIÓN DE AMENAZA POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA. 6
3.1 FACTORES CONDICIONANTES 6
3.1.1 TOPOGRAFÍA 6
3.1.2 PRESENCIA DE CARGAS PERMANENTES 6
3.1.3 PARÁMETROS GEOMECÁNICOS 6
3.2 FACTORES DETONANTES 7
3.2.1 ACELERACIÓN SÍSMICA 7
3.2.2 LLUVIA 7
3.3 DEFINICIÓN DE AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA 7
4 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD POR REMOCIÓN EN MASA 8
4.1 SUSCEPTIBILIDAD DE LAS VIVIENDAS 8
4.2 INTENSIDAD 8
4.3 ZONIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD 9
5 EVALUACIÓN DEL RIESGO 10
6 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS 11
7 DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN 11
7.1 Diseño de las medidas de estabilización mecánicas 12
7.2 Diseño del sistema de drenaje subsuperficial. 13
8 REVISION DOCUMENTAL 13

9 CONCLUSIONES 17

TABLA DE IMAGENES

Figura 1. Mapa de zonificación de la vulnerabilidad física de edificaciones. Tomado del informe de consultoría. 9
Figura 2. Mapa de zonificación del riesgo físico de edificaciones..... 10

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros geomecánicos de los materiales ajustados. 6
Tabla 2. Cálculo del coeficiente de aceleración máxima para análisis pseudoestático de taludes. 7
Tabla 3. Escenarios de amenaza y probabilidad de ocurrencia. 7
Tabla 4. Clasificación de la amenaza por remoción en masa..... 8
Tabla 5. Matriz de riesgo aplicada. 10
Tabla 6. Comparativo de las alternativas de estabilización. 11
Tabla 7. Resumen de factores de seguridad con obras. 12

1 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

1.1 GEOLOGÍA REGIONAL

Los taludes a intervenir se ubican sobre los escarpes occidentales de la formación Bucaramanga. La descripción realizada de la geología regional coincide con las propuestas de INGEOMINAS (1997) con la subdivisión que actualmente se emplea ampliamente en la geología de la ciudad de Bucaramanga presentando la siguiente secuencia estratigráfica en orden descendente: miembro Limos Rojos (Qblr), miembro Gravoso (Qbg), miembro Finos (Qbf) y miembro Órganos (Qbo).

El cuerpo de los taludes a intervenir se desarrolla principalmente sobre los miembros limos rojos (Qblr) y el miembro gravoso (Qbg). El miembro limos rojos lo constituyen arenas arcillosas gravosas y limos de colores rojo, amarillo y naranjado donde esporádicamente es posible encontrar bloques angulares de arenisca con un alto grado de meteorización, mientras que el miembro gravoso presenta principalmente gravas con presencia de arenas y lodos.

1.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

A nivel regional, el área de estudio se ubica en el bloque central del esquema tectónico de Santander, limitando al oriente con el sistema de fallas de Bucaramanga y al occidente con el sistema de fallas La Salina. Localmente, el área de estudio se ubica muy próxima a la falla Suárez.

1.3 GEOLOGÍA LOCAL

Las unidades geológicas superficiales se proponen de manera que se agrupan en función de la clasificación litológica, dureza o resistencia, sistema de discontinuidades, grado de meteorización y rasgos estructurales.

Las unidades geológicas superficiales propuestas se pueden entender como depósitos cuaternarios recientes y antiguos. Se verifica el modelo geológico y a continuación, se presenta una breve descripción de las unidades cartografiadas.

1.3.1 Suelo coluvial reciente (Sco1)

Depósitos de suelo transportado del tipo coluvial con meteorización de media a alta asociado a movimientos de remoción en masa reciente. Suelo inconsolidado, permeable, susceptible a la erosión.

1.3.2 Suelo transportado movimientos en masa (Stmm)

Suelo depositado por movimientos de remoción en masa generados recientemente por la acción de la gravedad y la saturación por agua de lluvia como factor detonante. En comparación con el suelo coluvial reciente, esta unidad cartografiada es producto de movimientos mucho más reciente. La ausencia de material vegetal como cobertura, hace de esta unidad más erodable.

1.3.3 Suelo del miembro limos rojos (Sfl2)

Suelo del miembro superior de la formación Bucaramanga compuesto por arcillas y limos rojos. Puede presentar bloques de areniscas y neis.

1.3.4 Suelo del miembro gravoso (Sft2)

Suelo subyacente al miembro limos rojos de la formación Bucaramanga con un grado de consolidación intermedio y grado de meteorización muy variable. Presenta una estructura clasto-soportada con una matriz areno arcillosa donde los clastos se distribuyen aproximadamente en 60% de gravas y 20% de bloques.

1.3.5 Suelo del miembro finos (Sfl1)

Capa que subyace al miembro gravoso conformada por material que varía entre arcilloso, limo-arenoso y areno-limoso.

1.3.6 Suelo de lleno antrópico de basuras y escombros (Stlab))

Material dispuesto por el hombre sin ningún tipo de control técnico ni control de desechos con presencia de material orgánico y escombros de construcción.

Se considera apropiada y representativa la clasificación propuesta por el consultor respecto a los materiales encontrados en la zona de estudio.

1.4 GEOMORFOLOGÍA

Se identifican en campo las siguientes geoformas agrupadas según so origen en denudacionales y antrópicas.

En denudacionales se identifican las geoformas del tipo depósito de movimientos en masa (D15) ubicadas en recorrido del cuerpo del deslizamiento que produjo el depósito. Laderas subhorizontales (D6) con pendientes menores al 10° donde se presenta el asentamiento del barrio Gaitan.

Hacia la zona del escarpe se identifican laderas muy inclinadas (D10) y laderas moderadas (D11) con pendientes de 40° a 70° y de 10° a 40°, respectivamente, donde se observan los afloramientos de los miembros que subyacen a limos rojos. Sobre estas unidades es donde se desarrollan principalmente las cuñas de fallas que movilizan material.

Finalmente, en el grupo de geoformas de origen antrópico se observan los llenos mixtos (A5) dispuestos de forma caótica por acción humana.

La descripción local se considera representativa del ambiente geomorfológico del sitio.

2 MODELO GEOLÓGICO-GEOTECNICO

El modelo geológico-geotécnico presentado en las secciones de análisis del 1 al 5 es congruente con el modelo geológico y las observaciones realizadas sobre las muestras de

material recuperado durante la campaña de exploración geotécnica. Se respeta la secuencia de los miembros de la formación Bucaramanga y los materiales transportados se identifican plenamente en zonas de baja energía potencial.

3 EVALUACIÓN DE AMENAZA POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA.

3.1 FACTORES CONDICIONANTES

3.1.1 TOPOGRAFÍA

La topografía como elemento condicionante principalmente por la pendiente de las laderas que condicionan la dirección del movimiento.

3.1.2 PRESENCIA DE CARGAS PERMANENTES

Los modelos de estabilidad consideran una carga de 15 kN/m2 por cada nivel de piso.

3.1.3 PARÁMETROS GEOMECÁNICOS

Los parámetros mecánicos de los materiales cartografiados en el modelo geológico han sido definidos estadísticamente empleando los valores de resistencia encontrados en el presente estudio y considerando también los valores obtenidos para los mismos materiales en estudios realizados en los barrios La Joya, Santander, Nazareth (CDMB-2016), Nazareth (2023) e Ingeominas (2009).

Una vez definidos los valores estadísticamente se ha aplicado el método de análisis inverso con el objetivo de representar una condición metaestable (Factor de seguridad igual a 1.0) para un escenario estático no saturado de una cuña de falla desarrollada en el contacto del depósito coluvial con los materiales de la formación Bucaramanga. A continuación, se presentan los valores finalmente empleados en el análisis de estabilidad.

Tabla 1. Parámetros geomecánicos de los materiales ajustados.

Nombre	**Material**	**C [kPa]**	**Phi [°]**	**Gamma [kN/m^3]**
SFL2	Suelo - Miembro limos rojos	25.0	32.77	18.51
SFT2	Suelo - Miembro gravoso	28.0	33.19	18.73
SFL1	Suelo - Miembro finos	32.0	33.20	19.93
SFT3	Suelo - Miembro Órganos	29.0	42.88	20.67
SCO1	Suelos - Coluvial	2.0	22.32	20.00

Los parámetros geomécanicos han sido considerados como variables determinísticas sustentadas en la estadística descriptiva de los datos disponibles.

3.2 FACTORES DETONANTES

3.2.1 ACELERACIÓN SÍSMICA

Se emplean los parámetros sísmicos presentados en la NSR10 para evaluar la aceleración horizontal asociada a un evento con periodo de retorno de 475 años. Dado que la condición dinámica para el análisis de estabilidad de taludes corresponde a un análisis pseudo-estático, se emplea el coeficiente K_{ST} para obtener el valor de la aceleración máxima como fracción de la gravedad a_{max}.

Tabla 2. Cálculo del coeficiente de aceleración máxima para análisis pseudoestático de taludes.

COEFICIENTE DE ACELERACIÓN Aa	0.25
COEFICIENTE DE ACELERACIÓN Av	0.25
PERFIL DE SUELO:	TIPO C
COEFICIENTE Fa	1.15
COEFICIENTE Fv	1.55
COEFICIENTE K_{ST}	0.80
COEFICEINTE a_{max}	0.23g

3.2.2 LLUVIA

La exploración geotécnica no identificó presencia de aguas freáticas hasta los niveles explorados. Se reportan niveles de concentración de agua en el cuerpo de los depósitos coluviales debido al mal manejo de la escorrentía. Por lo tanto, la condición de lluvias no es evaluada con un aumento en el nivel de la tabla de agua.

Sin embargo, dadas las condiciones de drenaje del talud el consultor propone conservadoramente evaluar la condición de lluvia aplicando un factor de presión de poros igual a 0.5 (Ru=0.5) con el objetivo de simular la saturación de los materiales superficiales en los que se pueden desarrollar superficies de falla.

3.3 DEFINICIÓN DE AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA

La evaluación de la amenaza se realiza ponderando las condiciones extremas más favorables y desfavorables para la estabilidad del talud ponderando los resultados con la probabilidad de ocurrencia de cada escenario. Los escenarios surgen de realizar la combinación de las variables consideradas como estocásticas. A continuación, se presenta la tabla resumen.

Tabla 3. Escenarios de amenaza y probabilidad de ocurrencia.

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN	SISMO	LLUVIA	PROBABILIDAD
1	Estático no saturado	NO APLICA	NO APLICA	0.434
2	Estático saturado.	NO APLICA	APLICA	0.417
3	Pseudoestático no saturado	APLICA	NO APLICA	0.105

4	Pseudoestático saturado.	APLICA	APLICA	0.044

El escenario asociado a los movimientos detonados por factores antrópicos se relaciona con la falla del sistema de redes de aguas y se clasifica como un escenario estático saturado empleando un factor Ru igual a 0.5 en los materiales involucrados.

Los resultados de la evaluación de la amenaza se presentan a continuación. Una vez se han realizado los análisis 2D de estabilidad aplicando el método de equilibrio límite para encontrar el factor de seguridad de cada escenario descrito se aplica la ponderación según la probabilidad de ocurrencia obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 4. Clasificación de la amenaza por remoción en masa.

PERFIL	PROBABILIDAD DE FALLA TOTAL	NIVEL DE AMENAZA	FACTOR SEGURIDAD	SIMBOLOGÍA
PERFIL 1	0.5172	ALTA	<1.05	
PERFIL 2	0.1489	MEDIA	1.05<F.S.<1.50	
PERFIL 3	0.0657	MEDIA	1.05<F.S.<1.50	

4 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD POR REMOCIÓN EN MASA

El consultor aplica una metodología ajustada para la evaluación de la vulnerabilidad física enfatizada en las edificaciones. El valor de la vulnerabilidad se determina como el producto de la intensidad del movimiento y la susceptibilidad del elemento expuesto.

4.1 SUSCEPTIBILIDAD DE LAS VIVIENDAS

El consultor presenta el cálculo de la susceptibilidad de las edificaciones en función de 2 parámetros: susceptibilidad asociada al tipo de estructura (Stipo) y la susceptibilidad asociada al estado de conservación o mantenimiento de las edificaciones (Smant).

Cada parámetro presenta una clasificación de cero a uno. Donde los valores cercanos a uno representan condiciones de la edificación que hacen menos susceptible la edificación.

Los valores de los parámetros de susceptibilidad se combinan con la siguiente ecuación para definir la susceptibilidad.

$$S = 1 - (1 - Stipo)(1 - Smant)$$

4.2 INTENSIDAD

La intensidad de los movimientos como medida de la magnitud del fenómeno de remoción en masa que afecta los elementos expuestos está en función de las características cinemáticas y geométricas de los deslizamientos. De forma alternativa, el consultor propone caracterizar la intensidad en función de las unidades geológicas de superficie cartografiadas

en la geología local sustentando la relación directa que existe entre las unidades geológicas y la profundidad y velocidad de los deslizamientos como medida de la magnitud.

4.3 ZONIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Las edificaciones ubicadas sobre la ladera en estudio se clasifican con una vulnerabilidad alta según como se presenta en la figura 32 del informe de consultoría. Estos resultados son congruentes con el comportamiento esperado de las viviendas al ser sometidas a deslizamientos con posibilidad física de generarse en dichas unidades de ladera.



Figura 1. Mapa de zonificación de la vulnerabilidad física de edificaciones. Tomado del informe de consultoría.

5 EVALUACIÓN DEL RIESGO

El consultor aplica el método matricial para la evaluación del riesgo físico de las edificaciones. Este método propone el cruce de las variables de amenaza y vulnerabilidad de forma cualitativa según la matriz de riesgo presentada a continuación.

Tabla 5. Matriz de riesgo aplicada.

	Niveles de Amenaza		
Niveles de Vulnerabilidad	**Alta**	**Media**	**Baja**
Alta	Alto	Alto	Medio
Media	Alto	Medio	Medio
Baja	Medio	Medio	Bajo

Si bien la guía del servicio geológico colombiano presenta una metodología para la evaluación del riesgo en términos económicos y probabilísticos, el anexo técnico del proyecto no exige puntualmente una metodología para la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo, razón por la cual el consultor adopta una metodología que también es ampliamente aplicada y aceptada en los estudios de riesgo. El resultado se presenta en el mapa de riesgo donde se identifican las viviendas de interés en riesgo alto.



Figura 2. Mapa de zonificación del riesgo físico de edificaciones.

6 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

El consultor evalúa cualitativamente tres (3) alternativas para la estabilización del talud. Las tres alternativas propuestas se enmarcan dentro de una misma filosofía de mitigación del riesgo ya que las tres buscan reducir hasta un nivel bajo de amenaza. A continuación, se presenta un cuadro resumen comparativo de las alternativas.

Tabla 6. Comparativo de las alternativas de estabilización.

Alternativa 1	**Alternativa 2**	**Alternativa 3**
Anclajes pasivos o pernos	**Micropilotes**	**Anclajes activos**
El sistema funciona una vez se han generado deformaciones en la masa de suelo. Dichas deformaciones pueden ser suficientes para que generen daños en las edificaciones clasificadas como elementos altamente vulnerables. Requiere de barras de alto módulo que requieren ser importadas. Baja disponibilidad de las barras de alto módulo en el mercado nacional y costo elevado. Requiere de un número de elementos muy elevado para lograr los factores de seguridad objetivo.	El sistema funciona una vez se han generado deformaciones en la masa de suelo. Dichas deformaciones pueden ser suficientes para que generen daños en las edificaciones clasificadas como elementos altamente vulnerables. Cada elemento individualmente aporta una resistencia a flexión y cortante muy baja, por lo tanto, se requieren un número elevado de elementos para estabilizar el talud. La accesibilidad del equipo requerido puede ser compleja dado el espacio reducido en el sitio.	El sistema funciona gracias a cargas de tensionamiento prestablecidas. Altamente eficiente para aumentar la resistencia al corte de los taludes de alta pendiente. Se pueden emplear torones disponibles en el mercado nacional. Cada elemento representa un aumento considerable en la resistencia al corte del talud, por lo tanto, se requiere un número menor de elementos respecto a las alternativas 1 y 2.
NO SELECCIONADA	NO SELECCIONADA	SELECCIONADA

7 DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN

El consultor propone realizar la estabilización del talud del barrio Gaitán de la siguiente manera:

Como medida mecánica de estabilización se plantean nueve (9) filas de anclajes activos compuestos por cuatro torones de 0.6 pulgadas de diámetro con carga de tensionamiento de 40 toneladas inclinados 15° respecto a la horizontal con una longitud de bulbo de 16

metros y longitud total de 28 metros. Separación horizontal y vertical entre anclajes de 2.0 metros.

Como medidas de disipación de la presión de poros se plantea la interceptación de las aguas superficiales con una canal trapezoidal en concreto reforzado de ancho en la base de 0.30 metros y ancho en la parte superior de 0.80 metros y una altura de 0.50 metros. A nivel subsuperficial, para el perfil 1 se plantean dos (2) filas de drenes inclinados un 5% con diámetro de 2 pulgadas de longitud de 20 metros espaciados longitudinalmente cada 6.0 metros, mientras que para los perfiles 2 y 3 se plantea una sola fila de drenes con la misma descripción.

A continuación, se presenta un cuadro resumen con los resultados de los análisis de estabilidad para las condiciones de saturación del talud en el escenario estático y pseudo estático. Se verifica que los factores de seguridad objetivo de la NSR10 para la condición estática (>1.50) y para la condición pseudo-estática (>1.05) se han atendido.

La presión de poros en el modelo ha sido determinada a partir de un modelo de elementos finitos para analizar la red de flujo en la masa de suelo adoptando valores de permeabilidad típicos recomendados en la literatura para los materiales encontrados en campo. Finalmente, se determinan los factores de seguridad.

Tabla 7. Resumen de factores de seguridad con obras.

PERFIL	FACTORES DE SEGURIDAD CON OBRAS	
	ESTATICO	PSEUDOESTATICO
No.1	2.066	1.218
No.2	2.275	1.276
No.3	1.935	1.194

7.1 Diseño de las medidas de estabilización mecánicas

Se verifica las recomendaciones geométricas de la CCP 14 para la ubicación del primer anclaje garantizando las distancias hacía la corona del talud y longitudes libres mínimas recomendadas en los anclajes propuestos.

Se valida el cálculo de los anclajes permanentes evaluado según las recomendaciones de la guía para el diseño y ejecución de anclajes al terreno en obras de carreteras verificando los siguientes estados límites:

- Tensión admisible de los torones. OK
- Deslizamiento del tirante dentro del bulbo. OK
- Arrancamiento del bulbo en el terreno. OK
- Capacidad portante de la zapata. OK
- Diseño estructural de la zapata de anclaje. OK

7.2 Diseño del sistema de drenaje subsuperficial.

Se validan los modelos de flujo para la propuesta de las dos líneas de flujo donde es posible observar el abatimiento del nivel freático en las zonas de influencia de los drenes. Se presenta el cálculo para determinar la separación máxima horizontal entre los drenes.

8 REVISION DOCUMENTAL

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
1	CARTOGRAFÍA BASE DIGITAL Y MODELADO 3D	1.1	Recopilación y análisis de la información secundaria	1. Informe técnico.	X	
		1.2	Ortomosaico fotografía aérea digital UAV	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales *(PDF, MXD, MPK)* e impresos de: - Ortomosaico fotografía aérea digital UAV *(TIFF)*	X	
		1.3	Levantamiento LIDAR	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales *(PDF, MXD, MPK)* e impresos de: - Levantamiento LIDAR	X	
				3. Anexo digital de nube de puntos LIDAR (LAS)	X	
		1.4	Levantamiento topográfico	1. Informe técnico	X	
				2. Plano topográfico escala 1:1000 (DWG, PDF).	X	
				3. Carteras topográficas (XISX, PDF)	X	
				4. Dos mojones de concreto ligado al sistema satelital de referencia.	X	
				5. Plano batimétrico con secciones transversales en planta y perfil indicando niveles de agua y estructuras hidráulicas presentes.	X	

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPE	
					SI	NO
2	GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	2.1	Caracterización Unidades Geológicas para Ingeniería y geología local	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Unidades Geológicas superficiales, escala 1:1.000.	X	
				3. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Geología estructural y Geología Local	X	
		2.2	Caracterización de Elementos Geomorfológicos	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Elementos Geomorfológicos, escala 1:1.000.	X	
				3. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Procesos morfodinámicos	X	
				4. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Pendientes	X	
3	EXPLORACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA	3.1	Ensayos para caracterización de muestras de suelos (humedad, granulometría, límites, compresión, peso unitario, cortes directos)	1. Informe técnico anexando registros y ensayos de campo	X	
				2. Informe técnico anexando registros fotográficos metro a metro de las muestras recuperadas.	X	
				3. Informe técnico anexando resultados de ensayos de laboratorio	X	
				4. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Puntos de exploración geotécnica directa, escala 1:1.000.	X	
		3.2	Ensayos de refracción sísmica para determinación de perfiles del suelo	1. Informe técnico	X	
				2. Planos digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de líneas de refracción sísmica, escala 1:1.000	X	

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
3	EXPLORACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA	3.3	Ensayo de MASW para detectar presencia de mantos de suelos duros o blandos en el perfil estratigráfico	1. Informe técnico	X	
				2. Planos digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de las Líneas de refracción sísmica, escala 1:1.000	X	
		3.4	Ensayo de tomografía eléctrica	1. Informe técnico	X	
				2. Planos digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de las Líneas de tomografía eléctrica, escala 1:1.000	X	
4	HIDROLOGÍA	4.1	Estudio Hidrológico y climatológico: delimitación y caracterización de cuencas, estimación estadística de crecientes para diferentes períodos de retorno	1. Informe técnico	X	
				2. Planos digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos	X	
				3. Anexo Récords (IDEAM, CDMB, etc.); datos hidroclimatológicos crudos	X	
				4. Anexo de tratamiento estadístico de datos hidroclimatológicos	X	
				5. Anexo de modelos hidrológicos	X	
5	ANALISIS DETALLADO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA	5.1	Caracterización, Zonificación y Modelación Geotécnica	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos	X	
		5.2	Determinación y Zonificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de zonificación de la amenaza por movimientos en masa, escala 1:1.000	X	
6	ANALISIS DETALLADO DE AMENAZA VULNERABILIDAD Y RIESGO POR INUNDACIÓN	6.1	Elaboración de Modelos hidráulicos bidimensionales de la red de drenaje superficial de agua limpia, para diferentes escenarios probabilísticos 1:1.000	1. Informe técnico	X	
				2.Anexo de modelos hidráulicos, profundidades y secciones.	X	

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
6	ANALISIS DETALLADO DE AMENAZA VULNERABILIDAD Y RIESGO POR INUNDACIÓN	6.2	Determinación y zonificación de la amenaza por inundaciones	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de zonificación de la amenaza por inundación, escala 1:1.000	X	
7	DISEÑO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	7.1	Diseño a nivel de ingeniería de detalle de obras de mitigación	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK, CAD) e impresos de localización de las obras de mitigación.	X	
				3. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK, CAD) e impresos Diseño Arquitectónico (Planta – Perfil).	X	
				4. Plano digital (CAD, PDF, MXD, MPK) que contenga Detalles de ingeniería (Planta – Perfil).	X	
				5. Especificaciones técnicas	X	
		7.2	Elaboración de presupuestos, especificaciones técnicas y lineamiento ambientales	1. Presupuesto de obras de mitigación (XLS, PDF)	X	
				2. Especificaciones técnicas y lineamientos ambientales (XLS, PDF)	X	
				3. Programaciones de obra con recursos	X	
				4. Informe técnico (incluir precios de mercado)	X	
8	IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD	8.1	Recolección, análisis e interpretación de los documentos de propiedad de las construcciones del área de estudio, diagnóstico predial y catastral.	1. Informe técnico	X	
				2. Formato de recolección de información relacionada a la viabilidad jurídica para la inclusión en procesos de regularización de la ocupación del territorio en zonas susceptibles a amenazas por remoción en masa, inundación o avenidas torrenciales	X	

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
8	IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD	8.1	Recolección, análisis e interpretación de los documentos de propiedad de las construcciones del área de estudio, diagnóstico predial y catastral.	3. Documentación anexa	X	
9	SOCIALIZACIÓN	9.1	Jornadas de socialización con la comunidad y la Alcaldía de Bucaramanga, para dar a conocer actividades de desarrollo y resultados obtenidos en el estudio	1. Informe técnico anexos de Actas de Reunión	X	
				2. Informe técnico anexos Registros Fotográficos	X	
10	PLANES DE GESTIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL	10.1	Plan de manejo Ambiental	1. Informe técnico	X	
		10.2	Plan de Manejo de Tránsito	1. Informe técnico	X	
		10.3	Plan de Gestión Social	1. Informe técnico	X	
		10.4	Plan de Manejo Forestal y arbóreo	1. Informe técnico	X	

9 CONCLUSIONES

La zonificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo presentada por el consultor se considera representativa de la condición del talud en cuestión. La descripción y evaluación de la vulnerabilidad de las viviendas representa la condición de las mismas ante posibles eventos de deslizamientos.

La mitigación del riesgo se aborda activamente desde la propuesta de obras para reducir el nivel de amenaza. Incluso para la condición en que los elementos expuestos no realicen ningún tipo de intervención, el riesgo se considera mitigado.

La alternativa de estabilización propuesta cuenta con el soporte técnico y la viabilidad económica para su ejecución.

Las obras de estabilización se entienden como todo un conjunto, por lo tanto, su eficiencia está condicionada a que la obra se ejecute en su totalidad, es decir, se requiere que tanto los anclajes como las obras de drenaje superficial y subsuperficial sean ejecutadas.

REVISION HIDROLÓGICA-HIDRÁULICA DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES MIRAMANGA, LA INDEPENDENCIA, GAITÁN PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PÚBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER.

SECTOR GAITÁN



BUCARAMANGA, SANTANDER

JULIO DE 2023

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 4
2. OBJETIVOS 5
2.1 OBJETIVO GENERAL 5
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 5
3. REVISIÓN HIDROLÓGICA 6
3.1 DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MICROCUENCAS 6
3.2 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE PRECIPITACIÓN 7
3.3 CURVAS INTENSIDAD DURACIÓN FRECUENCIA IDF 8
3.4 VOLUMENES DE ESCORRENTIA E INFILTRACION y CAUDALES 10
4. REVISIÓN HIDRÁULICA 12
4.1 DISEÑO DE OBRAS DE SUBDRENAJES 12
5. CONCLUSIONES 16

TABLA DE IMAGENES

Imagen 1. Ubicación del sitio de interés 6
Imagen 2. Estaciones hidrometeorológicas cercanas 7
Imagen 3. Ajuste de series de datos con Gumbel realizada por el consultor 8
Imagen 4. Curva IDF Bucaramanga IDEAM 9
Imagen 5. Hietograma de tormenta de diseño mostrada por el consultor 10
Imagen 6. Modelo de infiltración en el terreno presentado por el consultor 12
Imagen 7. Análisis perfil 1 con drenes de penetración mostrados por el consultor 13
Imagen 8. Análisis perfil 3 con drenes de penetración mostrados por el consultor 13
Imagen 9. Cálculo de separación de drenes perfil 1 mostrado por el consultor 14
Imagen 10. Cálculo de separación de drenes perfil 2 mostrado por el consultor 14
Imagen 11. Cálculo de separación de drenes perfil 3 mostrado por el consultor 14
Imagen 12. Canal en concreto propuesto por el consultor para manejo de escorrentía superficial. 15

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Área de la hoya analizada 6
Tabla 2. Estación adyacente al proyecto adoptada por el consultor 7
Tabla 3. Precipitación máxima 24h en mm para TR por Gumbel realizada por el consultor 8
Tabla 4. Tiempos de retorno para diferentes tipos de obra INVIAS 10
Tabla 5. Cálculo de caudales mostrados por el consultor 11

INTRODUCCIÓN

Colombia es un país ubicado en la zona de confluencia intertropical (ZCIT) lo cual propicia la variabilidad climática que cambia en función de la temperatura del océano pacífico sur dando paso a un fenómeno conocido como ENSO cuya oscilación se manifiesta en años predominantemente secos (años El Niño), años predominantemente húmedos (años La Niña) y años neutrales debido al cambio de la dirección de los vientos Alisios.

El 2022 y 2023 han sido años marcados por la predominancia de eventos de lluvia la mayor parte del tiempo en el territorio colombiano sobre todo en la zona Andina. Las precipitaciones presentadas han sido detonantes de eventos como inestabilidad de taludes, inundaciones y flujo hiperconcentrado dando paso a avalanchas. Específicamente en la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana se presentaron eventos de precipitación de alta intensidad que compromete la integridad de zonas específicas.

Es necesario resaltar la importancia del adecuado manejo del agua en la zona generada por eventos de lluvia, siendo la hidrología la herramienta con la cual se estima la escorrentía máxima de una cuenca aportante sobre una zona específica donde se diseñará obras hidráulicas para un periodo de retorno definido con el fin de mitigar los posibles riesgos y amenazas.

Para poder evaluar la cantidad de agua a ser manejada es necesario efectuar un estudio hidrológico de las cuencas que drenan hacia los tramos dicha zona. En este documento se presentan los cálculos y el procedimiento para estimar la cantidad de agua que pasará sobre el área del proyecto en eventos extremos de lluvia y los caudales de diseño para las obras hidráulicas que den lugar.

Para llevar a cabo este análisis es necesario analizar los datos de precipitación para la determinación de curvas Intensidad-Frecuencia-Duración, calculadas con base a las precipitaciones máximas en 24 horas. Para los parámetros hidrológicos e hidráulicos necesarios se deben tener en cuenta las normas del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básicos “RAS” 2000, como el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS.

El presente documento supone una exhaustiva revisión de los parámetros técnicos de referencia para el proyecto hidrológico e hidráulico correspondiente al sector llamado Gaitán.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la revisión de los diseños hidrológicos e hidráulicos correspondientes de las obras propuestas de acuerdo a los apartados técnicos contratados y el compendio normativo vigente.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar la revisión de la delimitación y caracterización de microcuencas.
- Revisar el análisis estadístico de información histórica de precipitaciones en la zona.
- Revisar los criterios de obtención de las curvas IDF y las lluvias de diseño (Hietogramas) a partir de ellas.
- Revisar los volúmenes de escorrentía e infiltración de acuerdo con el modelo lluvia escorrentía adoptado.
- Revisión del diseño de obras de manejo de caudales para posterior chequeo de estabilidad con obras propuestas.

3. REVISIÓN HIDROLÓGICA

3.1 DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MICROCUENCAS

El proyecto se ubica en el municipio de Bucaramanga en el departamento de Santander y pretende cubrir la necesidad de generar obras de mitigación para eventos de inundación, remoción en masa y socavación en el sector de Gaitán en la comuna 4 al occidente del municipio.



Imagen 1. Ubicación del sitio de interés

En el estudio el consultor establece los parámetros espaciales correspondientes a la delimitación de una hoya hidrológica parcialmente urbana. Son verificados los tiempos de concentración que tienen que ver con parámetros espaciales como pendientes y longitudes. Las características morfométricas no se consideran relevante por cuanto la mayor parte de la hoya se encuentra en zona urbanizada. El tiempo de concentración estimado por los diferentes métodos enunciados en el Manual de Drenaje de Carreteras INVIAS 2009 permite apreciar el patrón del comportamiento del drenado y tiempo que tarda en evacuar la hoya todo el caudal captado por eventos de lluvia.

NOMBRE	ÁREA DE INFLUENCIA (Km^2)
Área 1	0.029414

Tabla 1. Área de la hoya analizada

De acuerdo al reconocimiento del área realizado por parte del consultor, es lógico entender que se podrán asumir métodos directos de obtención de escorrentía tal como lo permite el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS en donde indica que el método racional de diseño es recomendable para hoyas hidrográficas de superficies inferiores a 2,5 km^2.

3.2 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE PRECIPITACIÓN

En el estudio presentado por el consultor se hace uso de la información histórica de precipitación correspondiente de las estaciones hidrológicas en la zona, específicamente de la estación Bucaramanga IDEAM ubicada en zona urbana de la ciudad siendo de tipo pluviométrica y estando activa desde su instalación en 1972.

La información se presume extraída de la página oficial del IDEAM y se desarrolla un tratamiento de datos para determinar la fiabilidad de las series encontrando datos particularmente altos o particularmente bajos (outliers). De igual manera, se genera un análisis de llenado de datos faltantes y prueba de bondad de ajuste para las series estudiadas.



Imagen 2. Estaciones hidrometeorológicas cercanas

Nombre	Código	Tipo	Estado	Operada	Departamento	Municipio	Fecha de instalación
Bucaramanga IDEAM	38015030	Pluviométrica	Activa	IDEAM	Santander	Bucaramanga	14/06/1972

Tabla 2. Estación adyacente al proyecto adoptada por el consultor

Los estudios hidrológicos requieren análisis estadísticos de valores extremos (máximos o mínimos) como anteriormente mencionado. Para el caso del presente estudio, para la determinación de estos el consultor utilizó la distribución de Gumbel tipo I.

El cálculo de la probabilidad de ocurrencia fue realizado mediante el software HidroEsta que se alimenta con los datos de precipitación máxima en 24 horas.

Inicialmente el programa verifica la bondad de ajuste escogida (Gumbel) y determina su confiabilidad de acuerdo con el número de datos y valores.

Una vez realizada la prueba de bondad de ajuste se inserta, en una nota, el delta (paso) teórico y se repite el procedimiento cambiando el periodo de retorno y los datos de acuerdo con la estación analizada.

De acuerdo con la estimación, los valores de precipitación máximos para los diferentes periodos de retorno son presentadas en la tabla de precipitación máxima en 24 horas y se muestran los análisis estadísticos realizados con el software anteriormente mencionado.

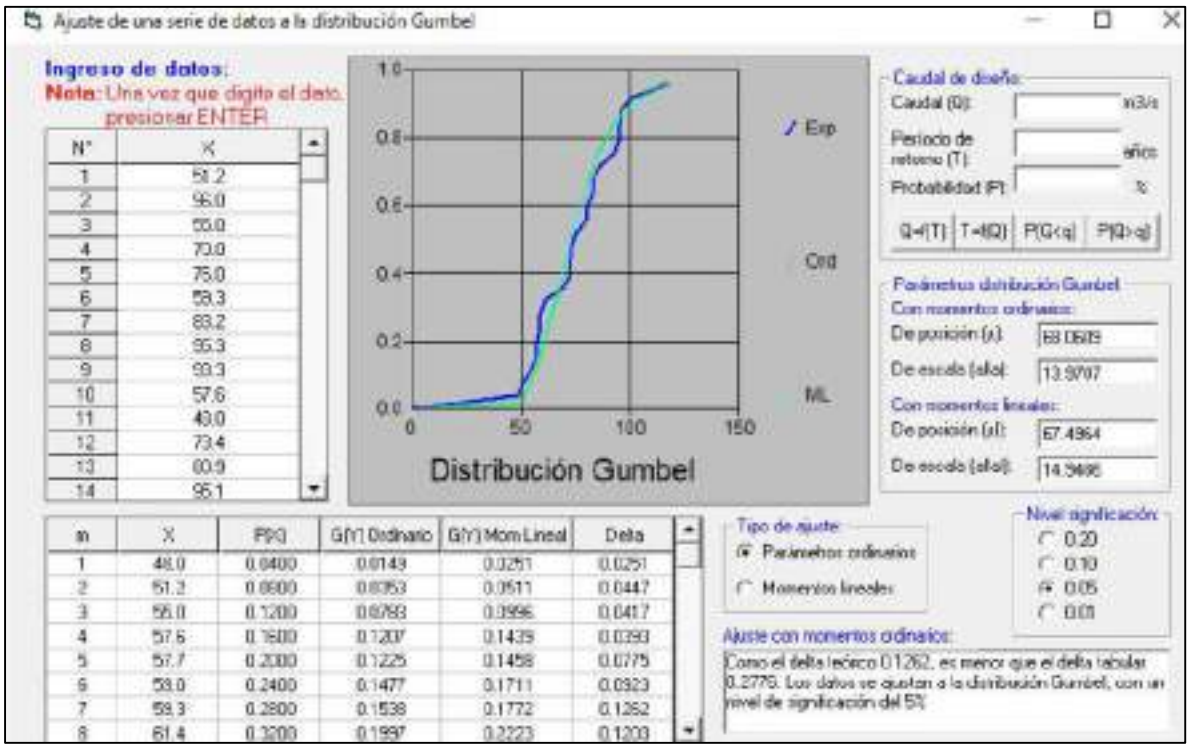


Imagen 3. Ajuste de series de datos con Gumbel realizada por el consultor

Estación	Tr 10 años	Tr 25 años	Tr 50 años	Tr 100 años	Tr 500 años
Bucaramanga IDEAM	104.5	120.1	131.7	143.3	169.9

Tabla 3. Precipitación máxima 24h en mm para TR por Gumbel realizada por el consultor

3.3 CURVAS INTENSIDAD DURACIÓN FRECUENCIA IDF

Una vez revisado el tratamiento de datos de las series de lluvia de la estación escogida para la caracterización climática, se presentan las curvas IDF las cuales

representan la probabilidad de ocurrencia de las precipitaciones intensas caracterizándose mediante períodos de retorno obtenidos a partir de la inversa de la frecuencia acumulada. Se adoptan los periodos de retorno: 2, 3, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años.

El consultor utiliza la metodología estandarizada mostrada en el Manual de Drenaje para Carreteras con parámetros de ajuste de regresión regionalizados en Colombia, en dicho procedimiento se escogen parámetros de sectorización para cada región del territorio al igual que la precipitación máxima promedio anual en 24 horas a nivel multianual. Los parámetros de ajuste de la regresión se adoptan, por parte del consultor, para la región Andina a la cual corresponde la ciudad de Bucaramanga.

Teniendo en cuenta la variación de la intensidad de la lluvia respecto a la duración de la tormenta se lleva a cabo el desarrollo de las curvas y se muestran en la siguiente imagen.

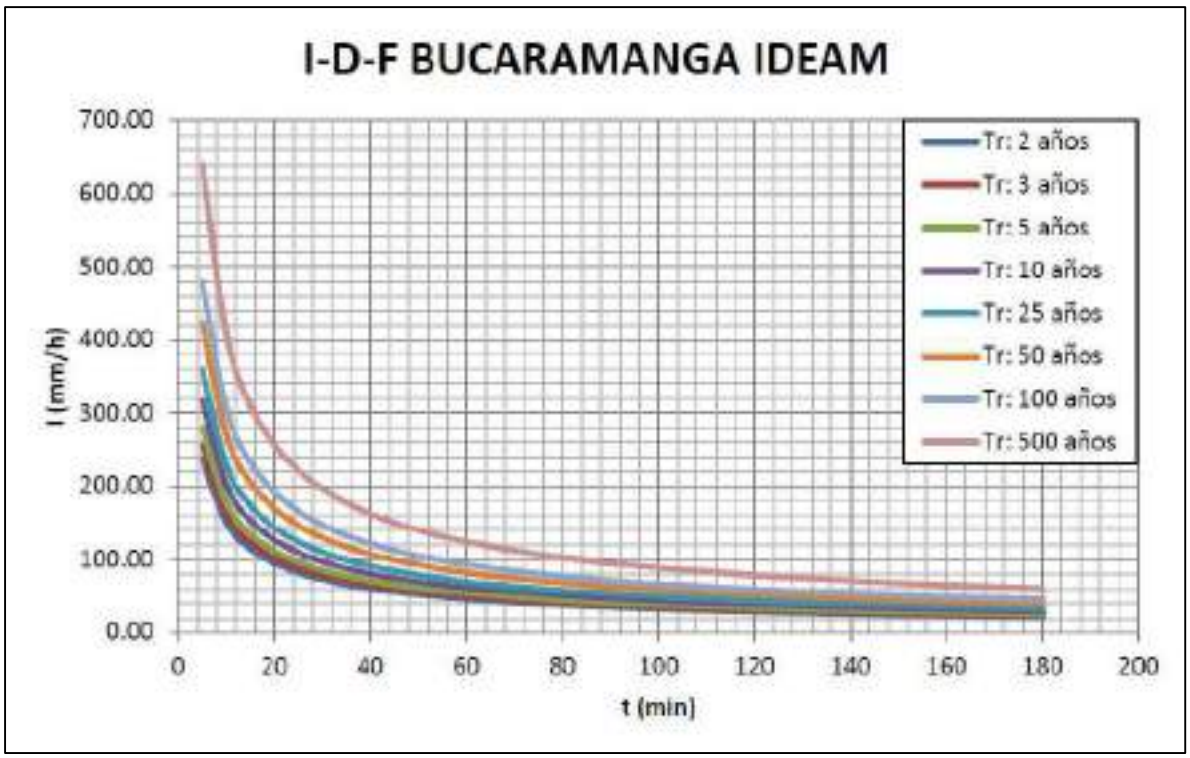


Imagen 4. Curva IDF Bucaramanga IDEAM

Se revisan los hietogramas utilizados para la obtención del modelo hidrológico de lluvia escorrentía adoptado. Los cálculos son representados gráficamente y se presume que fueron desarrollados mediante el método de los bloques alternos. Se resalta la importante de su obtención y se observan valores típicos esperados.



Imagen 5. Hietograma de tormenta de diseño mostrada por el consultor

3.4 VOLUMENES DE ESCORRENTIA E INFILTRACION y CAUDALES

Es adoptado un modelo de lluvia escorrentía mediante método directo conocido como método racional de diseño. El método racional es uno de los métodos de mayor aplicación para el cálculo de caudales extremos en cuencas pequeñas, está basado en el concepto de que, si una lluvia de intensidad I comienza instantáneamente y continúa indefinidamente, la tasa de escorrentía aumentará hasta que se alcance el tiempo de concentración Tc, tiempo en el cual toda la cuenca está contribuyendo al flujo de salida en el cierre.

Tipo de Obra	Tiempo de retorno (años)
Cunetas	5
Zanjas de coronación	10
Estructuras de caída	10
Alcantarillas de 0.90m de diámetro	10
Alcantarillas mayores a 0.9m de diámetro	20
Puentes menores (luz menor a 10m)	25
Puentes de luz mayor o igual a 10m y menor a 50m	50
Puentes de luz mayor o igual a 50m	100
Drenaje subsuperficial	2

Tabla 4. Tiempos de retorno para diferentes tipos de obra INVIAS

En el presente estudio, el consultor estima los caudales para cada uno de los periodos de retorno y escoge el de 10 años para el diseño de las estructuras de drenaje tal y como lo recomienda el Manual. El valor adimensional C que indica la capacidad de infiltración del suelo es adoptado como 0.50 al ser una zona parcialmente residencial con casas multifamiliares separadas como se propone en la tabla 2.9. del Manual de Drenaje para Carreteras.

NOMBRE	ÁREA DE INFLUENCIA (Km^2)	TC (min)	Intensidad (mm/hr)	C	Q (m^3/s)	Q (LPS)
Área 1 Tr 10	0.029414	15.00	129.47	0.5	0.53	529.93

Tabla 5. Cálculo de caudales mostrados por el consultor

El valor del caudal para el manejo de agua es de 0.53 m3/s para una intensidad de 129.47 mm/h y un tiempo de concentración de 15 minutos. Se resalta que el tiempo de concentración para hoyas de menor tamaño de debe limitar a 15 minutos cuando este sea menor de acuerdo a los cálculos.

4. REVISIÓN HIDRÁULICA

4.1 DISEÑO DE OBRAS DE SUBDRENAJES

Para analizar el comportamiento del área en estudio frente a diferentes tipos de lluvia, la influencia de las lluvias sobre el nivel freático y la capacidad de infiltración de los materiales presentes en la zona, el consultor realizó un modelo de infiltraciones y régimen de flujo con el software SLIDE.

Este análisis tiene como objetivo identificar la afectación que presenta la ladera ante una precipitación, confirmar que las lluvias son un factor detonante a los deslizamientos presentados en la zona y determinar las obras de subdrenaje mínimas requeridas para mitigar las amenazas.

Para el desarrollo del análisis el consultor selecciona los adecuados coeficientes de permeabilidad, la cual se define como la capacidad que tiene un material de permitirle a un flujo que lo atraviese sin alterar su estructura interna.

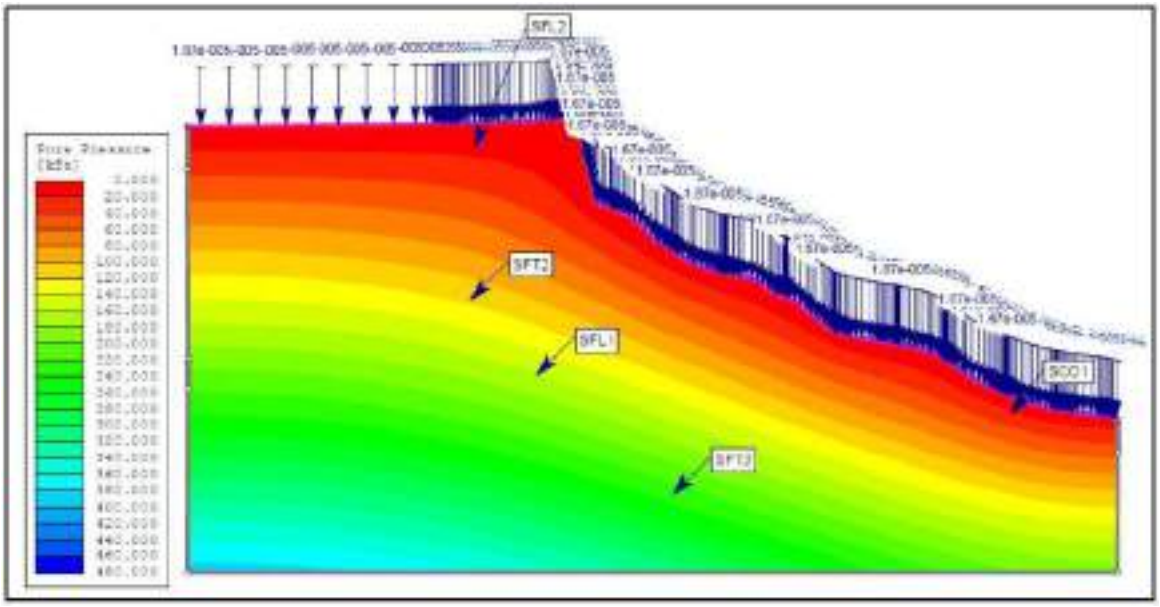


Imagen 6. Modelo de infiltración en el terreno presentado por el consultor

A partir del análisis realizado y con el fin de establecer una mitigación objetiva de la influencia de las presiones de poros en la resistencia de los suelos del talud, el consultor propone construir drenes horizontales.

Para determinar el número de filas y la separación de los drenes horizontalmente el consultor realizó el análisis de infiltración con la implementación de dichos sistemas de abatimiento de caudales de infiltración.

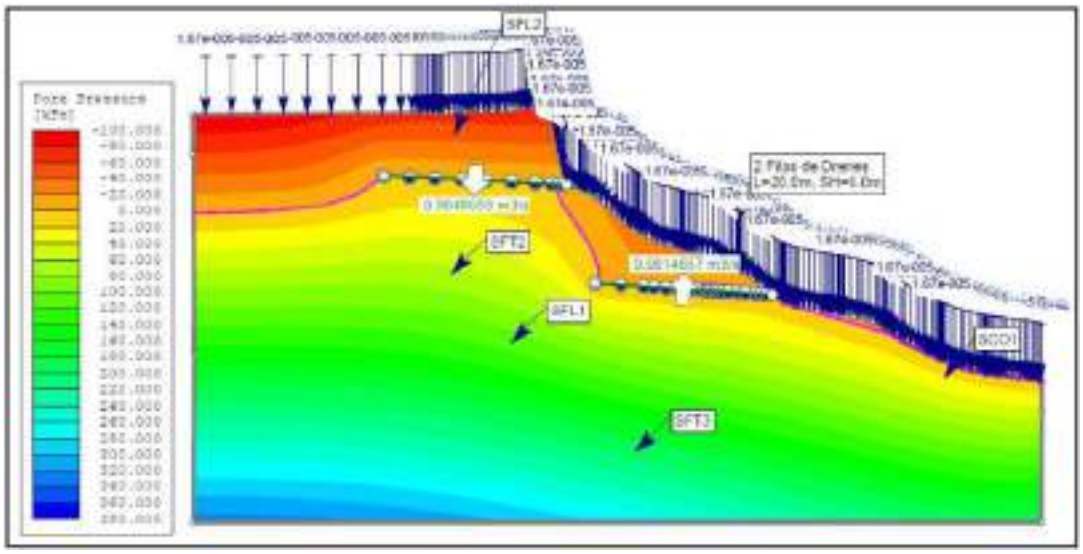


Imagen 7. Análisis perfil 1 con drenes de penetración mostrados por el consultor

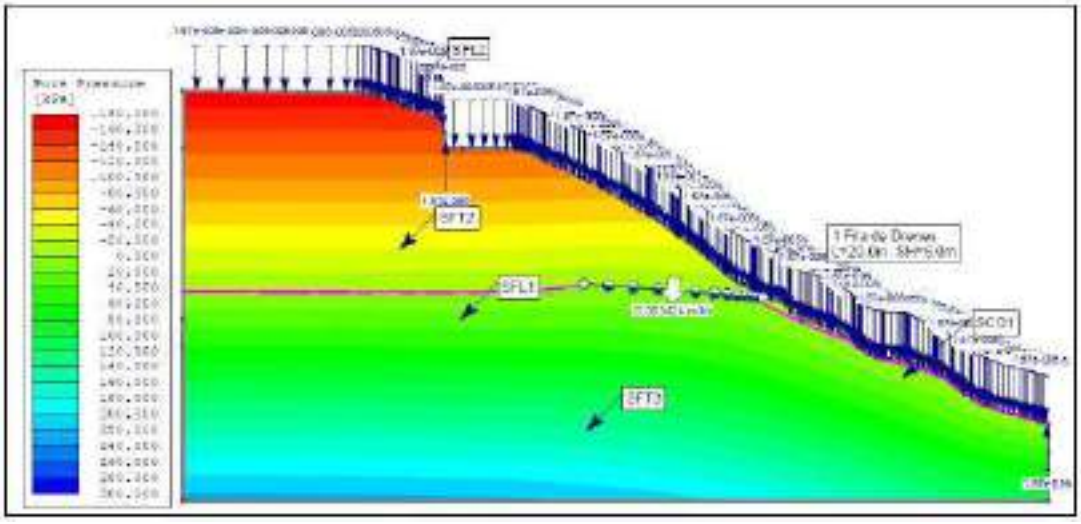


Imagen 8. Análisis perfil 3 con drenes de penetración mostrados por el consultor

El consultor muestra el cálculo de la separación horizontal de los drenes de penetración para el alivio del nivel freático. Se estima, por parte del mismo, el caudal total captado por los drenes por metro lineal y lo compara con la capacidad total de un dren de 2 pulgadas de diámetro en PVC con una pendiente de 5%. Adopta un factor de seguridad de 2.0.

Qmax DREN	0.036	m3/s
F.S.	2.0	
Qamd DREN	0.018	m3/s
Numero de Filas	2.0	
Q Fila 1	4.87E-03	m3/s
Q Fila 2	1.47E-03	m3/s
Qsolicitado Total	6.33E-03	m3/s
Separacion Minima	6.0	m

Imagen 9. Cálculo de separación de drenes perfil 1 mostrado por el consultor.

El consultor recomienda dos filas de drenes de penetración con diámetro 2 pulgadas en PVC y 20 metros de longitud cada 6 metros horizontales para el perfil número uno (01).

Qmax DREN	0.036	m3/s
F.S.	2.0	
Qamd DREN	0.018	m3/s
Numero de Filas	1.0	
Q Fila 2	3.34E-03	m3/s
Qsolicitado Total	3.34E-03	m3/s
Separacion Minima	6.0	m

Imagen 10. Cálculo de separación de drenes perfil 2 mostrado por el consultor.

El consultor recomienda dos filas de drenes de penetración con diámetro 2 pulgadas en PVC y 20 metros de longitud cada 6 metros horizontales para el perfil número uno (02).

Qmax DREN	0.036	m3/s
F.S.	2.0	
Qamd DREN	0.018	m3/s
Numero de Filas	1.0	
Q Fila 2	3.42E-03	m3/s
Qsolicitado Total	3.42E-03	m3/s
Separacion Minima	6.0	m

Imagen 11. Cálculo de separación de drenes perfil 3 mostrado por el consultor.

El consultor recomienda dos filas de drenes de penetración con diámetro 2 pulgadas en PVC y 20 metros de longitud cada 6 metros horizontales para el perfil número dos (03).

Para el manejo complementario de los caudales de escorrentía superficial el consultor recomienda construir un canal en la base del talud de configuración trapezoidal en concreto reforzado de 0.30 m de base menor, 0.80 m de base mayor y 0.50 m de altura como se observa en la figura. El consultor chequea su eficiencia hidráulica cumpliendo con la carga de caudal al que será sometida la estructura.

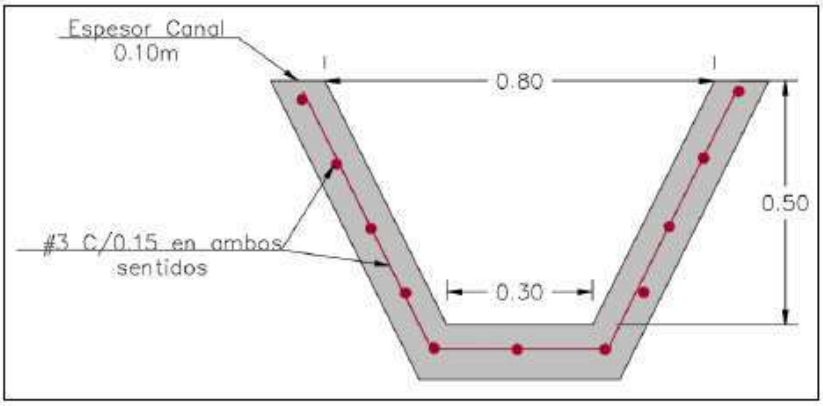


Imagen 12. Canal en concreto propuesto por el consultor para manejo de escorrentía superficial.

5. CONCLUSIONES

- Se realiza la revisión de los estudios hidrológicos, hidráulicos y de socavación de acuerdo con los parámetros normativos vigentes consignados en el Manual de Drenaje para Carreteras INVIAS y RAS 2017.

- Se encuentra una delimitación y caracterización de microcuencas realizada por el consultor como paso inicial para el procedimiento de cálculo, en este caso, para manejo de agua y niveles freáticos de ladera.

- El consultor recopila información hidrológica de precipitación de las estaciones hidrometeorológico de la red dispuesta por el IDEAM y realiza el tratamiento de datos con los procedimientos estadístico necesarios para tal fin.

- El consultor hace referencia a curvas IDF estimadas para periodos de retorno de 2.33, 5, 10, 25, 50, 100, 300 y 500 años de acuerdo a los parámetros técnicos dispuestos para el proyecto.

- Se propone por parte del consultor el uso de un modelo directo lluvia escorrentía conocido como método racional de diseño.

- El consultor muestra la modelación del escenario de estabilidad con el abatimiento del nivel freático mediante drenes de penetración de 2 pulgadas de diámetro en PVC de 20 metros a 5% de pendiente. El consultor muestra los cálculos de eficiencia hidráulica de los drenes.

- El consultor propone un canal de recepción de caudal de escorrentía superficial al pie de ladera en los tres perfiles en estudio chequeando su eficiencia hidráulica y confirmando su funcionalidad para la carga de caudal al que sería sometido.

ESTUDIO Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES MIRAMANGA, LA INDEPENDENCIA, GAITÁN PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PUBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER.

SECTOR GAITÁN

PARA: **MUNICIPIO DE BUCARAMANGA.**

FECHA: 07 de julio 2023

ASUNTO: TOMO II – DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACIÓN

P	07-07-2023	EMISIÓN PARA COMENTARIOS	M.S	M.S	M.S
REVISIÓN	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN	PREPARÓ	APROBÓ	AUTORIZÓ

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

1. INTRODUCCIÓN 13
2. OBJETIVOS 14
2.1 OBJETIVO GENERAL 14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 14
3. HIDROLOGÍA 15
3.1 GENERALIDADES 15
3.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 15
3.3 FASE HIDROLÓGICA 16
3.3.1 Área aferente (área hidrográfica) y sus características físicas 17
3.3.2 Características climáticas 18
3.3.3 Cálculo de caudales 29
4. GEOLOGÍA y GEOMORFOLOGÍA 32
4.1 GEOLOGÍA 32
4.1.1 Geología Regional 32
4.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 35
4.2.1 Falla de Bucaramanga – Santa Marta 39
4.2.2 Falla de Suarez 40
4.3 UNIDADES GEOLÓGICAS PARA INGENIERÍA (LOCAL) 40
4.3.1 FACTORES CONSIDERADOS PARA CARACTERIZAR LAS UNIDADES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES (UGS) 41
4.3.2 Escarpe afectado Barrio Gaitán 42
4.4 GEOMORFOLOGÍA 50
4.4.1 Metodología 50
4.4.2 Geomorfología de la zona de estudio según (SGC) 50
4.5 UNIDADES Y SUBUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO 56
4.5.1 Geoformas de Origen Denutativo (D) 56

4.5.2 Geoformas de Origen Antrópico (A) 59
5. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO PARA ESTABILIDAD DE TALUDES 62
5.1 DEFINICIÓN DE CONTACTOS LITOLOGÍAS 62
5.2 NIVELES FREÁTICOS 62
5.3 PERFILES GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO 62
6. EVALUACIÓN DE AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA Y DISEÑOS DE OBRAS DE MITIGACIÓN 67
6.1 PARÁMETROS SÍSMICOS 67
6.1.1 Caracterización geomecánica de los suelos 67
6.1.2 Efectos locales 68
6.1.3 Parámetros para análisis seudo estático de taludes 69
6.1.4 Caracterización geotécnica 70
6.1.5 Calibración de parámetros de resistencia – back analysis o retro calculo. 76
6.2 METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA. 80
6.2.1 Factores condicionantes 82
6.2.2 Factores detonantes 82
6.2.3 Escenarios de amenaza 83
6.3 ZONIFICACIÓN DETALLADA DE LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA 84
6.3.1 Evaluación de la amenaza bajo condiciones actuales 86
6.3.2 Resultados de la evaluación de la amenaza por movimientos en masa 87
6.4 ESCENARIO DE AMENAZA ..... **¡Error! Marcador no definido.**
6.5 EVALUACIÓN DE AMENAZADA POR VULNERABILIDAD 92
6.5.1 Factores para determinar la vulnerabilidad 93
6.5.2 Análisis de la vulnerabilidad 93
6.5.3 Resultados de la Vulnerabilidad 97
6.6 EVALUACIÓN DE RIESGO 99
6.6.1 Resultados de la evaluación del riesgo 99
6.7 DISEÑO DE LAS OBRAS DE ESTABILIZACIÓN 109

6.7.1 Cálculo de la fuerza estabilizadora 109
6.7.2 Diseño de los anclajes Pre tensionados..... 115
6.7.3 Cálculo de la capacidad de soporte del dado de tensionamiento..... 121
6.7.4 Diseño de protección contra la erosión 126
6.7.5 Diseño de obras de subdrenaje 126
6.7.6 Manejo de la escorrentía..... 132
6.7.7 Análisis de estabilidad global con obras..... 133
6.8 DISEÑO DE LA ZAPATA..... 141
7. PLANES DE GESTIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL 143
7.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL..... 143
7.1.1 Normatividad ambiental aplicable 143
7.1.2 Descripción de actividades 148
7.1.3 Definición del área de influencia 148
7.1.4 Área de influencia directa..... 149
7.1.5 Área de influencia indirecta..... 150
7.1.6 Caracterización ambiental del área de influencia directa..... 150
7.1.7 Evaluación ambiental..... 156
7.1.8 Programas de manejo ambiental 164
7.2 PLAN DE MANEJO DE TRANSITO..... 192
7.2.1 Tipo de obra..... 192
7.2.2 Tiempo de Ejecución 192
7.2.3 Equipo a emplear..... 193
7.2.4 Características de la zona de influencia..... 193
7.2.5 Plan específico de manejo de trafico..... 200
7.2.6 Señalización y adecuaciones temporales 202
7.2.7 Información y divulgación del plan 214
7.2.8 Control y seguimiento de la puesta en marcha del pmt..... 214
7.2.9 Seguridad vial..... 215
7.3 PLAN DE GESTIÓN SOCIAL 219

7.3.1 Alcance 219
7.3.2 Objetivos 220
7.3.3 Marco legal 221
7.3.4 Perfil profesional 222
7.3.5 Preliminares de obra 223
7.3.6 Reuniones con la comunidad 227
7.3.7 Interferencias presentadas durante la obra 229
7.3.8 Actividades a realizar durante la ejecución de las obras 229
7.3.9 Actividad de entrega de obra a la comunidad 232
7.3.10 Presentación de informes 235
7.3.11 Informes preliminares 235
7.3.12 Matriz de impactos generados durante la obra 235
7.3.13 Cronograma de actividades 235
7.3.14 Censos de inmuebles 236
7.3.15 Informes mensuales 236
7.3.16 Informe final 236
7.3.10 Valla informativa 237
7.3.11 Cuñas radiales 237
7.3.12 Contratación mano de obra 237
7.4 PLAN DE MANEJO FORESTAL O ARBOLEO 239
8. SOCIALIZACIÓN 242
8.1 METODOLOGÍA 242
8.1.1 Convocatoria a la socialización de inicio 242
8.1.2 Desarrollo de la socialización 243
8.2 TIEMPO DE EJECUCIÓN 243
8.3 ASISTENCIA 244
9. PRESUPUESTO DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN 245
9.1 PRIORIZACIÓN DE LAS INTERVENCIONES 250
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 251

10.1 EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LAS CONDICIONES ACTUALES. 251
10.2 OBRAS DE MITIGACIÓN 252
10.3 OBRAS DE SUBDRENAJE 253
10.4 MANEJO DE LA EROSIÓN 253
10.5 MANEJO DE LA ESCORRENTÍA 253
10.6 RECOMENDACIONES GENERALES 253
10.7 LIMITACIONES 254
10.8 FIRMA DEL ESPECIALISTA 255

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Ubicación del sector..... 16
Figura 2. Área aferente..... 17
Figura 3. Ubicación de estaciones climatológicas adyacentes al proyecto..... 19
Figura 4. Software de aplicación de las fórmulas explicadas a usar..... 21
Figura 5. Verificación de bondad de ajuste para datos de la estación Bucaramanga IDEAM 22
Figura 6. Ajuste de probabilidad Gumbel estación Bucaramanga IDEAM 22
Figura 7. Regiones de Colombia para definición de parámetros a, b, c y d..... 25
Figura 8. Curvas IDF para la estación Bucaramanga IDEAM 26
Figura 9. Hietograma de tormenta de diseño, estación Bucaramanga IDEAM..... 29
Figura 10. Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional 31
Figura 11. Localización zona de estudio Barrio Gaitán (Cuadro rojo) en la plancha Geología del Departamento de Santander..... 32
Figura 12. Localización escarpe afectado en la zona de estudio del Barrio Gaitán (Cuadro rojo), en el mapa geológico de la zonificación sismo geotectónica del área metropolitana de Bucaramanga. Fuente: Tomado y modificado de INGEOMINAS,2001..... 33
Figura 13. Esquema tectónico departamento de Santander, la zona de estudio esta demarcada en rojo. Fuente: Tomado y modificado de memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001)..... 37
Figura 14. Esquema tectónico departamento de Santander, la zona de estudio esta demarcada en rojo. Fuente: Tomado y modificado de memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001)..... 38
Figura 15. Mapas de Unidades Geológicas para Ingeniería área de estudio Barrio Gaitán. Fuente: Este estudio, 2023..... 49

Figura 16. Esquema de Jerarquización geomorfológica. Fuente: Tomado y Modificado de Velásquez (1999), Carvajal (2002-2008)..... 51
Figura 17. Localización zona estudio en el mapa Geomorfoestructural de Colombia. Fuente: Tomado y Modificado de Mendivelso (2009)..... 52
Figura 18. Localización zona estudio en el mapa de Provincias de Colombia. Fuente: Tomado y Modificado de Mendivelso (2009)..... 53
Figura 19. Unidades Geomorfológicas para la zona de estudio Barrio Gaitán. 61
Figura 20. Localización de perfiles..... 63
Figura 21. Perfiles Geológico – Geotécnico 1 63
Figura 22. Perfiles Geológico – Geotécnico 2 64
Figura 23. Perfiles Geológico – Geotécnico 3 64
Figura 24. Perfiles Geológico – Geotécnico 4 65
Figura 25. Perfiles Geológico – Geotécnico 5 65
Figura 26. Perfiles Geológico – Geotécnico 6 66
Figura 27.Caracterización del perfil del suelo 72
Figura 28. Calibración parámetros de resistencia con retro cálculo. Fuente: Elaboración propia..... 79
Figura 29. Metodología para la evaluación de la amenaza por movimientos en masa. Fuente: Elaboración propia..... 81
Figura 30. Mapa de amenaza barrio Gaitán condición estática saturada. 90
Figura 31. Mapa de amenaza barrio Gaitán condición seudo estática saturada. 91
Figura 32. Mapa de amenaza barrio Gaitán condición seudo estática saturada con obras. 140
Figura 33. Mapa de vulnerabilidad ante fenómenos de remoción en masa..... 98
Figura 34. Mapa de riesgo por movimientos en masa..... 101
Figura 35. Fuerza activa para análisis estático Perfil 1 – Pantalla 1..... 110
Figura 36. Fuerza activa para análisis seudo estático Perfil 1 – Pantalla 1. 111
Figura 37. Fuerza activa para análisis estático Perfil 2 – Pantalla 2..... 111
Figura 38. Fuerza activa para análisis seudo estático Perfil 2 – Pantalla 2. 112
Figura 39. Fuerza activa para análisis estático Perfil 3 – Pantalla 3..... 112
Figura 40. Fuerza activa para análisis seudo estático Perfil 3 – Pantalla 3. Fuente: Elaboración propia..... 113
Figura 41. Nomenclatura de los muros anclados y lineamientos para longitud empotrada de los anclajes. CCP14..... 115
Figura 42. Valores de α para relación (L/B). 125
Figura 43. Modelo de infiltración al realizar el corte del terreno y al presentarse una lluvia intensa. Fuente: Elaboración propia 128
Figura 44. Detalle de los caudales de los drenes proyectados – Pantalla 1 (Perfil 1). 129
Figura 45. Detalle de los caudales de los drenes proyectados – Pantalla 2 (Perfil 2). 130
Figura 46. Detalle de los caudales de los drenes proyectados – Pantalla 3 (Perfil 3). 130
Figura 47. Canal trapezoidal en la base del talud. 133
Figura 48. Análisis de estabilidad estático con obras – Perfil 1..... 134

Figura 49. Análisis de estabilidad seudoestático con obras – Perfil 1. 135
Figura 50. Análisis de estabilidad estático con obras – Perfil 2. 136
Figura 51. Análisis de estabilidad seudoestático con obras – Perfil 2. 137
Figura 52. Análisis de estabilidad estático con obras – Perfil 3. Fuente: Elaboración propia. 138
Figura 53. Análisis de estabilidad seudoestático con obras – Perfil 3. 139
Figura 54. Área de influencia indirecta. Fuente: https://lupap.com/places/bucaramanga/barrio-gaitan/4db2d751-b63a-4e03-a91c-4106a7ea9be5..... 150
Figura 55. Unidades geomorfológicas para zona de estudio barrio gaitan. 151
Figura 56. Zonas de vida. 153
Figura 57.Impactos identificados. 163
Figura 58.Importancia de los impactos. 163
Figura 59.Área de influencia del Proyecto. Fuente: POT ONLINE. 194
Figura 60.U1 Subsistema de infraestructura Vial. Fuente:POT 2da generación Bucaramanga. 195
Figura 61.Plano de Señalización general..... 201
Figura 62.Flecha luminosas..... 203
Figura 63.Flecha luminosas Fuente:http://bmargentina.com/Balizas/index.htm 204
Figura 64.Señal SPO-01 trabajo en la vía..... 205
Figura 65.Señal SPO-03 Auxiliar de tránsito..... 205
Figura 66.Señal SRO-02 Desvió..... 206
Figura 67.SPO-01. Aproximación a obra en la vía. 206
Figura 68.SIO-02 y SIO-03. Inicio y fin de la obra. 207
Figura 69.Elementos canalizadores. Fuente: Seguridad vial: equipos e implementos. http://www.reygada.cl/nuestros-productos/seguridad-vial/ 208
Figura 70.Barricada con desvió y sin desvió. Fuente: Manual de señalización vial Colombia Ministerio de Transporte,2015. 209
Figura 71.Delineador tubular y canalización con cinta de señalización. Fuente: Manual de señalización vial Colombia Ministerio de Transporte,2015. 210
Figura 72.Controlador de Trafico. 210
Figura 73.Controlador de Riesgos en obras de construcción. Fuente: Señales en obra para vía pública. 211
Figura 74.Controlador de Riesgos en obras de construcción. Fuente: Señales en obra para vía pública. 211
Figura 75. Folleto Convocatoria Socialización de Inicio de Proyecto..... 242
Figura 76. Priorización de las obras de mitigación por fases. 245
Figura 77. Presupuesto sector Gaitán Fase I..... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura 78. Presupuesto sector Gaitán Fase II..... **¡Error! Marcador no definido.**

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Coordenadas aproximadas del sitio de interés 15
Tabla 2. Características físicas de las áreas aferentes del proyecto de interés 17
Tabla 3. Estaciones adyacentes al proyecto 18
Tabla 4. Datos de precipitación máxima en 24 horas para las estaciones adyacentes 19
Tabla 5. Precipitación máxima 24h en mm para TR por Gumbel 23
Tabla 6. Parámetros de ajuste de regresión regionalizados en Colombia 24
Tabla 7. Cálculo de tormenta de diseño, estación Bucaramanga IDEAM 27
Tabla 8. Tiempos de retorno para diferentes tipos de obra 30
Tabla 9. Caudal de diseño 31
Tabla 10. Condición de fractura miento de las rocas. 42
Tabla 11. Clasificación genética de las unidades de suelo. Modificado de Montero (2001). 43
Tabla 12. Unidades geológicas de Ingeniería. 48
Tabla 13. Clasificación de Unidades Geomorfológicas según su origen (Ingeominas, 2001) 54
Tabla 14. Unidades geomorfológicas de la zona de estudio (Carvajal, 2001) 55
Tabla 15.Clasificacion de los perfiles de suelo Fuente : Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 67
Tabla 16.Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro. Fuente: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10. 68
Tabla 17. Valores del coeficiente Fv, para la zona de períodos intermedios del espectro. Fuente: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10. 68
Tabla 18. Valores de K_{ST}/a_{max} mínimos para análisis seudo estático de taludes. Fuente: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10. 69
Tabla 19. Correlación entre el número de golpes del ensayo SPT y la densidad relativa de suelos granulares. 70
Tabla 20. Correlación entre el número de golpes del ensayo SPT y Consistencia de los suelos cohesivos. 71
Tabla 21.Resumen parámetros de Resistencia al corte. 73
Tabla 22. Parámetros de resistencia del Miembro Limos Rojos (SFL2). Fuente: Elaboración propia. 74
Tabla 23. Parámetros de resistencia del Miembro Gravoso (SFT2). Fuente: Elaboración propia. 74
Tabla 24. Parámetros de resistencia del Miembro Finos (SFL1). Fuente: Elaboración propia. 75
Tabla 25. Parámetros de resistencia del Miembro Órganos (SFT3). Fuente: Elaboración propia. 75
Tabla 26. Parámetros de resistencia del Coluvial Activo (SCO1). Fuente: Elaboración propia. 76

Tabla 27. Escenarios propuestos para la evaluación de la amenaza. Fuente: Elaboración propia. 83
Tabla 28. Ponderación propuesta para los escenarios de análisis de la evaluación de la amenaza. Fuente: Elaboración propia. 84
Tabla 29. Parámetros geotécnicos ingresados al software. Fuente: Elaboración propia. 85
Tabla 30. Grados de estabilidad según los resultados del factor de seguridad. Fuente: Elaboración propia. 85
Tabla 31. Resultados factor de seguridad y probabilidad de falla para taludes en condiciones actuales Perfil 1. Fuente: Elaboración propia. 86
Tabla 32. Resultados factor de seguridad y probabilidad de falla para taludes en condiciones actuales Perfil 2. Fuente: Elaboración propia. 86
Tabla 33. Resultados factor de seguridad y probabilidad de falla para taludes en condiciones actuales Perfil 3. Fuente: Elaboración propia. 87
Tabla 34. Clasificación de los niveles de amenaza. 92
Tabla 35. Valores propuestos para el factor de susceptibilidad asociada con el tipo de estructura. 95
Tabla 36.Valores propuestos para el factor de susceptibilidad por el estado de la edificación. 96
Tabla 37.Valores de intensidad para cada una de las unidades geológicas. 96
Tabla 38.Calificación de la Vulnerabilidad. 97
Tabla 39. Matriz de riesgos. 100
Tabla 40. Cálculo de fuerza por anclaje Pantalla 1 (Perfil 1). Fuente: Elaboración propia 114
Tabla 41. Cálculo de fuerza por anclaje Pantalla 2 (Perfil 2). 114
Tabla 42. Cálculo de fuerza por anclaje Pantalla 3 (Perfil 3). 114
Tabla 43. Mayoración de las cargas. 116
Tabla 44. Comprobación de la tensión admisible del acero para anclajes de 40 Ton. Fuente: Elaboración propia. 117
Tabla 45. Comprobación del deslizamiento del tirante en la lechada, dentro del bulbo para anclajes de 40 Ton. Fuente: Elaboración propia. 118
Tabla 46. Esfuerzos de adherencia unitario ultimo asumido para anclajes en rocas. Fuente: Tabla 11.9.4.2-3 del CCP14. 119
Tabla 47. Esfuerzos de adherencia unitario ultimo asumido para anclajes en suelos cohesivos. Fuente: Tabla 11.9.4.2-1 del CCP14. 120
Tabla 48. Esfuerzos de adherencia unitario ultimo asumido para anclajes en suelos no cohesivos. Fuente: Tabla 11.9.4.2-2 del CCP14. 120
Tabla 49. Factores de resistencia para muros de contención permanentes. Fuente: Tabla 11.5.7-1 del CCP14. 121
Tabla 50. Comprobación de la seguridad frente al arrancamiento del para anclajes de 40 Ton. Fuente: Elaboración propia. 121
Tabla 51. Parámetros de diseño para el cálculo de la capacidad de soporte. Fuente: Elaboración propia. 124
Tabla 52. Cálculo de la capacidad de soporte de acuerdo a estados límite de falla. 124

Tabla 53. Cálculo de la capacidad de soporte de acuerdo a estados límite de falla. 126
Tabla 54. Rango de valores del coeficiente de permeabilidad en suelos. Fuente: Ingeniería Geológica - Luis I. González de Vallejo. 127
Tabla 55. Valores típicos de permeabilidad de la matriz rocosa. Fuente: Ingeniería Geológica - Luis I. González de Vallejo. 127
Tabla 56. Clasificación de la precipitación según la intensidad. Fuente: AEMET. 128
Tabla 57. Calculo separación minina horizontal de los drenes – Pantalla 1 (Perfil 1). 131
Tabla 58. Calculo separación minina horizontal de los drenes – Pantalla 2 (Perfil 2). 132
Tabla 59. Calculo separación minina horizontal de los drenes – Pantalla 3 (Perfil 3). 132
Tabla 60.Diseño dado de anclaje pantalla anclada 142
Tabla 61.Normatividad Ambiental vigente 143
Tabla 62. Identificación de permisos requeridos 155
Tabla 63. Listado de actividades y aspectos ambientales 156
Tabla 64. Listado de impactos ambientales a evaluarse por componente 157
Tabla 65. Rango de probabilidad (Pr). 160
Tabla 66. Rango de Desarrollo (De). 160
Tabla 67. Rango de Permanencia (Pe). 160
Tabla 68. Valores de Gravedad (Gr). 161
Tabla 69. Valores de Cobertura (Co). 161
Tabla 70. Valores de Magnitud(M). 161
Tabla 71. Rango del Índice de Importancia Ambiental. 162
Tabla 72. Matriz de evaluación de impactos. 162
Tabla 73. Listado de programación de manejo Ambiental. 165
Tabla 74. Evaluación de efectividad PMA-1 166
Tabla 75. Evaluación de efectividad PMA-2 168
Tabla 76. Evaluación de efectividad PMA-3 170
Tabla 77. Evaluación de efectividad PMA-4 172
Tabla 78. Evaluación de efectividad PMA-5 174
Tabla 79. Evaluación de efectividad PMA-6 178
Tabla 80. Evaluación de efectividad PMA-7 180
Tabla 81. Evaluación de efectividad PMA-8 182
Tabla 82. Evaluación de efectividad PMA-9 184
Tabla 83. Evaluación de efectividad PMA-10 186
Tabla 84. Evaluación de efectividad PMA-11 188
Tabla 85. Evaluación de efectividad PMA-12 190
Tabla 86.Relación de maquinaria Fuente: Elaboración propia. 193
Tabla 87.Usos del suelos por sector. Fuente: Elaboración propia. 194
Tabla 88.Tipología vial por sectores. Fuente: Elaboración propia. 196
Tabla 89.Sitios especiales Fuente: Elaboración propia. 196
Tabla 90.Señalizacion existente. Fuente: Elaboración propia. 197
Tabla 91.Perfiles viales Fuente: Elaboración propia. 198

Tabla 92.Elementos mínimos de adecuación..... 213
Tabla 93.Ponderación propuesta para los escenarios de análisis de la evaluación de la amenaza. 252

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Pág.

Fotografía 1. Se observa Suelo coluvial reciente en la parte baja de donde se ubica el escarpe en el Barrio Gaitan. Fuente: Este estudio, 2023 44
Fotografía 2. Se observa Suelo transportado de movimiento en masa por acción de gravedad en la parte baja de donde se ubica el escarpe en el Barrio Gaitán. Fuente: Este estudio, 2023 45
Fotografía 3. Se observa contacto entre el miembro limos rojos (Sfl2) y el miembro gravoso (Sft2) pertenecientes a la Formación Bucaramanga. Fuente: Este estudio, 2023. 46
Fotografía 4. Se observa diversos materiales los cuales se clasifican como llenos antrópicos de basuras y escombros ubicados en 2 áreas de la zona de estudio. Fuente: este estudio, 2023. 47
Fotografía 5. Vista de sector en donde se aprecia Depósito de movimiento en masa. Fuente: Este estudio, 2023. 57
Fotografía 6. Se observa el Barrio Gaitán que es donde aflora la unidad de ladera subhorizontal (D6). Fuente: Este estudio, 2023. 58
Fotografía 7. Se observa ladera muy inclinada (D10) cerca de viviendas sobre la zona de estudio del barrio Gaitán. Fuente: Este estudio, 2023. 59
Fotografía 8. Se evidencia llenos mixtos (A5) parte izquierda zona de estudio en el barrio Gaitán. Fuente: Este estudio, 2023. 60
Fotografía 9. Área de influencia directa. 149

1. INTRODUCCIÓN

CONSORCIO ESTUDIOS BUCARAMANGA, en calidad de ejecutor del contrato de consultoría No.74 de 2023 "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES MIRAMANGA, LA INDEPENDENCIA, GAITÁN PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PUBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER", cuya área directa del estudio está localizada en el sector de Gaitán en la comuna 4 al occidente del municipio de Bucaramanga, departamento de Santander ,presenta a continuación, la entrega correspondiente a los resultados obtenidos del estudio realizado para el Tomo II - Diseño de las obras de estabilización.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar estudios y diseños para las obras de mitigación para el sector de Gaitán, producto de la declaratoria de calamidad pública del municipio de Bucaramanga, Santander.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una caracterización geológica y geotécnica de los diferentes estratos que conforman el perfil estratigráfico.
- Delimitación de Áreas de Drenaje, Estimación de caudales mediante el método racional y determinación de sección transversal de obras para el manejo de aguas de escorrentía directa.
- Mediante las características geológicas y geotécnicas de la zona, diagnosticar el comportamiento sobre la estabilidad de los suelos.
- Evaluar la amenaza por fenómenos de movimientos en masa, a la cual se encuentra expuesta el área en estudio.
- Realizar el análisis de la amenaza para diferentes escenarios y plantear las recomendaciones que se requieran para garantizar la estabilidad del área en estudio.
- Diseñar obras de mitigación y/o estabilización para los problemas identificados en el área de estudio.
- Realizar plan de manejo ambiental, plan de manejo de tránsito, plan de gestión social y plan de manejo forestal y arbóreo relacionados con el área en estudio.

3. HIDROLOGÍA

3.1 GENERALIDADES

La ejecución de obras de mitigación para la disminución del riesgo de deslizamiento o remoción en masa, son altamente susceptibles al efecto de la lluvia y flujo subsuperficial. Para el control de dicho detonante es necesaria la proyección de obras de arte o estructuras hidráulicas que permitan el adecuado control y drenaje del flujo de escorrentía del talud y las obras para su estabilización.

Con base en lo expuesto anteriormente, el presente informe comprende los cálculos hidrológicos e hidráulicos de las obras de arte para el control de la escorrentía en el área de interés, con base en fundamentos de la hidrología y las recomendaciones del manual de drenaje para carreteras INVIAS y la guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada del servicio geológico colombiano.

3.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se localiza en el sector Gaitán del municipio de Bucaramanga, departamento de Santander, localizado en cartografía IGAC 1:25000 en la plancha 109-IV-C y con coordenadas aproximadas de:

Tabla 1. Coordenadas aproximadas del sitio de interés

COORDENADAS DEL PUNTO		
ESTE	**NORTE**	**COTA**
1104178.724	1280192.243	922



Figura 1. Ubicación del sector
Fuente: Google Earth

3.3 FASE HIDROLÓGICA

El presente capitulo comprende los cálculos y procedimientos para la obtención de estadísticas precisas para la determinación del comportamiento de las variables climatológicas en el área de estudio.

Todos los procedimientos matemáticos se elaboran con base en los cálculos estadísticos de los datos climatológicos de las estaciones del IDEAM adyacentes y con información suficiente para un adecuado análisis. Adicionalmente, las características físicas del área hidrográfica al punto de interés se desarrollan con base en la cartografía vigente del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y se determina la cobertura del suelo con base en las coberturas de tierra para Colombia Corine Land Cover.

Se entiende que la precipitación (Lluvia) es el factor de mayor relevancia para la generación de inundaciones. Se conoce que la precipitación es variable tanto espacial

como temporalmente, por lo que se debe hacer una aproximación al comportamiento de la precipitación medida y almacenada en la base de datos. Estos aspectos serán explicados a continuación.

3.3.1 Área aferente (área hidrográfica) y sus características físicas

El área aferente corresponde al estado físico natural para toda operación hidrológica. Esta área se define como la superficie topográficamente limitada, la cual se drena por uno o varios recorridos de agua, de tal manera que la totalidad del flujo efluente es drenado a partir de una salida (conductos en sistemas de alcantarillado).

El límite topográfico del área aferente (divisoria), corresponde a la línea imaginaria que divide la precipitación en áreas aferentes adyacentes y orientan la escorrentía resultante a un sistema de drenaje[1].



Figura 2. Área aferente

Tabla 2. Características físicas de las áreas aferentes del proyecto de interés

NOMBRE	ÁREA DE INFLUENCIA (Km^2)
Área 1	0.029414

[1] INVIAS. (2011). Manual de drenaje para carreteras.

Considerando el hecho de que son obras de arte de orden menor, se asumen los parámetros mínimos de tiempo de concentración según INVIAS, el cual corresponde a 15min[2] para cada colector a analizar en el presente estudio.

3.3.2 Características climáticas

La naturaleza es por excelencia impredecible, lo que hace necesario el desarrollo de modelos matemáticos que permitan con un grado de confianza en un determinado rango, la proyección del comportamiento de la variable en estudio. Para el caso de la precipitación en lo temporal, se propone la creación de curvas que relacionen la intensidad, la frecuencia de ocurrencia y el tiempo de duración de un evento de precipitación, configurando así las curvas IDF (intensidad-duración-frecuencia).

3.3.2.1 Análisis de la precipitación

Los análisis de las series de datos de las estaciones climatológicas adyacentes al proyecto deben elaborarse de tal manera que se obtenga una estimación con baja incertidumbre del comportamiento de la lluvia en esta zona. En el presente caso corresponde a la precipitación, cuya información debe ser analizada y procesada para la obtención de resultados satisfactorios.

Para la zona de interés, se tienen varias estaciones adyacentes, con un tiempo representativo de datos, de las cuales se escoge las más cercana al proyecto, ya que comprende la información de la precipitación más precisa para el área aferente de interés. Dicha estación es:

Tabla 3. Estaciones adyacentes al proyecto
Fuente: IDEAM

Nombre	Código	Tipo	Estado	Operada	Departamento	Municipio	Fecha de instalación
Bucaramanga IDEAM	38015030	Pluviométrica	Activa	IDEAM	Santander	Bucaramanga	14/06/1972

Nota: Se toma esta estación, ya que es la que contiene registros pluviométricos completos y su cercanía al área del proyecto.

[2] INVIAS, Manual de drenaje para carreteras, 2011



Figura 3. Ubicación de estaciones climatológicas adyacentes al proyecto
Fuente: IDEAM

Los estudios hidrológicos requieren análisis estadísticos de valores extremos (máximos o mínimos), para la determinación de estos se conocen dos distribuciones comúnmente usadas, la distribución de Gumbel tipo I.

Tabla 4. Datos de precipitación máxima en 24 horas para las estaciones adyacentes
Fuente: IDEAM

Bucaramanga	
Año	**Pmax en 24 Horas**
1997	51.2
1998	96
1999	55
2000	70
2001	76
2002	59.3
2003	83.2
2004	95.3
2005	93.3
2006	57.6
2007	48
2008	73.4
2009	80.9
2010	95.1
2011	117.5
2012	80.6
2013	57.7
2014	100.5
2015	59
2016	72.8

2017	83.3
2018	73
2019	61.4
2020	86.9

En el presente estudio se utilizó la distribución de valores extremos Gumbel tipo I comúnmente utilizada y de bastante aceptación en el medio, que es un caso especial de la distribución GEV de tres parámetros descrita por el British Flood Studies Report en 1975.

La distribución acumulada viene dada por la Ecuación:

$$F(x) = \frac{1}{\alpha} e^{-e^{\left(-\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$$

Dónde:

$$\alpha = \frac{s\sqrt{6}}{\pi}$$

$$u = \bar{x} - 0.5772$$

Definiendo la variable reducida:

$$b = \frac{x-u}{\alpha}$$

Se tiene entonces que:

$$P(X \leq x) = \frac{1}{T} = e^{-e^{-b}}$$

Dónde:
x = Variable en estudio (Precipitación)

$\bar{X}$ = Media de la variable en estudio
S = Desviación estándar de la variable en estudio
T=Tiempo de retorno en años
La probabilidad de ocurrencia de un evento con un valor igual o mayor que un valor dado x se expresa con la Ecuación, la cual permite determinar la magnitud de la variable hidrológica correspondiente a un periodo de retorno dado.

$$P(X \leq x) = \frac{1}{T} = e^{-e^{-b}}$$

Para este cálculo se utiliza el software HidroEsta, este se alimenta con los datos de precipitación máxima en 24 horas. Primero el programa verifica la bondad de ajuste escogida, para este caso Gumbel y determina su confiabilidad de acuerdo con el número de datos y valores.

Este software fue desarrollado por Villon Bejar, Maximo. Software para cálculos hidrológicos y su uso es libre.



Figura 4. Software de aplicación de las fórmulas explicadas a usar
Fuente: software Hidroesta

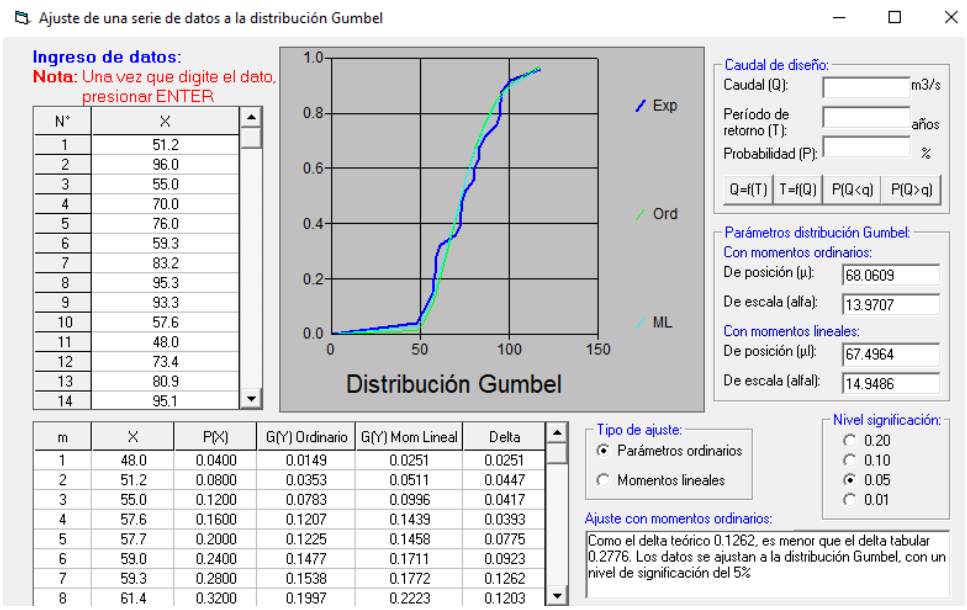


Figura 5. Verificación de bondad de ajuste para datos de la estación Bucaramanga IDEAM
Fuente: software Hidroesta.

Realizada la prueba de bondad se despliega una nota donde informa que el delta teórico es menor que el delta tabular ajustándose los datos a una distribución Gumbel.

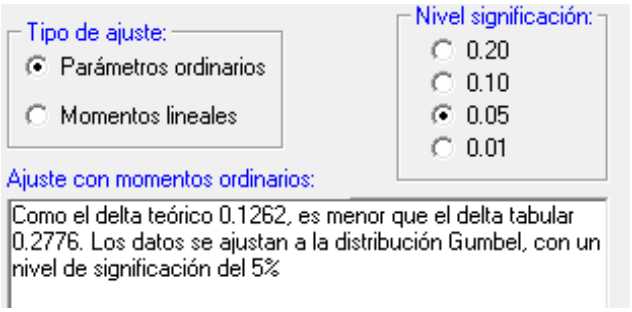


Figura 6. Ajuste de probabilidad Gumbel estación Bucaramanga IDEAM
Fuente: Software Hidroesta

El procedimiento se repite cambiando el periodo de retorno y los datos de acuerdo con la estación analizada.

De acuerdo con esta estimación, los valores de precipitación máximos para los periodos de retorno de 10, 25, 50, 100 y 500 años se registran en la siguiente tabla.

Tabla 5. Precipitación máxima 24h en mm para TR por Gumbel
Fuente: Elaboración propia del Consultor

Estación	Tr 10 años	Tr 25 años	Tr 50 años	Tr 100 años	Tr 500 años
Bucaramanga IDEAM	104.5	120.1	131.7	143.3	169.9

3.3.2.2 Curvas IDF

Las curvas IDF, son graficas en las cuales se exponen las lluvias mediante la intensidad de la precipitación, como ordenadas de la duración de la lluvia y la probabilidad (periodo de retorno).

Para el presente proyecto, se construyen curvas IDF sintéticas mediante la metodología propuesta por (Vargas & Díaz-Granados, 1998)[3] ya que este estudio correlaciona la precipitación máxima en 24 horas, el numero promedio de días de lluvia al año, la precipitación total media anual y la elevación de la estación, con unos parámetros de ajuste de regresión adaptados para cada una de las regiones del país.

La formulación general para encontrar la intensidad media I en mm/hr se da como sigue:

$$(1)\ I = a\frac{T^b}{t^c}M^d$$

$$(2)\ I = a\frac{T^b}{t^c}M^d N^e$$

$$(3)\ I = a\frac{T^b}{t^c}M^d N^e P T^f$$

Dónde:
I = Intensidad de precipitación, en milímetros por hora (mm/h)
T = Período de retorno en años
M = Precipitación máxima promedio anual en 24 horas a nivel minutal
t = Duración de la tormenta en horas.

[3] Vargas, R., & Díaz-Granados, M. (1998). Curvas sintéticas regionalizadas de intensidad duración-frecuencia para Colombia. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes

N = Promedio de número de días con lluvia al año (días)
PT = Precipitación media anual (mm)
a, b, c, d, e, f = Parámetros de ajuste de regresión, regionalizados

Los valores de los parámetros para las diferentes regiones se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6. Parámetros de ajuste de regresión regionalizados en Colombia Fuente: Vargas, R., & Díaz-Granados, M. (1998). Curvas sintéticas regionalizadas de intensidad duración-frecuencia para Colombia. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes.

Región	Ecuación	a	b	c	d	e	f
Andina (R1)	1	0.94	0.18	0.66	0.83		
	2	1.22	0.19	0.66	0.83	-0.05	
	3	1.61	0.19	0.65	0.75	-0.15	0.08
Caribe (R2)	1	24.85	0.22	0.5	0.1		
	2	16.66	0.21	0.5	0.03	0.15	
	3	8.51	0.21	0.5	-0.01	-0.08	0.28
Pacifico (R3)	1	13.92	0.19	0.58	0.2		
	2	3.02	0.19	0.58	0.04	0.44	
	3	2.31	0.19	0.58	-0.2	0.12	0.4
Orinoquia (R4)	1	5.53	0.17	0.63	0.42		
	2	75.03	0.17	0.63	0.12	-0.23	
	3	1.3E-26	0.19	0.58	1.19	-1.46	8.28

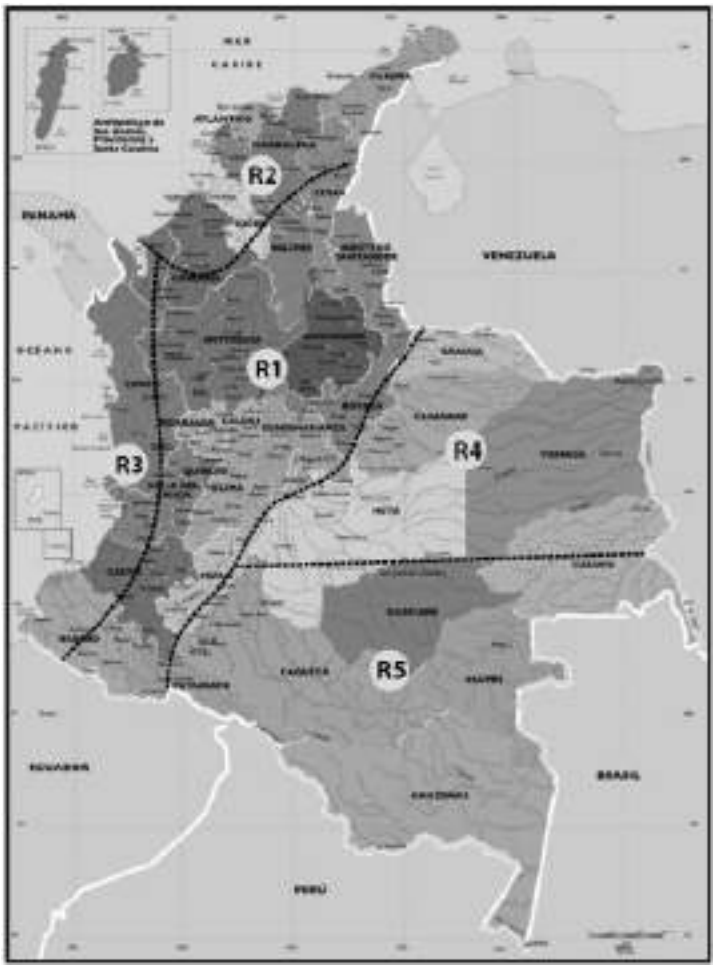


Figura 7. Regiones de Colombia para definición de parámetros a, b, c y d
Fuente: INVIAS. (2015). Guía de diseño de pavimento con placa-huella.
Con base en lo anterior, se construyen las curvas IDF a partir de la ecuación 1 de la metodología presentada.

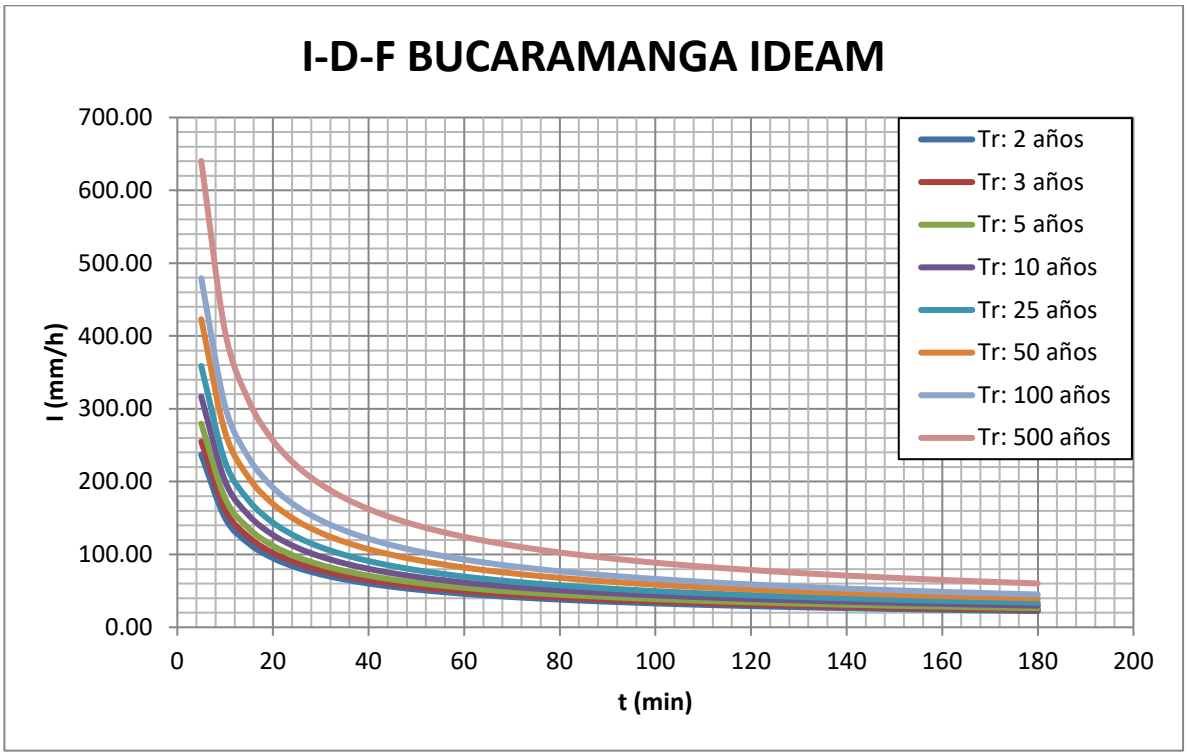


Figura 8. Curvas IDF para la estación Bucaramanga IDEAM
Fuente: Elaboración propia del Consultor

Teniendo en cuenta la variación de la intensidad de la lluvia con respeto a la duración de la tormenta. Se lleva a cabo el desarrollo de las curvas Lamina Duración y Frecuencia teniendo encienta que Lamina corresponde a los valores de intensidad por la duración.

3.2.2.2.1 Hietogramas de tormenta de diseño

Hietogramas puntuales de aguaceros de diseño con curvas intensidad-duración-frecuencia.

Las bases teóricas para la deducción de las curvas intensidad-duración-frecuencia se presentaron en documentación explicada anteriormente.

El procedimiento para elaborar la tormenta de diseño es el siguiente:

1) Con base en los datos de las curvas intensidad-duración-frecuencia para la estación analizada, representativa de la hoya hidrográfica hasta el sitio del proyecto, se calculan las curvas de masas de los aguaceros puntuales para duraciones entre 0 y 180 min, por ejemplo, y los periodos de retorno seleccionados, en intervalos de tiempo congruentes con la duración de la lluvia efectiva del hidrograma de escorrentía superficial seleccionado, igual a tr.

2) Posteriormente, con base en estas curvas de masas, se deberán calcular los hietogramas de los aguaceros puntuales respectivos.

3) Para dar una secuencia más crítica del aguacero, como es usual en este tipo de análisis, y por medio del método del Bloque Alterno, los incrementos de lluvia de los hietogramas mencionados previamente se deben arreglar de la siguiente manera: el valor más bajo se colocará en el primer lugar, el segundo valor en orden creciente se colocará en último lugar, el tercer valor en tal orden se ubicará en segundo lugar, el cuarto valor en el penúltimo lugar, y así sucesivamente. El resultado corresponde con los hietogramas de lluvia puntual de los aguaceros de diseño.

Tabla 7. Cálculo de tormenta de diseño, estación Bucaramanga IDEAM

T (min)	P (mm) 10 años	P (mm) 25 años	P (mm) 50 años	P (mm) 100 años	P (mm) 500 años
5	0.72	0.81	0.96	1.09	1.45
10	0.75	0.85	1.00	1.13	1.51
15	0.78	0.88	1.04	1.18	1.57
20	0.81	0.92	1.08	1.23	1.64
25	0.85	0.96	1.14	1.29	1.72
30	0.89	1.01	1.19	1.35	1.81
35	0.94	1.07	1.26	1.43	1.91
40	1.00	1.13	1.34	1.51	2.02
45	1.07	1.21	1.42	1.61	2.16
50	1.15	1.30	1.53	1.73	2.32
55	1.24	1.41	1.66	1.88	2.51
60	1.36	1.54	1.82	2.06	2.75
65	1.51	1.71	2.02	2.29	3.06
70	1.72	1.94	2.29	2.60	3.47
75	2.01	2.27	2.68	3.04	4.05
80	2.46	2.79	3.29	3.73	4.98
85	3.33	3.77	4.44	5.03	6.73

T (min)	P (mm) 10 años	P (mm) 25 años	P (mm) 50 años	P (mm) 100 años	P (mm) 500 años
90	5.92	6.71	7.91	8.96	11.97
95	22.28	25.24	29.76	33.72	45.05
100	4.17	4.72	5.57	6.31	8.43
105	2.81	3.19	3.76	4.26	5.69
110	2.20	2.50	2.95	3.34	4.46
115	1.85	2.09	2.47	2.79	3.73
120	1.61	1.82	2.14	2.43	3.25
125	1.43	1.62	1.91	2.17	2.89
130	1.30	1.47	1.73	1.96	2.62
135	1.19	1.35	1.59	1.80	2.41
140	1.10	1.25	1.48	1.67	2.23
145	1.03	1.17	1.38	1.56	2.09
150	0.97	1.10	1.30	1.47	1.96
155	0.92	1.04	1.23	1.39	1.86
160	0.87	0.99	1.16	1.32	1.76
165	0.83	0.94	1.11	1.26	1.68
170	0.79	0.90	1.06	1.20	1.61
175	0.76	0.86	1.02	1.15	1.54
180	0.73	0.83	0.98	1.11	1.48

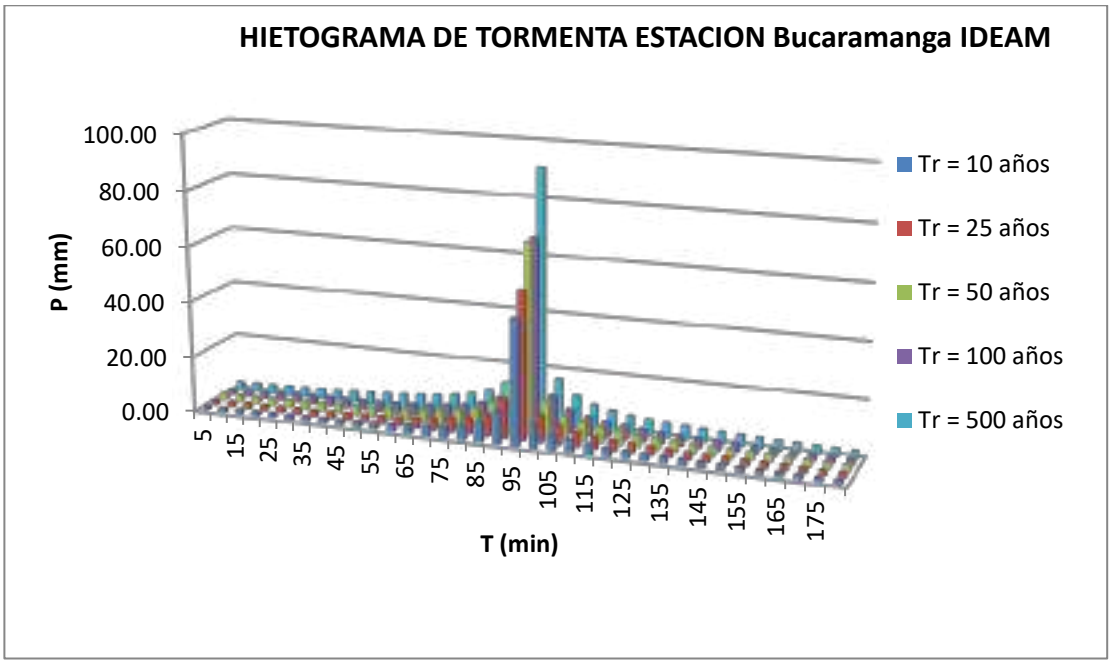


Figura 9. Hietograma de tormenta de diseño, estación Bucaramanga IDEAM

Con las intensidades de las estaciones utilizadas iniciando en 5 minutos y hasta 180 minutos se encuentra la precipitación para cada intervalo de 5 minutos, para un tiempo de retorno Tr =10, 25, 50, 100 y 500 años.

3.3.3 Cálculo de caudales

Según el manual de drenajes del INVIAS para áreas menores a 2.5 km^2, permite utilizar el método racional para el cálculo de caudales, áreas superiores debe usarse el método del hidrograma de escorrentía superficial, con un tiempo de retorno diferente para cada uno de los métodos, dependiendo del tipo de estructura a evaluar.

A continuación, se muestra el tiempo de retorno para calcular caudales de diferentes estructuras:

Tabla 8. Tiempos de retorno para diferentes tipos de obra
Fuente: Manual de drenajes para carreteras INVIAS

Tipo de Obra	**Tiempo de retorno (años)**
Cunetas	5
Zanjas de coronación	10
Estructuras de caída	10
Alcantarillas de 0.90m de diámetro	10
Alcantarillas mayores a 0.9m de diámetro	20
Puentes menores (luz menor a 10m)	25
Puentes de luz mayor o igual a 10m y menor a 50m	50
Puentes de luz mayor o igual a 50m	100
Drenaje subsuperficial	2

Partiendo de que el área aferente para el proyecto tiene una superficie menor de 2.5km2, y por esta razón se utiliza el método racional, con un periodo de retorno de 10 años, el adecuado para zanjas de coronación según lo expuesto en la 0.

Dicho método se explica a continuación.

3.3.3.1 Método Racional

Es uno de los métodos de mayor aplicación para el cálculo de caudales extremos en cuencas pequeñas, está basado en el concepto de que si una lluvia de intensidad i, comienza instantáneamente y continúa indefinidamente, la tasa de escorrentía aumentará hasta que se alcance el tiempo de concentración Tc, tiempo en el cual toda la cuenca está contribuyendo al flujo de salida en el cierre.

$$Q = kCI_{tr}A$$

Dónde:

Q = Caudal pico (m^3/s) para un periodo de retorno T años
K = 0.278 (factor de conversión para garantizar unidades de Km^2)
C = Coeficiente de escorrentía para un periodo de retorno T años
I_{tr} = Intensidad promedio de la lluvia (mm/h) para una duración de lluvia Tc horas y un periodo de retorno T años
A = Área de la cuenca (Km^2)

Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional

Característica de la superficie	Periodo de retorno (años) 2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas							
Área de cultivos							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Figura 10. Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional Fuente: Chow Ven Te, Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). Applied Hydrology. New York, USA: McGraw-Hill International Editions, Civil Engineering Series.

Tabla 9. Caudal de diseño

NOMBRE	ÁREA DE INFLUENCIA (Km^2)	TC (min)	Intensidad (mm/hr)	C	Q (m^3/s)	Q (LPS)
Área 1 Tr 10	0.029414	15.00	129.47	0.5	0.53	529.93

4. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

4.1 GEOLOGÍA

4.1.1 Geología Regional

La zona de estudio ubicada en el Barrio Gaitán se localiza dentro del área de influencia de la plancha geológica del Servicio Geológico Colombiano 109 – Rionegro de la manera en que se presenta en la Figura 11.

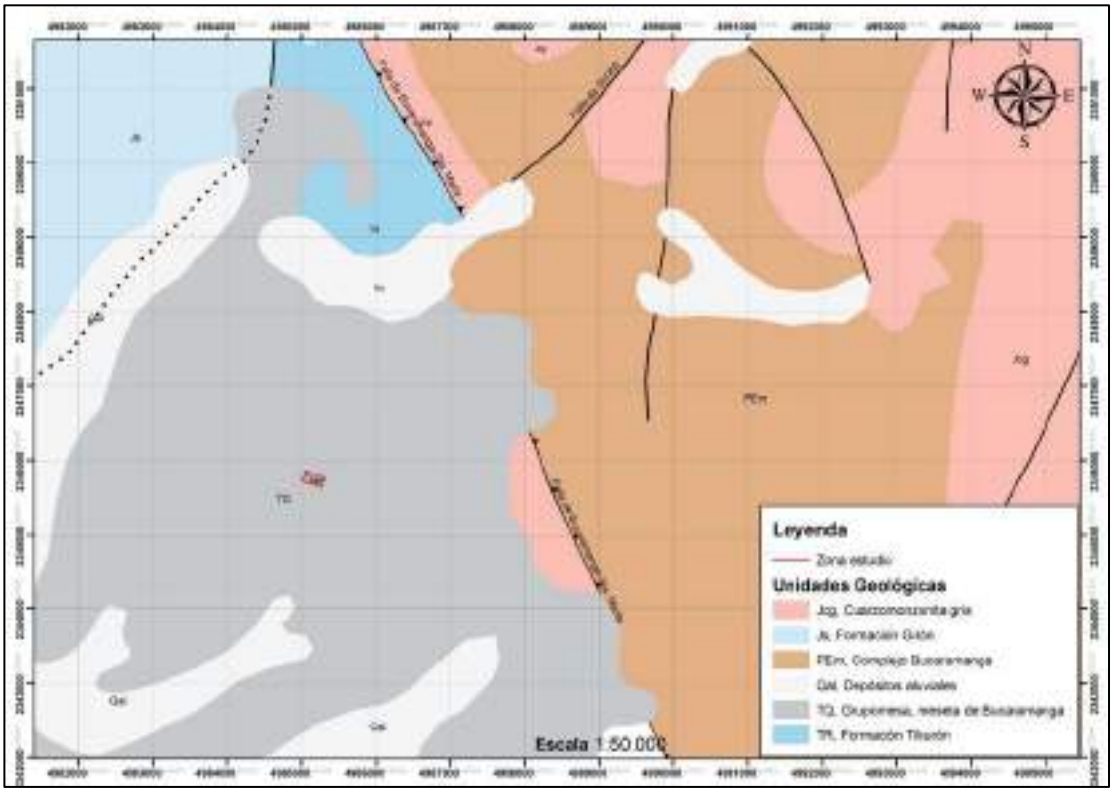


Figura 11. Localización zona de estudio Barrio Gaitán (Cuadro rojo) en la plancha Geología del Departamento de Santander.
Fuente: Tomado y adaptado del SGC,1999.

De acuerdo con lo observado en la Figura 11 el escarpe, se encuentra ubicado en medio del Grupo meseta de Bucaramanga (TQ), por consiguiente, la zona del escarpe estará conformada en su mayoría por areniscas, limolitas y conglomerados débilmente consolidados y considerados como depósitos de origen fluvial.

Grupo Mesa, Meseta de Bucaramanga (TQ). La unidad está constituida por areniscas, limolitas y conglomerados débilmente consolidados y considerados como depósitos de origen fluvial, los cuales están representados por el grupo Mesa y la Unidad Meseta de Bucaramanga, de edad pliocena-pleistocena.

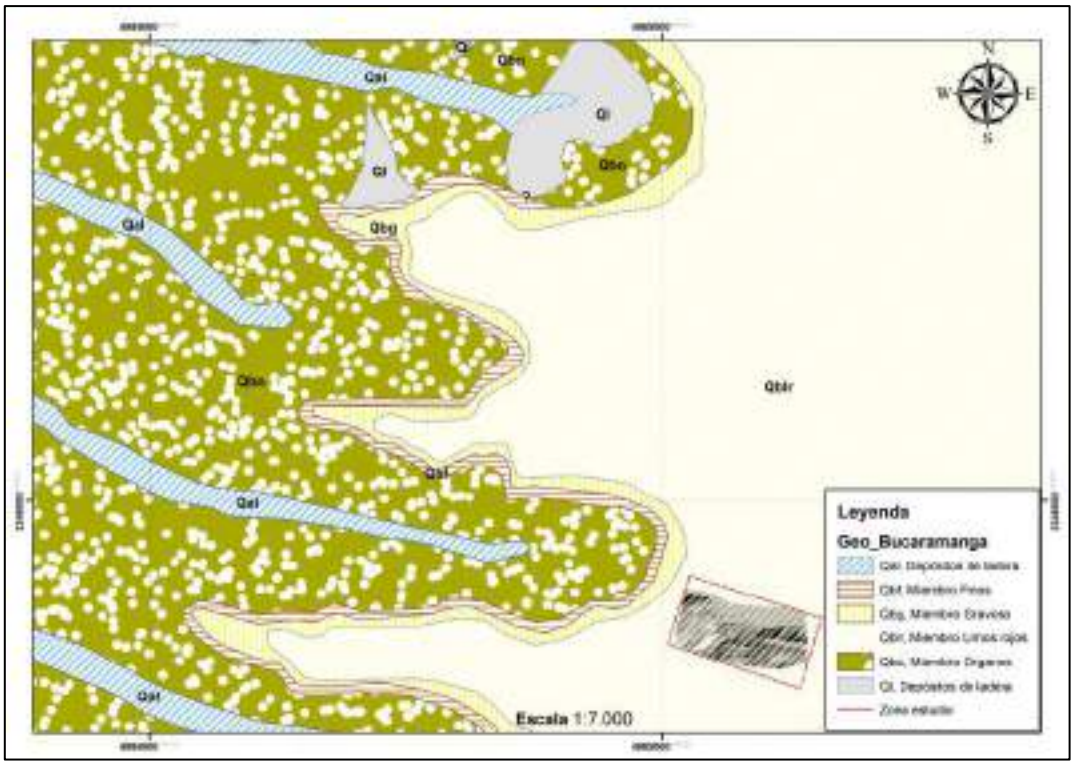


Figura 12. Localización escarpe afectado en la zona de estudio del Barrio Gaitán (Cuadro rojo), en el mapa geológico de la zonificación sismo geotectónica del área metropolitana de Bucaramanga.
Fuente: Tomado y modificado de INGEOMINAS,2001.

Formación Bucaramanga: La Formación Bucaramanga hace parte de los depósitos cuaternarios descritos por Ward et al., (1973). Esta unidad inicialmente fue propuesta por Hubach (1951), quien la subdivide en: Miembro Órganos (Qbo) y Miembro Finos (Qbf). Posteriormente De Porta (1959) divide la formación Bucaramanga en tres paquetes: uno inferior conformado por niveles discontinuos de gravas clasto soportados y con lentes arenosos intercalados con un espesor de 150m; un segundo paquete con un espesor de 18m ubicado en la parte superior, compuesto de sedimentos arcillosos y un tercer paquete de 8 a 15 metros de espesor, constituido

por una mezcla de fragmentos angulares gruesos y finos arenosos. Sin embargo, después de trabajos de campo detallados el INGEOMINAS subdivide esta unidad en cuatro miembros: Órganos (Qbo), Finos (Qbf), Gravoso (Qbg) y Limos Rojos (Qblr); de acuerdo con las dataciones publicadas en el proyecto hidroeléctrico Fonce-Suárez, la edad de la Formación Bucaramanga es menor que 730.000 años (Pleistoceno) (INGEOMINAS, 1997).

Morfológicamente esta unidad corresponde a un abanico aluvial erosionado posiblemente asociado en gran parte al Río Suratá, acumulado sobre una depresión de origen tectónico, sobre la cual se ubica el casco urbano de la ciudad de Bucaramanga. Este abanico limita al nororiente y oriente con el Macizo de Santander, al noroccidente y occidente con el Cerro de Palonegro y el Río de Oro, y al sur con la Mesa de Ruitoque. Presenta una superficie suavemente ondulada, con pendiente ligeramente inclinada al occidente, entre 2º y 7º, y una extensión aproximada de 60 a 80 km². El valor real del espesor de la Formación Bucaramanga es aún desconocido, sin embargo, a partir de cortes geológicos se ha estimado un valor promedio de 250 m en las zonas con mayor espesor.

Miembro Órganos (Qbo). Definido por Hubach (1952). aflora en las laderas y escarpes de la parte occidental de la Meseta de Bucaramanga y el Área metropolitana. Se caracteriza por erosionarse fácilmente, formando surco, cárcavas y tierras malas que dan formas de estoraques que alcanzan alrededor de 15mdealturay sobre él se desarrolla un drenaje dendrítico subparalelo. De acuerdo con Bueno y Solarte (1994), corresponde a una serie monótona de niveles polimícticos de fragmentos gruesos, de aspecto conglomerático, en alternancia con capas y lentes limo arenosos, con variaciones laterales y verticales en composición y textura. Hubach (1952) describe niveles lenticulares limo arenosos, con espesores hasta de 5 m. los niveles de aspecto “conglomerático” conforman depósitos de gravas y bloques, débilmente consolidados, dispuestos en forma de capas gruesas a muy gruesas con espesores de hasta 15m.

Miembro Finos (Qbf). Este nivel fue reconocido y definido por Hubach (1952). Se ubica estratigráficamente entre el nivel inferior de la Formación Bucaramanga (miembro órganos) yel nivel superior (miembro gravoso) en contactos netos plano paralelos.es una extensa capa lenticular horizontal. Donde alternan niveles arcillosos, limos arenosos y areno limosos de colores gris verdosos y el conjunto arenoso de color pardo amarillento.

Miembro Gravoso (Qbg). Definido por Niño y Vargas (1992), ubicado sobre la escarpa occidental y norte de Bucaramanga, también conforma los escarpes superiores de la parte alta del nacimiento de la iglesia. La morfología que presenta el miembro gravoso es similar a la del Órganos en los sectores de los valles de las quebradas. Su espesor varía entre los 8 y 30m; presenta niveles gravosos, gravoarenosos y gravolodosos.

Miembro Limos Rojos (Qblr). Nivel definido por Julivert (1963). Este momento se localiza en el sector urbanizado de Bucaramanga, aunque no en forma uniforme y se continua hacia el sur, hasta el sector norte del municipio de Floridablanca. Está constituido por arenas arcillosas gravosas y limos de colores rojizos, amarillentos y naranjas. Se observó la presencia esporádica de bloques angulares de arenisca asociados superficialmente a este miembro; estos cantos pueden estar embebidos dentro de limos rojos y se caracterizan por estar meteorizados. Suprayace al segmento gravoso y su contacto con este es gradacional. La parte más superficial de este miembro se encuentra altamente meteorizada, formándose en algunos sectores niveles de oxidación que le ayudan a incrementar su compactación y resistencia a la erosión.

4.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El nororiente colombiano de Los Andes es un territorio geológicamente complejo y tectónicamente dinámico; su conformación está relacionada con la interacción de las placas tectónicas Nazca, Caribe y Suramérica. El área de Santander por encontrarse dentro de este dominio despierta gran interés y genera discusiones sobre su origen y su conformación geológica.

El Departamento de Santander se encuentra localizado en una región tectónica compleja y dinámica, que representa a una zona de influencia entre los límites de las placas tectónicas del Caribe y la suramericana, conocida como bloque Andes del Norte o bloque Norandino en los trabajos de Kellogg (1984); Case, et al. (1984); Kellogg, et al. (1985); James (1985) y Boinet (1985), entre otros.

Para la caracterización tectónica del territorio de Santander se ha subdividido en tres provincias tectónicas como son la del Macizo de Santander, que está conformada por los bloques de Floresta, Cucutilla, Pamplona y de Ocaña; la del Valle Medio de Magdalena, y la de la Cordillera Oriental.

El área de estudio se encuentra en la provincia tectónica de la Cordillera Oriental (Ilustración 4). La cual se caracteriza por pliegues anticlinales y sinclinales amplios, limitados por fallas inversas y de cabalgamiento, de direcciones NE y NW, con inclinación predominante hacia el oriente.

Constituye una cobertera sedimentaria con cubrimiento de una gran extensión de la Cordillera Oriental. En el Departamento de Santander, está restringida a dos bloques, el principal localizado en la región central estructural y el menor ubicado en la región oriental. Esta provincia está conformada por rocas sedimentarias generalmente plegadas, de edades jurásicas y cretácitas; el bloque principal o central está limitado al oriente por las fallas Riachuelo y Bucaramanga-Santa Marta, y al occidente por la Falla La Salina, mientras el bloque oriental está limitado al oriente por la Falla de Servitá y al occidente por las fallas Bucaramanga-Santa Marta y de Baraya.

El territorio santandereano se caracteriza por presentar tres estilos estructurales diferenciables, los cuales identifican tres regiones estructuralmente bien definidas del departamento: uno de fallamiento en bloques en la región oriental; otro de plegamientos en la región central, y el graben del Magdalena, en la región occidental Figura 13 se toma como referencia la descripción en la memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001).

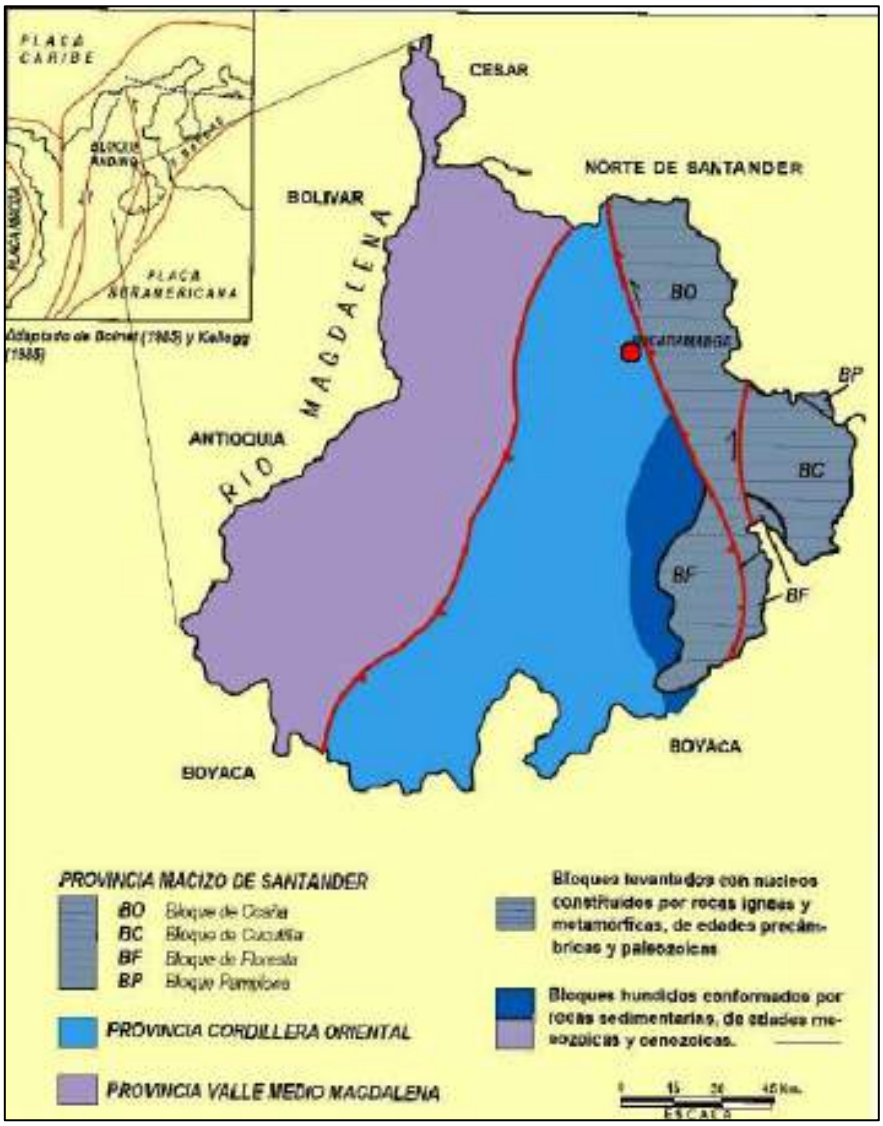


Figura 13. Esquema tectónico departamento de Santander, la zona de estudio esta demarcada en rojo.
Fuente: Tomado y modificado de memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001).

El área de estudio, escarpe Barrio Gaitán se encuentra en la región central Figura 14 localizada en cercanías: casi que tocando la falla del Suarez.

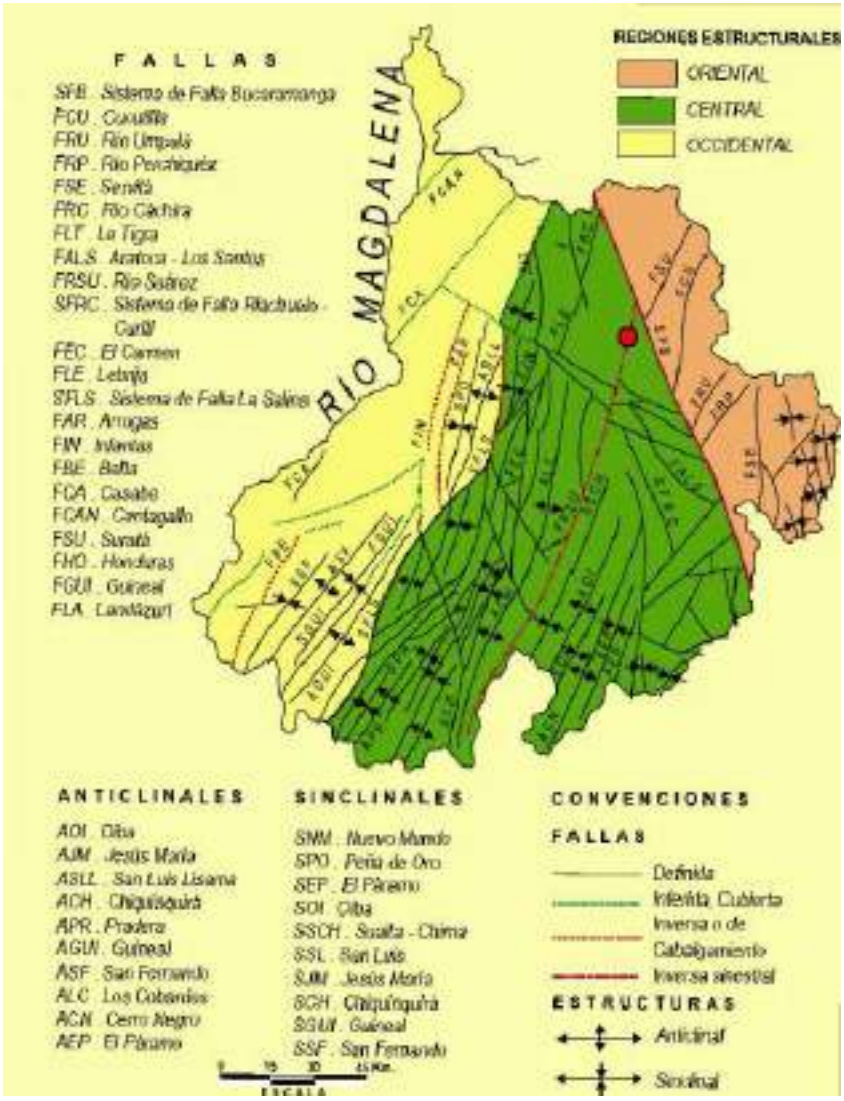


Figura 14. Esquema tectónico departamento de Santander, la zona de estudio esta demarcada en rojo.
Fuente: Tomado y modificado de memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001).

De acuerdo con lo que se puede observar en la Figura 14 el área de estudio no está directamente sobre una falla, pero si en cercanías (al W) de la falla del Suarez.

En Figura 14 el escarpe que está sobre el barrio Gaitan exactamente en la carrera 9 entre calle 17 y 18 se encuentra al NW de la falla del Suarez.

Geográficamente conforma la cadena montañosa de las estribaciones occidentales de la Cordillera Oriental, en donde se destacan amplias estructuras anticlinales y sinclinales, limitadas por fallas inversas y de cabalgamiento con inclinación hacia el oriente. En esta región se describen de oriente a occidente, los principales anticlinales, sinclinales y fallas geológicas.

La región central está localizada entre la Falla de Bucaramanga-Santa Marta al oriente y la Falla La Salina al occidente. Geográficamente conforma la cadena montañosa de las estribaciones occidentales de la Cordillera Oriental, en donde se destacan estructuras anticlinales y sinclinales amplias, limitadas por fallas inversas y de cabalgamiento con inclinación hacia el oriente.

4.2.1 Falla de Bucaramanga – Santa Marta

Es el rasgo estructural más evidente y de gran extensión que cruza la región centro-oriental del Departamento de Santander, en dirección aproximada N20°W y cuyo trazo rectilíneo se expresa claramente en imágenes de satélites y fotografías aéreas. Es considerada un sistema de fallas de rumbo (CAMPBELL, 1965; LEON, 1991; VARGAS Y NIÑO, 1992; CLAVIJO et al., 1993; CLAVIJO, 1994ª), con movimiento sinestral, cuyo desplazamiento es calculado por Campbell (1965) y Tschanz, et al. (1969, 1974) en unos 100 a 110 km; tiene una componente vertical importante, según Julivert (1958, 1961), Ward, et al. (1973), Paris y Sarria (1988), Royero (1994), que hace que esta falla se comporte en algunos sectores como inversa y en su extremo meridional aún de cabalgamiento (BOINET, 1985; ULLOA, 1990, Comunicación verbal).

En el territorio del Departamento de Santander se ha encontrado evidencias de actividad neotectónica (lineamiento, facetas triangulares, lomos de ganchos, drenajes adaptados, laguna de falla, lomo de obturación) de la Falla Bucaramanga-Santa Marta, especialmente en la Meseta de Bucaramanga (donde afecta los niveles interiores de la secuencia estratigráfica) de edad Plioceno-Pleistoceno, según Julivert

(1963), Paris y Sarria (1988), León (1992), Vargas y Niño (1992), Reyes y Barbosa (1993).

En el Cañón del Rio Chicamocha también se han encontrado evidencias de neotectonica de esta falla (drenaje desplazado, terrada basculada, cantos rotos, lomos de obturación), según Castro y Bernal (1992) y Carrillo y Bernal (1992).

4.2.2 Falla de Suarez

Esta falla se extiende por una longitud de unos 120 km desde Barbosa al sur hasta la Falla Bucaramanga-Santa Marta 5km al norte de la capital santandereana; su trazo tiene una dirección N20°E y N25°E, con inclinación al occidente y sigue el curso de los ríos Suarez y Río de Oro. Es una falla inversa de ángulo alto, con una componente vertical importante. París y Sierra (1988) calculan una velocidad de desplazamiento vertical de 0,1 mm/año; además, se trata de una falla de rumbo con desplazamiento sinestral. El desplazamiento vertical se ha calculado entre 400 y 2300 m (WARD, et al., 1973).

La Falla del Suárez, al occidente del pueblo de Girón afecta capas de la Formación Girón, las cuales se pliegan por arrastre, alcanzando posiciones verticales y en algunos casos invertidas. En cercanías de la falla se observa un fuerte fracturamiento y un alto grado de meteorización de las rocas hasta el punto de llegarse a confundir con depósitos cuaternarios (JULIVERT, 1963).

4.3 UNIDADES GEOLÓGICAS PARA INGENIERÍA (LOCAL)

Se caracterizaron y cartografiaron las Unidades Geológicas Superficiales a escala detallada, según las condiciones físico-mecánicas de los suelos en diferentes sitios, siguiendo la metodología y nomenclatura del INGEOMINAS (2007).

Las Unidades Geológicas Superficiales corresponden a un conjunto de materiales que incluyen suelos y rocas, cuyas propiedades se conservan por debajo de la superficie hasta algunas decenas de metros. Las UGS se utilizan como herramienta para evaluar el comportamiento mecánico de los terrenos ante diferentes usos, como desarrollo de obras de infraestructura, desarrollos mineros y demás usos definidos en los planes de ordenamiento territorial.

4.3.1 FACTORES CONSIDERADOS PARA CARACTERIZAR LAS UNIDADES GEOLÓGICAS SUPERFICIALES (UGS)

En la cartografía geológica para ingeniería, la clasificación de rocas y suelos está basada en las propiedades físicas de dichos materiales en su estado actual, dependiendo de la combinación de factores como el origen, la diagénesis, la historia tectónica, el metamorfismo y los procesos de meteorización, los cuales gobiernan el comportamiento mecánico de dichos materiales (resistencia, deformabilidad, durabilidad, y permeabilidad, entre otros). Para la descripción y caracterización de las unidades geológicas superficiales, se tienen en cuenta cinco parámetros fundamentales: Litología (composición y textura), dureza o resistencia, condición de las discontinuidades, grado de meteorización y rasgos estructurales. Estas características se obtienen mediante la descripción de perfiles de afloramientos rocosos, exploración del subsuelo, muestreo de suelos y rocas, ensayos in situ y análisis de laboratorio, debido a las condiciones que se presentaron en el área de estudio algunas de estas características se restringen para el análisis y resultados a presentar.

La International Asociation of Engineering Geology (IAEG) recomienda usar propiedades geológicas que de alguna manera indican las características geológicas de ingeniería, como las que se relacionan a continuación:

- **Litología**

Características de textura y estructura tales como la distribución del tamaño de las partículas, su correlación con el peso unitario y la porosidad.
Contenido de humedad, humedad de saturación, consistencia, diaclasamiento, alteración y grado de meteorización.
Composición mineralógica, la cual está estrechamente relacionada con el peso específico, los límites de Atterberg y el índice de plasticidad.

- **Grado de Meteorización**

Es uno de los aspectos que juega un papel importante en la caracterización de las unidades superficiales, se define como la descomposición física y química In situ de los materiales cercanos a la superficie de la tierra. Influye en la formación de los suelos residuales, estabilidad de las laderas y en la acción de los procesos erosivos, al igual que sobre las propiedades físico–mecánicas de las rocas tales como densidad, esfuerzo a la comprensión inconfinada, esfuerzo a la tensión inconfinada,

porosidad, permeabilidad, deformabilidad y consistencia. Para definir el grado de meteorización de las rocas se utilizaron los perfiles generalizados de Deere y Patton (1971) y Dearman (1974, 1991).

- **Grado de fracturamiento o discontinuidades**

Se definen como planos o fracturas de origen mecánico o sedimentario que independizan o separan bloques de roca. En la Tabla 10, se muestra una de las clasificaciones del grado de fractura miento tenida en cuenta en el estudio de las discontinuidades.

Tabla 10. Condición de fractura miento de las rocas.

INTERVALO DE SEPARACION (espaciamiento)*	> 2 m (mayor de 200 cm)	60 - 200 cms	20 - 60 cm	6 - 20 cm	< 6 cm (menor de 6 cm)
CLASIFICACION (Grado de fracturación)	MASIVA	POCO FRACTURADA	FRACTURADA	MUY FRACTURADA	FRAGMENTADA o TRITURADA
CARACTERISTICAS	Discontinuidades bastante espaciadas (mayor de 2 m)	Fracturas regularmente espaciadas a ampliamente espaciadas	Frcturas próximas o moderadamente espaciadas	Fracturas muy próximas o estrechamente espaciadas. Las rocas se separan en bloques tabulares	La roca se presenta triturada, astillosa y se separan en lajas con facilidad

* Según:Bieniawsky (1979), Dearman (1991) y Medina (1991).

De acuerdo con los factores considerados para caracterizar las Unidades Geológicas Superficiales (UGS) (según su origen, litología, grado de meteorización, y grado de fracturamiento o discontinuidades en roca, entre otros aspectos), en el sitio estudiado las UGS se dividieron en:

- **Unidades de Suelos:**

Transportado (St)

4.3.2 Escarpe afectado Barrio Gaitán

4.3.2.1 Unidades de Suelo

Para la clasificación de estas unidades se tomó como base la clasificación genética utilizada por el INGEOMINAS (2007) Tabla 11.

Tabla 11. Clasificación genética de las unidades de suelo. Modificado de Montero (2001).

Tipo	Origen	Nombre de los depósitos
Residual	In situ	Suelo Laterítico y Suelo Saprolítico
Transportado	De Ladera	De gravedad: depósitos coluviales y flujos de tierra
	Aluvial – Fluvio torrencial	Aluviones en el lecho o fuera de él (Llanura de Inundación, Barras, Terrazas, Abanicos, Deltas)
	Glaciares	Fluvioglaciares
	Antrópico	Materiales diversos, naturales o no (Rellenos sanitarios, presas, escombreras y rellenos de disposición)

De acuerdo con la Tabla 11 en el sector estudiado, se presentan según la clasificación del INGEOMINAS 2007, en la zona estudiada:

4.3.2.1.1 Suelos transportados

Esta unidad corresponde a material que ha sufrido algún tipo de transporte, en este caso se refiere a materiales transportados por efectos de la gravedad, movimientos en masa, actividad antrópica, corrientes de agua y principalmente la lluvia, los suelos transportados están conformados por clastos de diferente composición litológica (rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas), se pueden hallar embebidos en una matriz arcillosa a arenosa, suelos varían de compactos a no compactos. Según lo anterior los suelos transportados se clasificaron de la siguiente manera:

De ladera

- **Suelo coluvial reciente (Sco1)**

Los coluviones son masas incoherentes de materiales sueltos y heterogéneos, de suelos y/o fragmentos de roca angulares a subangulares, depositados por la gravedad, lavado de la lluvia o movimientos en masa. Se caracterizan por materiales clasto-soportados o matriz-soportados según el origen de los sedimentos, su tamaño de grano varía desde grava hasta bloques de 1,5 m de diámetro, con consistencia

muy baja a baja en coluviones antiguos y meteorización intermedia a alta. Los coluviones recientes se asocian a depósitos de ladera, a movimientos en masa que presentan actividad o han tenido movimiento en épocas recientes. Son inconsolidados, permeables, con fragmentos poco alterados, susceptibles a ser erosionados.



Fotografía 1. Se observa Suelo coluvial reciente en la parte baja de donde se ubica el escarpe en el Barrio Gaitan.
Fuente: Este estudio, 2023

- **Suelo transportado movimientos en masa (Stmm)**

Dentro del área de estudio se observó suelo transportado referentes a movimientos en masa originados por acción de la gravedad y la sobresaturación de los suelos. En la Fotografía 1 se evidencia que están conformado por material matriz soportado, la matriz es areno limosa, los clastos presentan tamaños desde gravas hasta cantos de forma angular a subredondeada presentan espesores variables.



Fotografía 2. Se observa Suelo transportado de movimiento en masa por acción de gravedad en la parte baja de donde se ubica el escarpe en el Barrio Gaitán.
Fuente: Este estudio, 2023

- **Suelo del Miembro Limos Rojos (Sfl2)**

se observa en el municipio de Bucaramanga, en el barrio Gaitán. Se encuentra compuesto por arcillas y limos de color rojo, con contenido de arena en algunas partes, se pueden encontrar bloques de diferente tamaño principalmente areniscas y neis. Esta unidad suprayace al segmento gravoso y su contacto con este es gradacional.



Fotografía 3. Se observa contacto entre el miembro limos rojos (Sfl2) y el miembro gravoso (Sft2) pertenecientes a la Formación Bucaramanga. Fuente: Este estudio, 2023.

- **Suelo del Miembro Limos Rojos (Sfl2)**

Los depósitos que conforman el miembro gravoso de la Formación Bucaramanga presentan un grado de meteorización variable, fluctuando entre materiales inalterados a completamente meteorizados. En el Barrio Gaitán, municipio de Bucaramanga, se observa una secuencia de materiales de consolidación intermedia, color amarillo naranja, material clasto-soportado con una relación (30%-70%) de matriz areno-limosa (70-30%) de clastos, estos se distribuyen en gravas (60%) y bloques (20%), compuestos por areniscas, neises y rocas ígneas, con diámetros de hasta 1 m, subredondeados a redondeados, esporádicamente subangulares.

- **Suelo del Miembro Finos (Sfl1)**

Está conformado por niveles areno-limosos de un color amarillo a pardo y el espesor vario ampliamente en diferentes partes del área de Bucaramanga, infrayaciendo al miembro gravoso. Puede llegar alcanzar un espesor de 10 m y un espesor mínimo de 2 m; en general esta unidad es una capa lenticular horizontal, más o menos continua, donde alternan niveles arcillosos, limo-arenosos y areno-limosos.
De Origen antrópico:

Corresponden a materiales heterogéneos dispuestos por el hombre, generalmente de manera caótica y sin ningún tratamiento o adecuación, con el objeto de cumplir los requerimientos de los diseños de obras de ingeniería. Están compuestos por materiales tamaño arena, arcilla, grava y son producto de residuos de construcción o para adecuación de terrenos generalmente como cimentación de la vivienda o vías (INGEOMINAS, 2001).

- **Suelo del Miembro Finos (Sfl1)**

Corresponden a materiales heterogéneos, dispuestos por el hombre, generalmente caóticamente y sin ningún tratamiento o adecuación, conformados por acumulaciones de material de desechos de construcción mezclados con desechos orgánicos y basuras que contienen caucho, papel, cartón, telas y plásticos, entre otros. En el área de estudio se pueden observar áreas compuestos por fragmentos de concreto, se pueden apreciar restos de diversos materiales (plásticos, tabletas de mampostería, fragmentos de vidrios, pequeños pedazos de tubería de pvc, entre otros).



Fotografía 4. Se observa diversos materiales los cuales se clasifican como llenos antrópicos de basuras y escombros ubicados en 2 áreas de la zona de estudio.
Fuente: este estudio, 2023.

A continuación, en la Tabla 12 se resumen las características principales de las unidades geológicas para ingeniería presentes en el área.

Tabla 12. Unidades geológicas de Ingeniería.

UNIDAD GEOLÓGICA BÁSICA/EDAD	UNIDAD GEOLÓGICA SUPERFICIAL (Clase de material)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Cuaternario	Suelo coluvial reciente	Sco1	Materiales sueltos y heterogéneos, de suelos y/o fragmentos de rocas angulares a subangulares, depositados por la graedad, lavado de la lluvia o movimientos de masa.
	Suelo transportado de movimientos en masa	Stmm	Son depósitos clasto soportados a matriz soportados, originados principalmente por acción de la gravedad, sobresaturación de suelos residuales y depósitos de coluvión, en épocas de fuerte invierno. Están compuestos por gravas y una matriz limo arenosa
	Miembro Limos Rojos	Sfl2	Arenas arcillosas gravosas y limos de colores rojizos, amarillentos y naranjas. Existen esporádicos bloques angulares grandes, de arenisca, asociados superficialmente a este miembro.
	Miembro Gravoso	Sft2	Depósito fluviotorrencial con niveles gravosos, gravo arenosos ygravo lodosos, cantos subredondeados a subangulares de areniscas y rocas igneas, en matriz areno-arcillo-limosa, color pardo rojizo y ocre palido.
	Miembro Finos	Sfl1	Depósitos con niveles arcillo-limosos plásticos de colores grises a verdes hacia la base. Hacia el techo predominan niveles areno-limosos y limo-arenosos arcósicos de colores amarillento a pardo amarillento.
	Suelo de llenos antrópicos de basuras y escombros	Stlab	Corresponden a materiales heterogéneos, dispuestos por el hombre, generalmente caóticamente y sin ningun tratamiento o adecuación, conformados por acumulación dematerial de desechos de construcción mezclados con desechos orgánicos y basuras.

A continuación, en la Figura 15 se presenta el mapa geológico de unidades para ingeniería del área de estudio Barrio Gaitán.

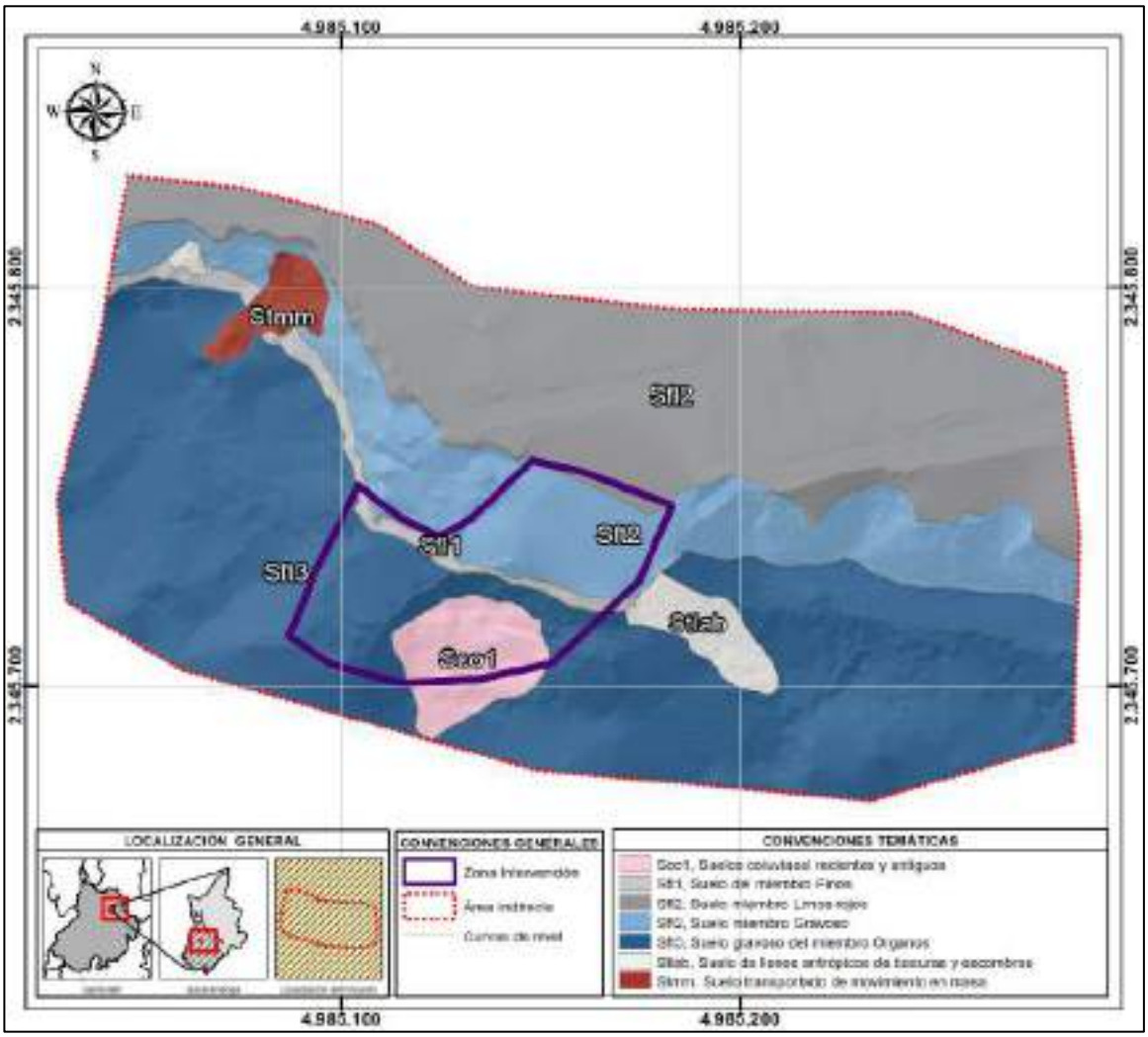


Figura 15. Mapas de Unidades Geológicas para Ingeniería área de estudio Barrio Gaitán.
Fuente: Este estudio, 2023

4.4 GEOMORFOLOGÍA

4.4.1 Metodología

En el estudio de las formas del terreno, fue indispensable la utilización de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), las imágenes satelitales, y el Modelo Digital del Terreno (MDT) elaborados, con el que se calcularon otros factores como las pendientes del terreno, el modelo de sombras, entre otros; con el fin de determinar por medio de interpretación, los tipos de materiales involucrados, los procesos morfodinámicos, y las formas predominantes del terreno. Para su caracterización se consideró la metodología de trabajo que desarrolla la entidad del estado cuya misión es la evaluación de las amenazas naturales (SGC-metodología Carvajal-2011), cuyo marco de jerarquía difiere ligeramente en los niveles de categorización y conceptualización genérica.
A continuación, se enlistan algunos de los insumos utilizados para la caracterización geomorfológica del área de estudio.

- ArcGIS 10.4
- Mapa Geológico (1:25.000): 109 – Zonificación Sismogeotécnica indicativa del área metropolitana de Bucaramanga
- Imagen Satelital: Lidar
- Modelo Digital del Terreno
- Modelo de Sombras

4.4.2 Geomorfología de la zona de estudio según (SGC)

La zona de estudio se encuentra ubicado morfológicamente en la geomorfoestructura correspondiente al sistema Orogénico Andino, conformado a su vez por la provincia geomorfológica Cordillera Oriental (Carvajal, 2002-2002a, y Mendivelso 2009). En la Figura 16 se muestra el esquema de jerarquización geomorfológica propuesto para el estudio del área del barrio Gaitán.



Figura 16. Esquema de Jerarquización geomorfológica.
Fuente: Tomado y Modificado de Velásquez (1999), Carvajal (2002-2008).

4.4.2.1 Geomorfoestructura

La geomorfoestructura se refiere a grandes áreas geográficas o amplios espacios continentales o intra continentales caracterizados y definidos por estructuras geológicas y topográficas regionales que han tenido deformación o basculamiento y posiblemente metamorfismo o intrusión ígnea. Se consideran como geomorfoestructura: Los escudos, los bloques de origen continental (Plateaus Orogénicos o Epirogénicos), grandes cuencas de sedimentación, cuencas intracratónicas y rift valleys, plataformas y cinturones orogénicos. Corresponde según Velásquez (1999) a escalas de trabajo menores de 1: 2.500.000.



Figura 17. Localización zona estudio en el mapa Geomorfoestructural de Colombia.
Fuente: Tomado y Modificado de Mendivelso (2009).

El área de estudio del barrio Gaitán se encuentra ubicada morfológicamente en la geomorfoestructura correspondiente al sistema orogénico andino (Figura 17) descrito por Mendivelso (2009) y dentro de este sistema hace parte la geomorfoestructura de cordillera (Carvajal 2011).

4.4.2.2 Provincia Geomorfológica

Corresponde a un conjunto de regiones con geoformas parecidas y definidas por un macro relieve y una génesis geológica similar. Localmente se relacionan con las regiones naturales y con los terrenos geológicos de Colombia los cuales están delimitados por el trazo de mega fracturas y suturas definidas o inferidas (Ingeominas 1999, Velásquez 1999, Irving 1971, Etayo y otros 1986, Villota 1997). El área de estudio se encuentra localizada en la Cordillera Oriental. (Figura 18)

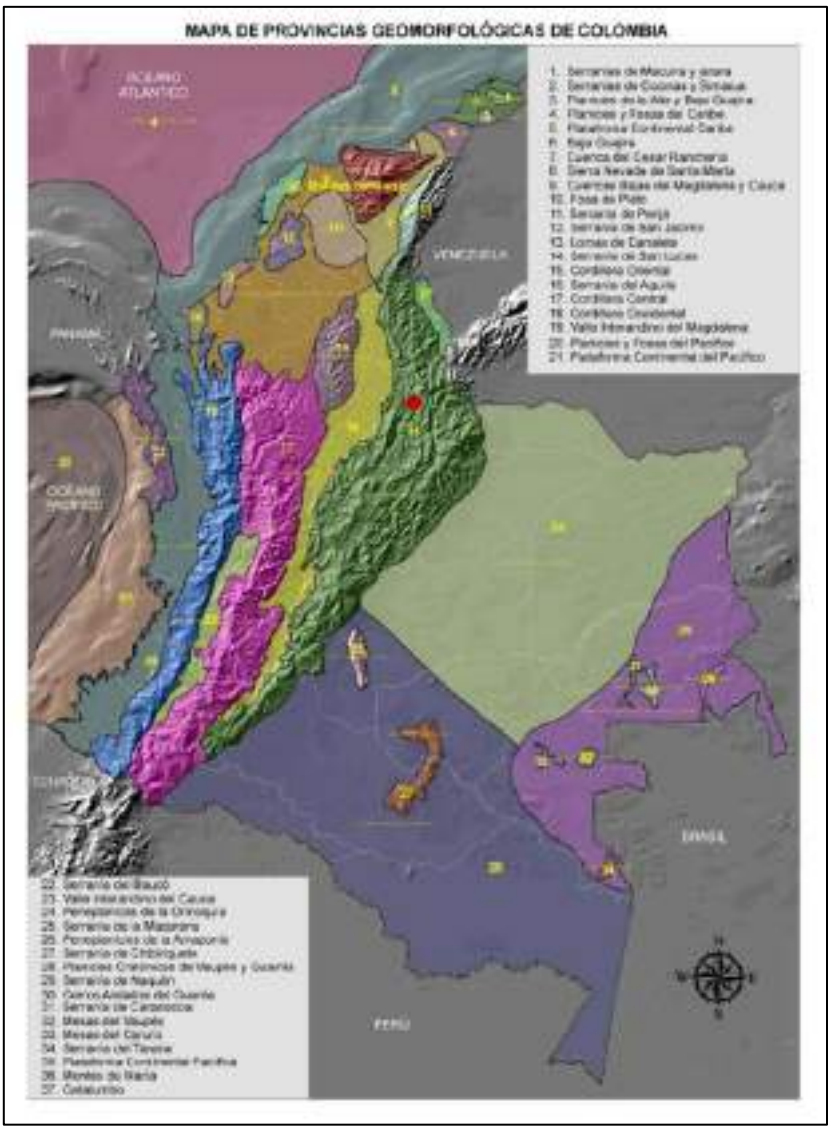


Figura 18. Localización zona estudio en el mapa de Provincias de Colombia. Fuente: Tomado y Modificado de Mendivelso (2009).

El nombre propuesto para la provincia geomorfológica es compuesto y consiste en un término morfológico de macro relieve, combinado con un nombre geográfico definido por el nombre del terreno geológico o región natural respectiva Mendivelso (2008-2009).

4.4.2.3 Regiones

Las regiones hacen alusión a los ambientes morfogenético que predominan en el área de estudio, e involucra a las geoformas relacionadas a la génesis de los paisajes, y definidas por un marco de ambiente morfogenético definido y afectados por procesos dinámicos parecidos. Aquí se pueden agrupar áreas equivalentes a vertientes que estén contenidas dentro de una provincia geomorfológica y que representen un ambiente morfogenético particular con condiciones climáticas homogéneas: Eólico, lacustre, fluvial, volcánico, glaciar, denudativo, marino y costero, kárstico, estructural, estructural denudativo y antropogénico.

Tabla 13. Clasificación de Unidades Geomorfológicas según su origen (Ingeominas, 2001)

ORIGEN PRINCIPAL	EJEMPLOS DE FORMAS CON UN ORIGEN ESPECIFICO
FLUVIAL (Erosión Fluvial y Sedimentación)	Geoformas de acumulación y complejas planicies aluviales, transicionales y erosiónales.
LACUSTRE (Erosión Lagunar y Sedimentación)	Geoformas producto de niveles de agua alta (Terrazas), fondos de lagos. (Evaporitas/Playa, no Evaporitas)
MARINO (Erosión Marina y Sedimentación)	Geoformas de ambientes de alta energía, (materiales de grano grueso); de ambientes de baja energía (materiales de grano fino); y asociadas a complejos levantamientos.
VOLCÁNICO (Actividad Volcánica)	Geoformas de conos, cráteres, escarpes volcánicos, flujos de lava y labradas en materiales piroclásticos.
DENUDACIONAL (Meteorización, desgaste de masa, Erosión Linear)	Geoformas asociadas a desgaste, efectos litológicos no mayores. Geoformas influenciadas por la litología y erosión fluvial linear asociadas con procesos denudativos específicos (desgaste de masas).
ESTRUCTURAL (Fallamiento)	Geoformas asociadas con las capas de roca estratificadas o estructuralmente controladas, relacionadas con plegamientos, fallamiento y levantamiento.
ESTRUCTURAL-DENUDACIONAL	Asociaciones denudacionales y estructurales.
KÁRSTICO (Solución y Redepositación)	Geoformas positivas (Colinas), negativas (Depresiones), estructurales y otras (Complejos).

ORIGEN PRINCIPAL	EJEMPLOS DE FORMAS CON UN ORIGEN ESPECIFICO
EÓLICO (Erosión por el Viento y Sedimentación)	Geoformas de acumulación (Activas/No activas), y de deflación.
GLACIAL (Erosión y Sedimentación)	Geoformas erosiónales dominantemente de glaciación continental, glaciación de montañas y de acumulación (dominantemente morrenas, hielo, y lomos)
ANTROPOGÉNICO	Aquellas formas del relieve que son el producto de modificaciones causadas por intervención del hombre.

Según la Tabla 13, La zona de estudio (Barrio Gaitán) se encuentra caracterizada por dos regiones que representan los ambientes morfogenéticos, los cuales son: Ambiente Denudacional y Ambiente Antropogénico.

Tabla 14. Unidades geomorfológicas de la zona de estudio (Carvajal, 2001)

GEOMORFOESTRUCTURA	REGIÓN	UNIDAD	SUBUNIDAD	SÍMBOLO
Orógeno Andino	Ambiente Denudacional	Ladera	Laderas Sub horizontales	D6
			Laderas moderadas	D11
			Laderas muy inclinadas	D10
		Movimiento en Masa	Depósitos de Movimiento en Masa	D15
	Ambiente Antropogénico	Rellenos	Llenos Mixtos	A5

4.5 UNIDADES Y SUBUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

De la zona de estudio se identificaron unidades y subunidades de los ambientes denudacional y estructural. Estas Unidades se definieron con base en criterios genéticos, morfológico, geométrico, y en función de los procesos geomorfológicos específicos, ya sea de carácter erosivo o de acumulación. Para la delimitación de las geoformas se utilizaron imágenes satelitales y el modelo digital del terreno, las cuales evidenciaban todos los parámetros previamente mencionados junto a procesos dinámicos activos.

4.5.1 Geoformas de Origen Denutativo (D)

Dentro de las geoformas asociadas a los procesos denudativos exógenos se incluyen las geoformas cuya expresión morfológica está definida por la acción combinada de procesos moderados a intensos de meteorización, erosión y transporte de origen gravitacional y pluvial que han remodelado y dejado remanentes de las geoformas morfoestructúrales preexistentes y además crean nuevas geoformas por acumulación de sedimentos.
Dentro de la zona de estudio estas geoformas se distribuyen ampliamente casi por la totalidad de las formaciones, sin embargo, son características de la Formación Bucaramanga. Su origen obedece a los procesos de plegamiento y deformación intensa, durante la formación de la afectación posterior por procesos de meteorización y de denudación diferenciales intensos que generaron la formación local de suelos transportados y depósitos coluviales con los que generalmente se asocian. Morfológicamente presentan estas características generales:

Movimientos en masa

Geoformas asociadas a sectores inestables donde se han presentado desplazamientos del terreno a lo largo de superficies de ruptura.

- **Depósitos de movimientos en masa (D15)**

Son geoformas compuestas por masas de suelo o roca, o mezcla de ambos, cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla y en un tiempo relativamente corto, o por desgarre de una zona de poco espesor cuya masa movida muestra evidencia de actividad reciente. Por lo general este tipo de fenómenos muestra movimientos de pequeñas dimensiones muy superficiales, existiendo algunos de ellos que involucran volúmenes importantes como es el caso del movimiento en masa observado en la zona de estudio que alcanza espesores de materiales de aproximadamente 3 m; este movimiento junto con otros de menor

tamaño está presentándose como reactivación de grandes movimientos en masa antiguos, tipo flujo.



Fotografía 5. Vista de sector en donde se aprecia Depósito de movimiento en masa.
Fuente: Este estudio, 2023.

- **Laderas subhorizontales (D6)**

Superficie natural suavemente inclinada del terreno producto de procesos denudacionales, caracterizada por presentar pendientes menores a 10°, donde se desarrollan suelos residuales; esta unidad se presenta sobre el Barrio Gaitán.



Fotografía 6. Se observa el Barrio Gaitán que es donde aflora la unidad de ladera subhorizontal (D6).
Fuente: Este estudio, 2023.

- **Laderas muy inclinadas (D10)**

Superficie natural del terreno cuyas laderas son muy empinadas, producto de procesos principalmente denudacionales, caracterizada por presentar pendientes con inclinaciones entre 40° y 70°. Por lo general en estas zonas la cobertura vegetal es moderada a escasa. Sobre esta geoforma se observa movimiento en masa presente por erosión y caída de detritos.



Fotografía 7. Se observa ladera muy inclinada (D10) cerca de viviendas sobre la zona de estudio del barrio Gaitán.
Fuente: Este estudio, 2023.

- **Laderas moderadas (D11)**

Superficie natural del terreno, producto de procesos principalmente denudacionales, caracterizada por presentar pendientes onduladas con inclinaciones entre 10° y 40°. Por lo general en estas zonas se presenta una buena cobertura vegetal. Son comunes en tel área de estudio donde se presenta una extensa zona de laderas moderadas.

4.5.2 Geoformas de Origen Antrópico (A)

Son formas del terreno cuyo origen está ligado a las actividades humanas de explotación de recursos del subsuelo y al acondicionamiento del terreno tanto para la

construcción de obras civiles como para la disposición de desechos tanto orgánicos como inorgánicos. En la zona de estudio predomina la geoforma de origen antrópico asociado a llenos mixtos (A5).

- **Llenos mixtos (A5)**

En su gran mayoría estas geoformas pertenecen a llenos realizados por el hombre y sus materiales por lo general se componen de acumulaciones de escombros, mezclados con frecuencia con basura.



Fotografía 8. Se evidencia llenos mixtos (A5) parte izquierda zona de estudio en el barrio Gaitán.
Fuente: Este estudio, 2023.

A continuación, en la Figura 19 se presenta el mapa geomorfológico de la zona de estudio Barrio Gaitán.

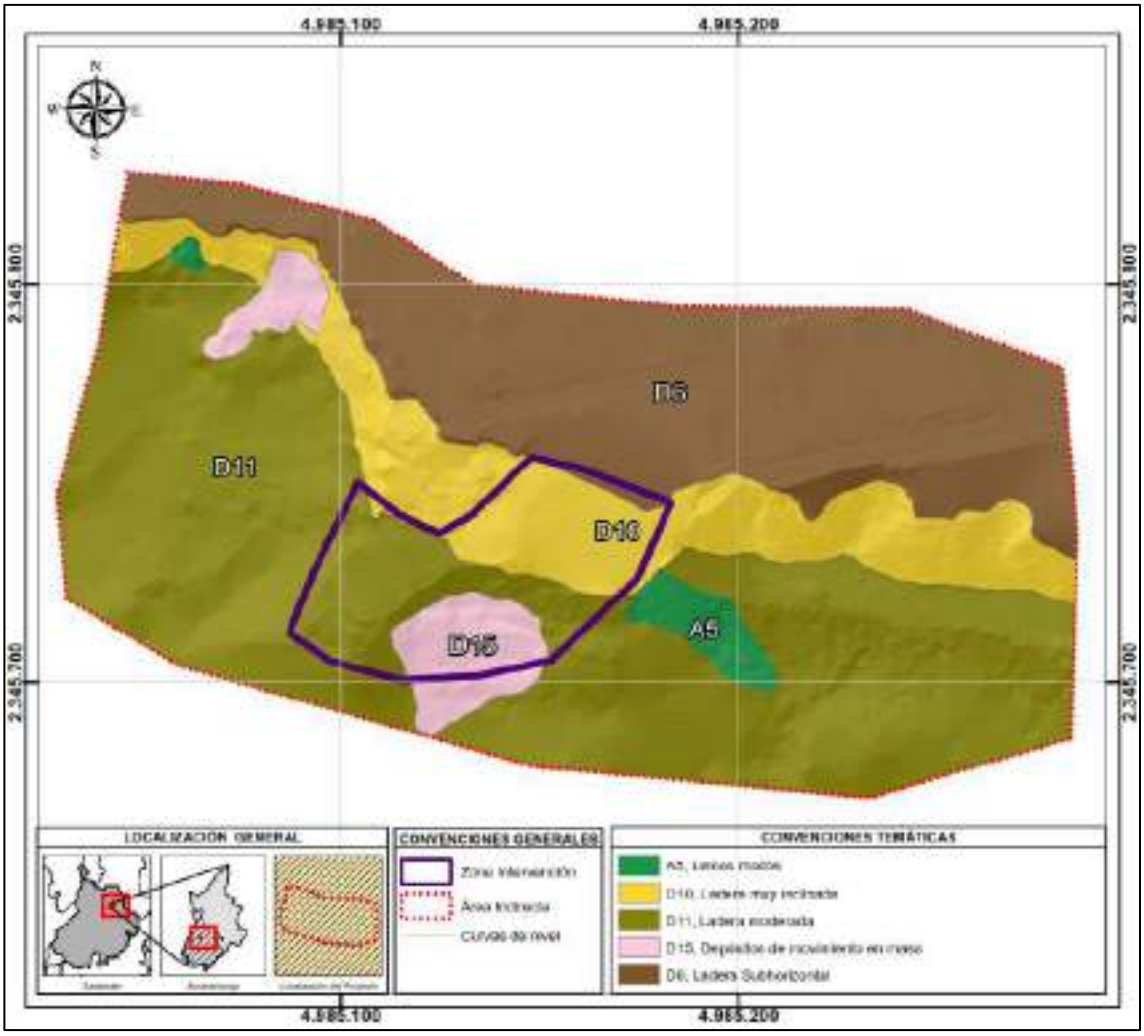


Figura 19. Unidades Geomorfológicas para la zona de estudio Barrio Gaitán.

5. MODELO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO PARA ESTABILIDAD DE TALUDES

Inicialmente se realizó una revisión de las descripciones de las muestras recuperadas en la exploración de campo y se verifico nuevamente esta litología con las observaciones de campo.

De acuerdo a las características geológicas, geomorfológicas y la exploración de campo, se definieron los contactos litológicos.

5.1 DEFINICIÓN DE CONTACTOS LITOLOGÍAS

Los contactos litológicos detallados mediante las muestras recuperadas en la perforación, permitieron definir los perfiles geológico-geotécnicos.

5.2 NIVELES FREÁTICOS

Una vez finalizada la exploración de campo y revisados los estudios existentes, no se detectaron niveles freáticos, sin embargo y debido al mal manejo del drenaje superficial, se identificaron algunas zonas del depósito coluvial activo con concentraciones de agua que indicarían que estos materiales se encuentran saturados o parcialmente saturados.

5.3 PERFILES GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO

Como resultado de las anteriores actividades se definieron seis (6) perfiles geológico-geotécnicos.

A continuación, se muestran los perfiles, teniendo en cuenta los contactos litológicos y sus profundidades definidas en los ensayos de exploración de campo.



Figura 20. Localización de perfiles

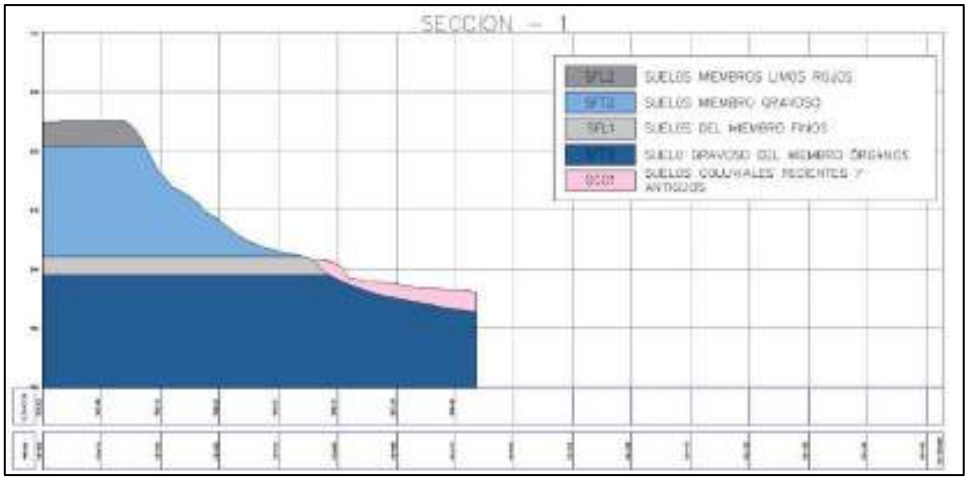


Figura 21. Perfiles Geológico – Geotécnico 1

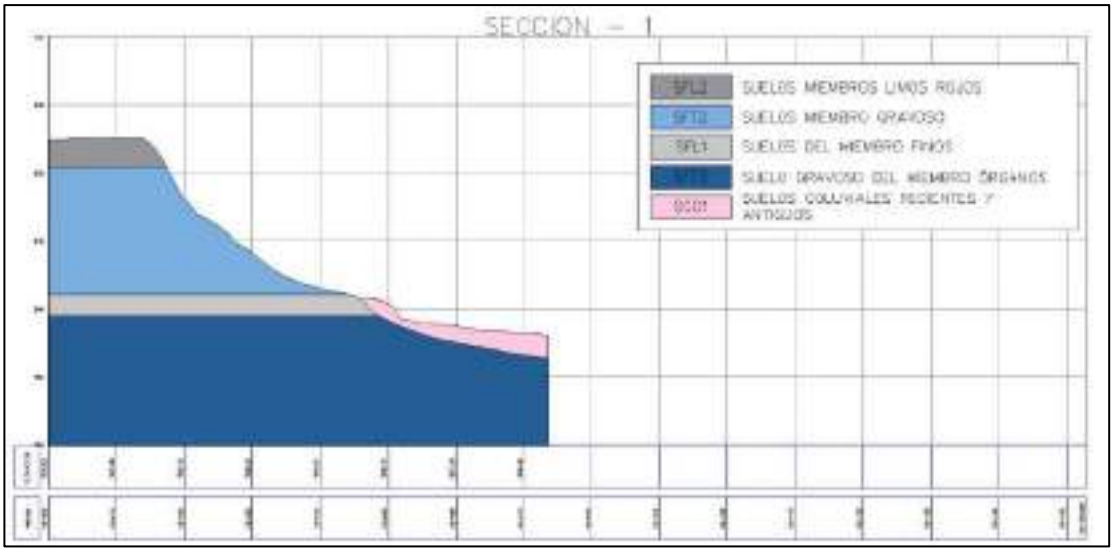


Figura 22. Perfiles Geológico – Geotécnico 2

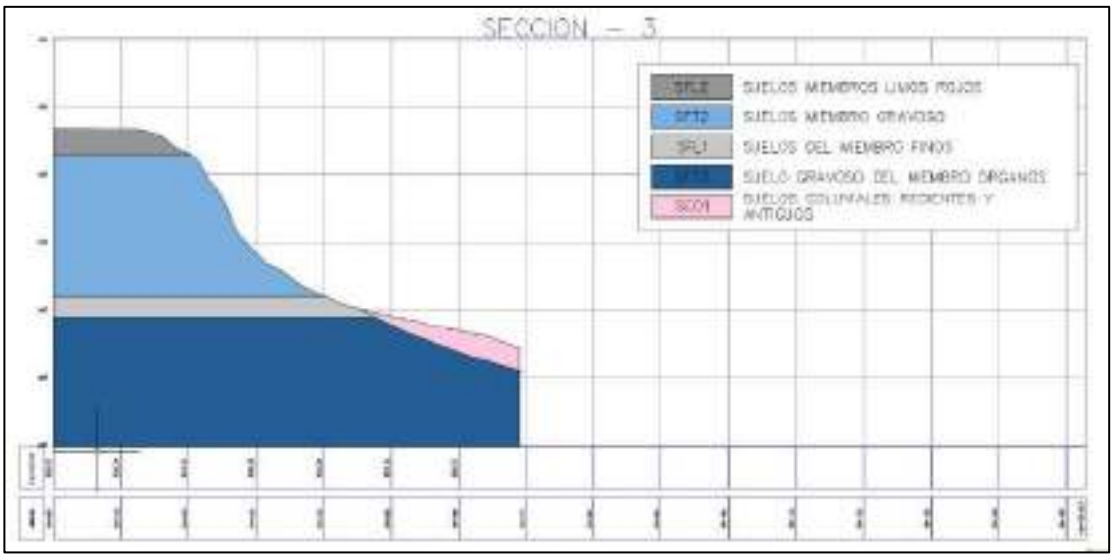


Figura 23. Perfiles Geológico – Geotécnico 3

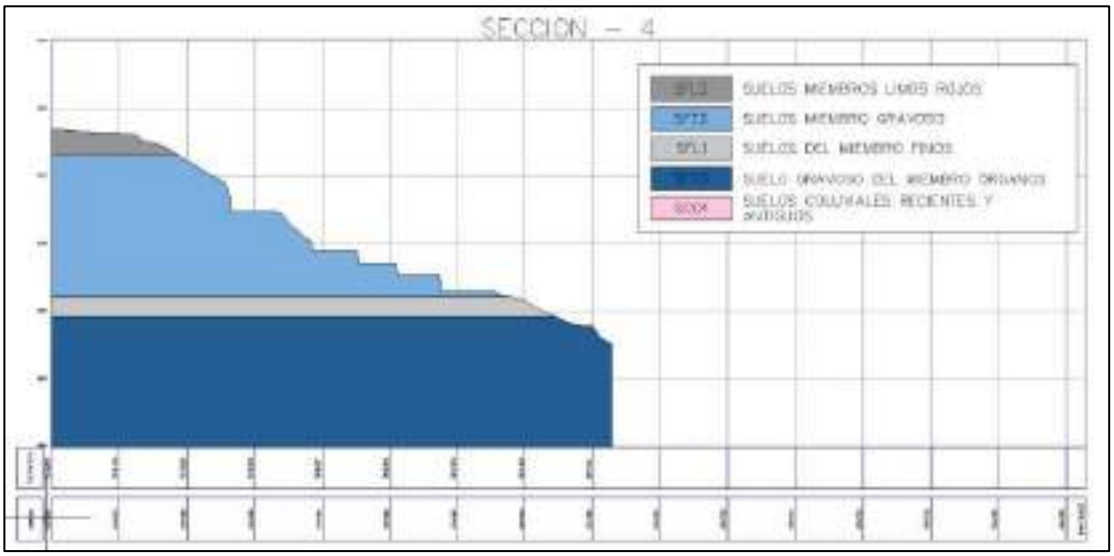


Figura 24. Perfiles Geológico – Geotécnico 4

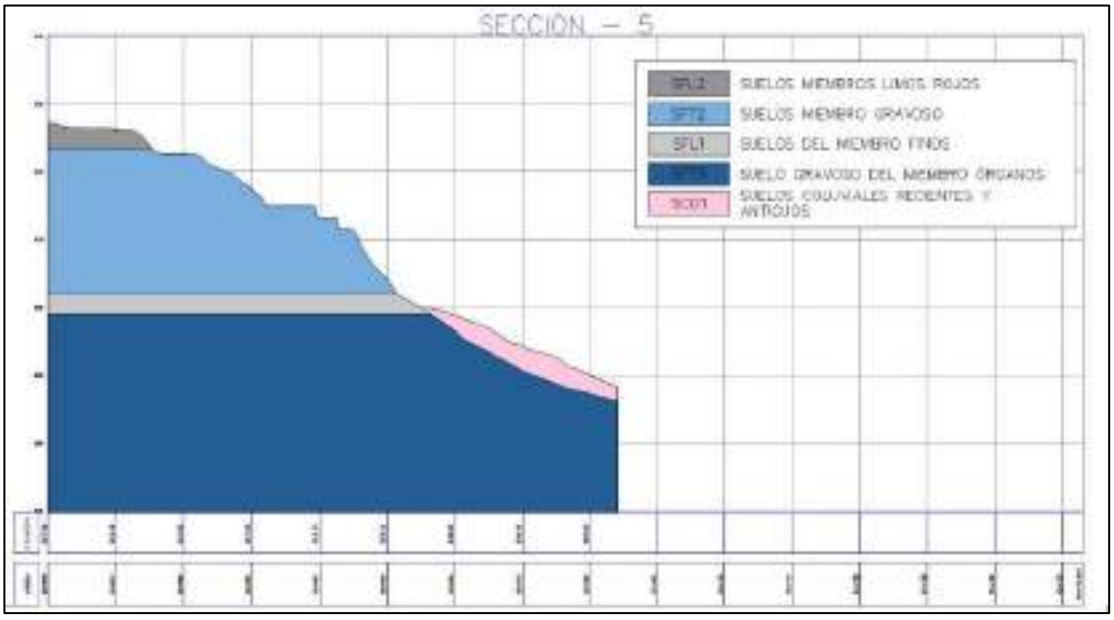


Figura 25. Perfiles Geológico – Geotécnico 5

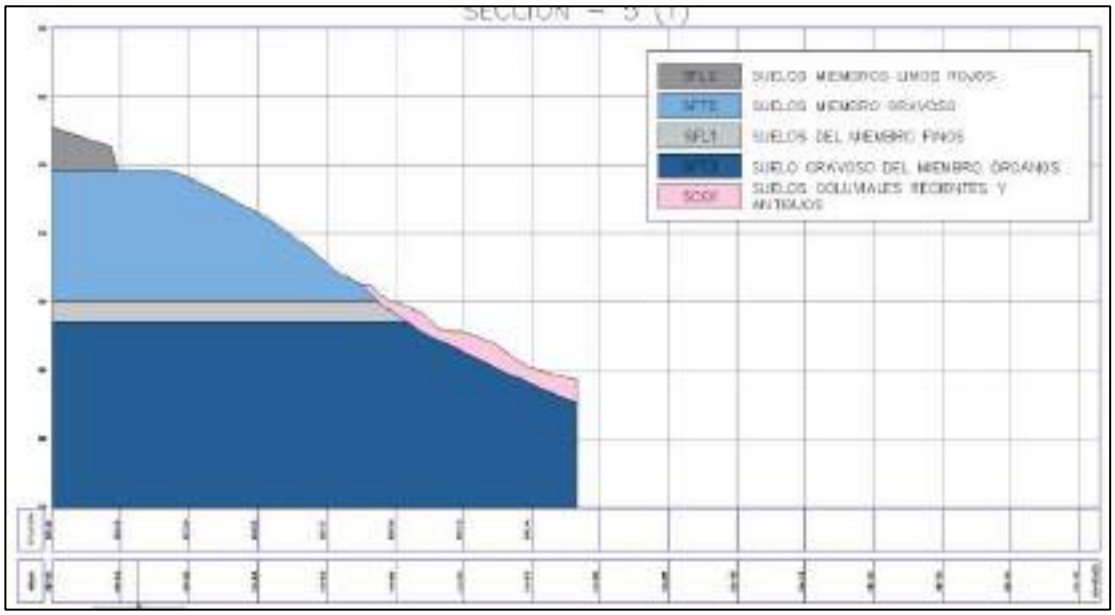


Figura 26. Perfiles Geológico – Geotécnico 6

6. EVALUACIÓN DE AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA Y DISEÑOS DE OBRAS DE MITIGACIÓN

6.1 PARÁMETROS SÍSMICOS

6.1.1 Caracterización geomecánica de los suelos

Con base en el Título A, del Código de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), se puede establecer que el municipio de Bucaramanga se encuentra en una zona de amenaza sísmica Alta.

A continuación, se presentan los parámetros básicos necesarios para el diseño sísmico de las estructuras:

- Coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva: Aa = 0.25
- Coeficiente de velocidad horizontal pico efectiva vertical: Av = 0.25

Tabla 15.Clasificacion de los perfiles de suelo
Fuente : Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s> $\bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (=1 kg/cm²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	50 > $\bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (=1 kg/cm²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (=0.5 kg/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\bar{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w ≥ 40% 50 kPa (=0.50 kg/cm²) > $\bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con índice de Plasticidad IP > 75) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

6.1.2 Efectos locales

Teniendo en cuenta el coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva Aa y del tipo de perfil de suelo, se definen los coeficientes de aceleración para periodos cortos e intermedios, de acuerdo a las tablas A.2.4-3 y A.2.4-4 (Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro y valores del coeficiente Fv, para la zona de periodos intermedios del espectro) de la NSR-10.

Tabla 16.Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro.
Fuente: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10.

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Tabla 17. Valores del coeficiente Fv, para la zona de períodos intermedios del espectro.
Fuente: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10.

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Teniendo en cuenta las anteriores tablas, el tipo de perfil del suelo y el coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva se presenta a continuación los valores de del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro y valores del coeficiente Fv, para la zona de periodos intermedios del espectro:

- Perfil de suelo: C
- Coeficiente de aceleración – periodos cortos: Fa = 1.15
- Coeficiente de aceleración – periodos intermedios: Fv = 1.55

6.1.3 Parámetros para análisis seudo estático de taludes

Para la realización de análisis seudo estático de taludes se evaluará la aceleración horizontal de acuerdo a criterio de la norma NSR 2010.

H.5.2.5 — **SISMO DE DISEÑO** — Para efectos del análisis y diseño de taludes, se debe emplear la aceleración máxima del terreno, a_{max}, obtenida bien sea de un espectro (aceleración del espectro de diseño para periodo cero) o por medio de análisis de amplificación de onda unidimensionales o bidimensionales, correspondiente a los movimientos sísmicos definidos en el Capítulo A.2, particularmente en los numerales A.2.1, A.2.2, A.2.3, A.2.4 Y A.2.5. En caso de que el sitio objeto de análisis haga parte de un estudio de microzonificación sísmica aprobado, se utilizará la aceleración máxima superficial del terreno establecida en el espectro de diseño respectivo en lugar de lo estipulado en la sección A.2. El coeficiente sísmico de diseño para análisis seudoestático de taludes KST tiene valor inferior o igual al de a_{max} y se admiten los siguientes valores mínimos de K_{ST}/a_{max}, dependiendo del tipo de material térreo (reforzado o no) y del tipo de análisis.

Tabla 18. Valores de K_{ST}/a_{max} mínimos para análisis seudo estático de taludes. Fuente: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10.

Tabla H.5.2-1
Valores de K_{ST}/a_{max} Mínimos para Análisis Seudoestático de Taludes

Material	K_{ST}/a_{max} Mínimo	Análisis de Amplificación Mínimo
Suelos, enrocados y macizos rocosos muy fracturados (RQD < 50%)	0.80	Ninguno
Macizos rocosos (RQD > 50%)	1.00	Ninguno
Todos los materiales térreos	0.67	Amplificación de onda unidimensional en dos columnas y promediar
Todos los materiales térreos	0.50	Amplificación de onda bidimensional

La aceleración máxima del terreno amax, está dada por la aceleración del espectro de diseño para periodo cero así:

$$a_{max} = A_a * F_a * I$$

Aa= coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño.

Fa=coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos de sitio, adimensional.

I= Coeficiente de importancia.

Para el municipio de Bucaramanga, el valor de Aa corresponde a 0,25. De acuerdo al tipo de perfil de suelo, basados en la clasificación de los perfiles de suelo NSR – 10, el tipo de perfil corresponde al C y se asumió un coeficiente de importancia de 1,0 (Grupo I, Estructuras de ocupación normal).

$$a_{max} = 0{,}25 * 1{,}15 * 1{,}00;\ a_{max} = 0{,}288$$

Para el análisis de estabilidad de taludes se toma como valor de carga sísmica obtenido con el criterio de la NSR – 10 que corresponde a 0,23g.

6.1.4 Caracterización geotécnica

A continuación, se presenta la caracterización geotécnica de las diferentes unidades geológicas superficiales, para la realización de modelos de estabilidad de taludes.

Para la interpretación de la información geotécnica obtenida en las exploraciones de campo y ensayos de laboratorio, se presentan a continuación los criterios implementados. Ver Tabla 19 a Tabla 20.

Tabla 19. Correlación entre el número de golpes del ensayo SPT y la densidad relativa de suelos granulares.

Valor en número de Golpes	Densidad Relativa
0 – 4	Muy bajo
5 – 10	Bajo
11 – 24	Densidad media
25 – 50	Denso
> 50	Muy denso

Tabla 20. Correlación entre el número de golpes del ensayo SPT y Consistencia de los suelos cohesivos.

Valor en número de Golpes	Consistencia
0 – 1	Muy suave
2 – 4	Suave
5 – 8	Medianamente rígido
9 – 15	Rígido
16 – 30	Muy rígido
31 – 60	Fuerte
> 60	Muy fuerte

6.1.4.1 Ensayos de campo y de laboratorio

De las exploraciones geotécnicas realizadas se compararon las muestras más representativas para realizar ensayos de clasificación, tales como humedades, granulometrías por mallas con lavado y límites de consistencia.

6.1.4.2 Caracterización geotécnica de las perforaciones

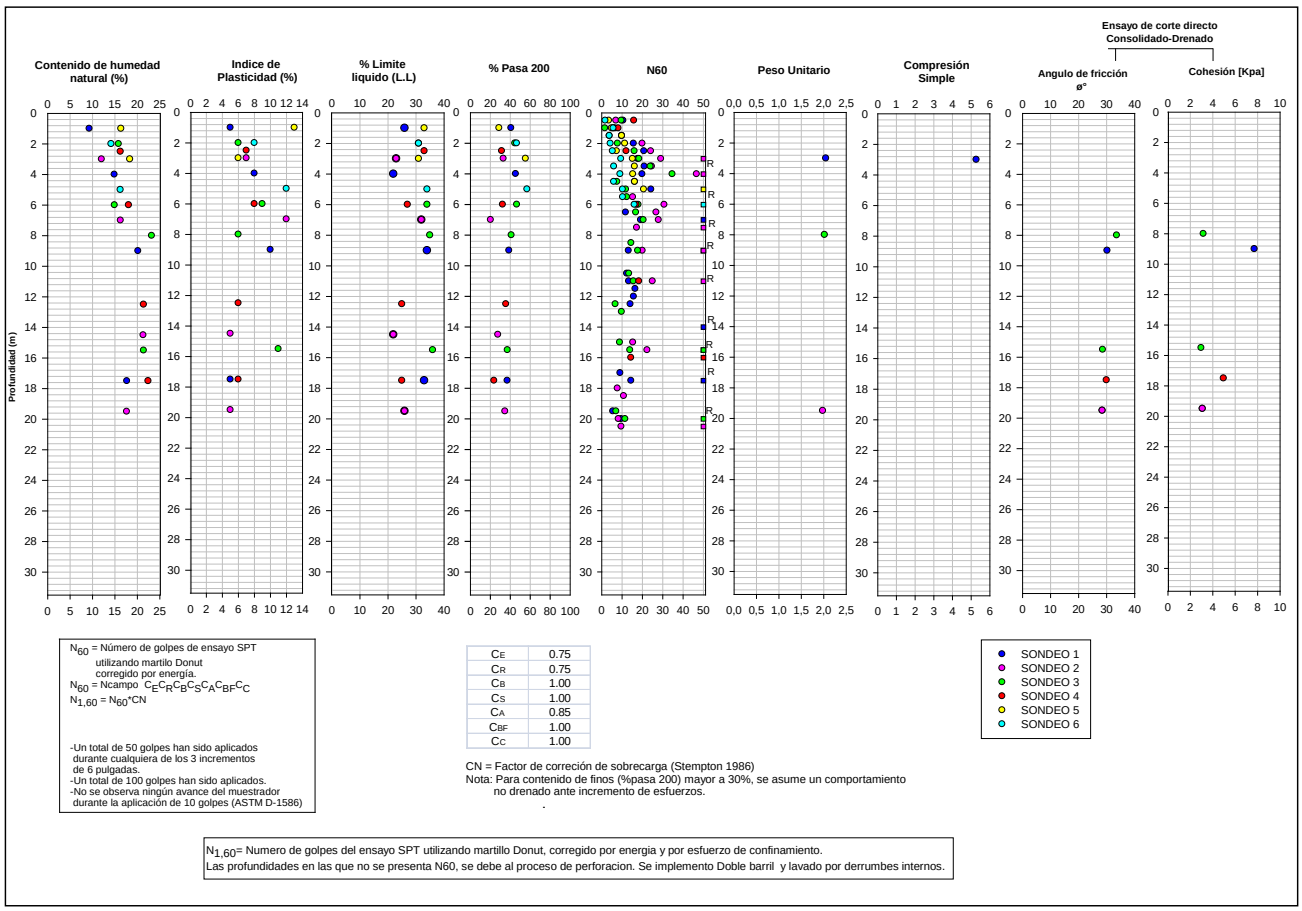


Figura 27.Caracterización del perfil del suelo

Tabla 21.Resumen parámetros de Resistencia al corte.

UNIDAD GEOLÓGICA	DOCUMENTO	PROPIEDADES		
		C (kg/cm²)	Ø (°)	ɣ (gr/cm³)
sfl2	apique 1 Muestra 2 (0,00-1,30 m)	0.054	26.59	
sft2	Apique 2 Muestra 2 (0,00-1,30)	0.002	36.46	
sft2	Sondeo 1 Muestra 9 (8,50-9,00)	0.079	30.22	
sft2	Sondeo 2 Muestra 17 (18,50-19,50)	0.032	28.49	1.98
sft2	Sondeo 3 Muestra 8 (7,00-8,00)	0.032	33.63	2.02
sft2	Sondeo 3 Muestra 5 (15,00-15,50)	0.030	28.63	
sft2	Sondeo 4 muestra 15 (16,00-17,50)	0.051	29.97	

Para asignar los parámetros de resistencia al corte a las diferentes unidades geológicas para ingeniería, se realizó una revisión de información existente en sitios cercanos a la zona en estudio.

6.1.4.3 Caracterización geomecanica de los suelos

De acuerdo al contenido de finos de las unidades de suelo de la zona de estudio, se espera un comportamiento no drenado de estos materiales para un incremento dado de esfuerzos, sin embargo los modelos implementados para evaluación de estabilidad de taludes, se realizarán en términos de esfuerzos efectivos ya que los taludes proyectados son de tipo permanente y se debe evaluar las condiciones de estabilidad a largo plazo, por tanto, los parámetros de resistencia del modelo mohr colulomb se determinaron a partir de ensayos de corte directo consolidados-drenados.

Dentro de los análisis estadísticos de los parámetros de resistencia se tomaron en cuenta los parámetros de resistencia obtenidos en los estudios realizados en el barrio La Joya, barrio Santander, barrio Nazareth (CDMB – 2016) y Nazareth (2023), y adicionalmente los resultados del estudio del INGEOMINAS del año 2009.

Tabla 22. Parámetros de resistencia del Miembro Limos Rojos (SFL2). Fuente: Elaboración propia.

UNIDAD GEOLOGICA	DOCUMENTO	PROPIEDADES			
		qu (kg/cm²)	C (kg/cm²)	Ø (°)	ɣ (KN/m³)
SFL2	INGEOMINAS 2009	-	0.27	32.20	-
SFL2	37. LA JOYA	-	0.28	38.00	17.50
SFL2	39. SANTANDER	-	0.23	32.00	17.20
SFL2	NAZARETH 2016 - CDMB	-	0.33	36.75	19.91
SFL2	NAZARETH 2023		0.13	24.90	19.42
Promedio			**0.25**	**32.77**	**18.51**
Mediana			0.27	32.20	18.46
Min		0.00	0.13	24.90	17.20
Max		0.00	0.33	38.00	19.91
Desv		0.00	0.05	3.28	0.68

Tabla 23. Parámetros de resistencia del Miembro Gravoso (SFT2). Fuente: Elaboración propia.

UNIDAD GEOLOGICA	DOCUMENTO	PROPIEDADES			
		qu (kg/cm²)	C (kg/cm²)	Ø (°)	ɣ (KN/m³)
SFT2	INGEOMINAS 2009	1.70	0.25	30.90	-
SFT2	26. DON BOSCO	-	0.09	40.00	21.00
SFT2	37. LA JOYA	-	0.47	30.00	17.50
SFT2	39. SANTANDER	-	0.26	37.00	17.30
SFT2	NAZARETH 2016 - CDMB	-	0.41	34.05	18.93
SFT2	NAZARETH 2023		0.21	27.20	18.93
Promedio		**1.70**	**0.28**	**33.19**	**18.73**
Mediana		1.70	0.26	32.48	18.93
Min		1.70	0.09	27.20	17.30
Max		1.70	0.47	40.00	21.00
Desv		0.00	0.09	3.20	0.93

Tabla 24. Parámetros de resistencia del Miembro Finos (SFL1). Fuente: Elaboración propia.

UNIDAD GEOLOGICA	DOCUMENTO	PROPIEDADES			
		qu (kg/cm²)	C (kg/cm²)	Ø (°)	ɣ (KN/m³)
SFL1	INGEOMINAS 2009	5.19	0.14	27.80	-
SFL1	10. NARIÑO	-	0.41	35.00	-
SFL1	26. DON BOSCO	-	0.40	35.00	20.00
SFL1	37. LA JOYA	-	-	-	20.00
SFL1	39. SANTANDER	-	0.40	35.00	20.00
SFL1	NAZARETH 2016 - CDMB	-	0.23	33.20	19.71
Promedio		**5.19**	**0.32**	**33.20**	**19.93**
Mediana		5.19	0.40	35.00	20.00
Min		5.19	0.14	27.80	19.71
Max		5.19	0.41	35.00	20.00
Desv		0.00	0.07	1.80	0.07

Tabla 25. Parámetros de resistencia del Miembro Órganos (SFT3). Fuente: Elaboración propia.

UNIDAD GEOLOGICA	DOCUMENTO	PROPIEDADES			
		qu (kg/cm²)	C (kg/cm²)	Ø (°)	ɣ (KN/m³)
SFT3	INGEOMINAS 2009	2.93	0.25	31.40	-
SFT3	10. NARIÑO	-	0.31	48.00	-
SFT3	26. DON BOSCO	-	0.30	48.00	21.00
SFT3	37. LA JOYA	-	0.30	39.00	20.00
SFT3	39. SANTANDER	-	0.30	48.00	21.00
Promedio		**2.93**	**0.29**	**42.88**	**20.67**
Mediana		2.93	0.30	48.00	21.00
Min		2.93	0.25	31.40	20.00
Max		2.93	0.31	48.00	21.00
Desv		0.00	0.01	4.15	0.25

Tabla 26. Parámetros de resistencia del Coluvial Activo (SCO1). Fuente: Elaboración propia.

UNIDAD GEOLOGICA	DOCUMENTO	PROPIEDADES			
		qu (kg/cm²)	C (kg/cm²)	Ø (°)	ɣ (KN/m³)
SCO1	INGEOMINAS 2009	1.74	0.02	33.10	-
SCO1	10. NARIÑO	-	-	-	-
SCO1	26. DON BOSCO	-	-	-	20.00
SCO1	37. LA JOYA	-	-	-	20.00
Promedio		**1.74**	**0.02**	**33.10**	**20.00**
Mediana		1.74	0.02	33.10	20.00
Min		1.74	0.02	33.10	20.00
Max		1.74	0.02	33.10	20.00
Desv		0.00	0.00	0.00	0.00

Para la evaluación de la amenaza, análisis de estabilidad y diseños de obras, se tomaron los valores promedios obtenidos de la información recopilada de los diferentes estudios, para los suelos de la Formación Bucaramanga.

Con relación al depósito coluvial activo, sus parámetros de resistencia al corte se ajustaron con base en un retro análisis, que partió de los valores del estudio de INGEOMINAS del 2009, dado que las condiciones de resistencia son de tipo residual, debido al deslizamiento ocurrido.

6.1.5 Calibración de parámetros de resistencia – back analysis o retro calculo.

Para este tipo de análisis “Back Analysis”, el documento GUIDELINES FOR ANALYZING AND MITIGATING LANDSLIDE HAZARDS IN CALIFORNIA (2002), hace la siguiente referencia: este procedimiento es conocido como retro cálculo o retro análisis, y requiere determinar la configuración de la superficie de falla del deslizamiento relativa a la topografía en el instante en que ocurrió la falla, perfil estratigráfico del subsuelo a lo largo de la superficie de falla, niveles freáticos, condiciones de carga externa y densidad del suelo. Una vez esta información es conocida, se elige un método de análisis matemático acorde a la superficie de falla. Los parámetros de resistencia al cortante son ajustados mediante análisis

consecutivos hasta obtener un factor de seguridad de 1.0. Este método provee diferentes combinaciones de cohesión y ángulos de fricción.

Estos parámetros de resistencia pueden ser utilizados en la evaluación de las alternativas de estabilización. Skempton (1985) comparo resistencias al cortante drenadas obtenidas mediante métodos cuidadosos de alta calidad en muestras de superficies de falla con resistencias determinadas por retro análisis de superficies de falla y obtuvo buenas correlaciones, indicando que el “Back Analysis” es un método valido para fallas con comportamiento drenado.

Usando esta técnica y apropiados métodos de análisis, como equilibrio límite, es posible obtener un modelo de deslizamiento en el instante que este fallo, Duncan (2005).

El método anteriormente expuesto, requiere un conocimiento general de las características del material y condiciones de drenaje en el instante de falla para poder determinar inicialmente probables rangos de ángulos de fricción interna y cohesión, o también se pueden utilizar valores de resistencia de sitios cercanos o mediante correlaciones empíricas.

De acuerdo al documento GUIDELINES FOR ANALYZING AND MITIGATING LANDSLIDE HAZARDS IN CALIFORNIA (2002), en el cual se recomienda, que para la selección de parámetros apropiados de Resistencia en materiales sujetos a deformaciones durante lapsos de tiempo prolongados, en condiciones drenadas, se pueden utilizar resistencias residuales para materiales que hayan experimentado previamente deformaciones al cortante.

Como ejemplo, incluye materiales localizados a lo largo de superficies de falla de deslizamientos antiguos y a lo largo de superficies o planos de falla sujetas a movimientos significativos en el pasado. Resistencias residuales pueden ser usadas en estos materiales, incluso si el movimiento relativo ocurrió a través de la discontinuidad miles de años atrás.

6.1.5.1 Nivel Freático

Una vez finalizada la exploración de campo y revisados los estudios existentes, no se detectaron niveles freáticos, sin embargo y debido al mal manejo del drenaje

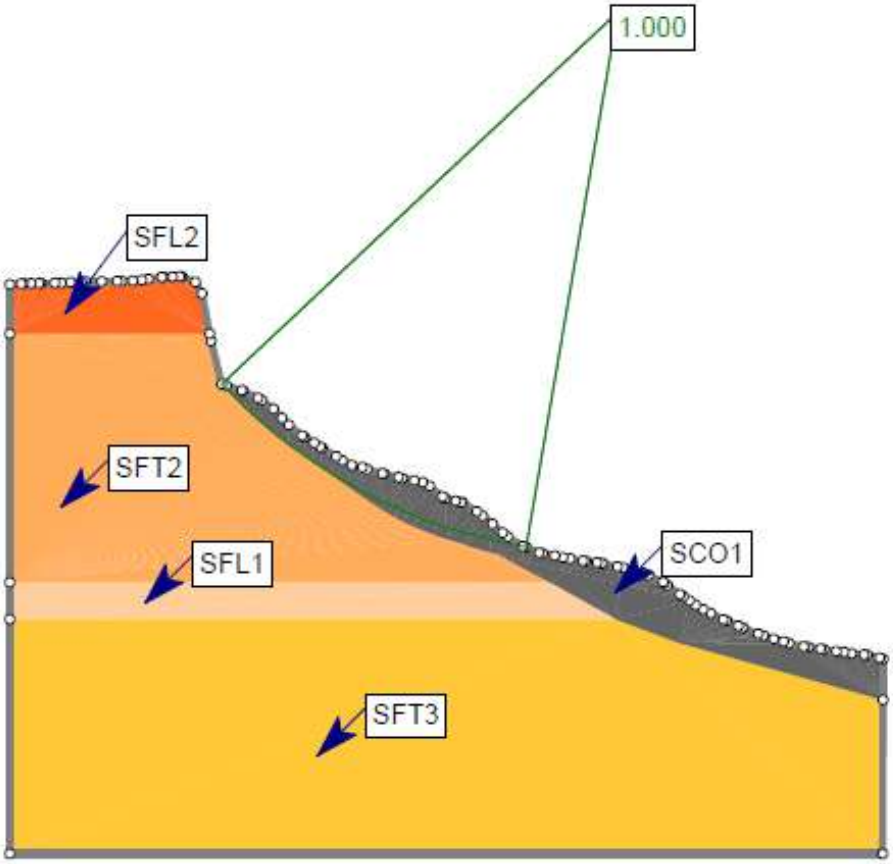
superficial, se identificaron algunas zonas del depósito coluvial activo con concentraciones de agua que indicarían que estos materiales se encuentran saturados o parcialmente saturados.

6.1.5.2 Parámetros de resistencia modelo Mohr – Coulomb para equilibrio limite.

Para el retro análisis, se asumieron las siguientes hipótesis:

- Se adoptó un coeficiente Ru (que representa la presión de poros relativa) con un valor de 0.

- Se asume como superficie de falla, el contacto entre el depósito coluvial activo y los suelos de la Formación Bucaramanga.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
SFL2		18.51	Mohr-Coulomb	25	32.77	None	0
SFT2		18.73	Mohr-Coulomb	28	33.19	None	0
SFL1		19.93	Mohr-Coulomb	32	33.2	None	0
SFT3		20.67	Mohr-Coulomb	29	42.88	None	0
SCO1		20	Mohr-Coulomb	2	22.32	None	0

Figura 28. Calibración parámetros de resistencia con retro cálculo. Fuente: Elaboración propia.

6.2 METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA.

Los movimientos en masa, son desplazamientos de tierra o rocas en forma súbita o lenta causados por múltiples factores, entre ellos la pendiente. Se clasifican de acuerdo con sus características, velocidad de movimiento, magnitud y material transportado. Se incluyen dentro de los movimientos en masa los deslizamientos, volcamientos, caídas y flujos de roca o suelo y entre estos últimos, los flujos a lo largo de los cauces cuando el material que cae se mezcla con la corriente de agua, como es el caso de las llamadas avenidas torrenciales.

Entiéndase por amenaza como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente nocivo, dentro de un período específico de tiempo y en un área dada. La evaluación de la amenaza se efectuó teniendo en cuenta lo establecido en el decreto 1807 de 2014 para los estudios detallados por movimientos en masa en el cual se menciona que se deben contemplar como mínimo tres (3) escenarios. Esta evaluación detallada se basa en el cálculo de probabilidades de falla, obteniéndose al determinar la probabilidad anual de falla considerando los eventos sísmicos y lluvias como variables aleatorias, y efectuando un análisis por confiabilidad.

Sin embargo, para el presente estudio se contemplaron cuatro (4) escenarios.

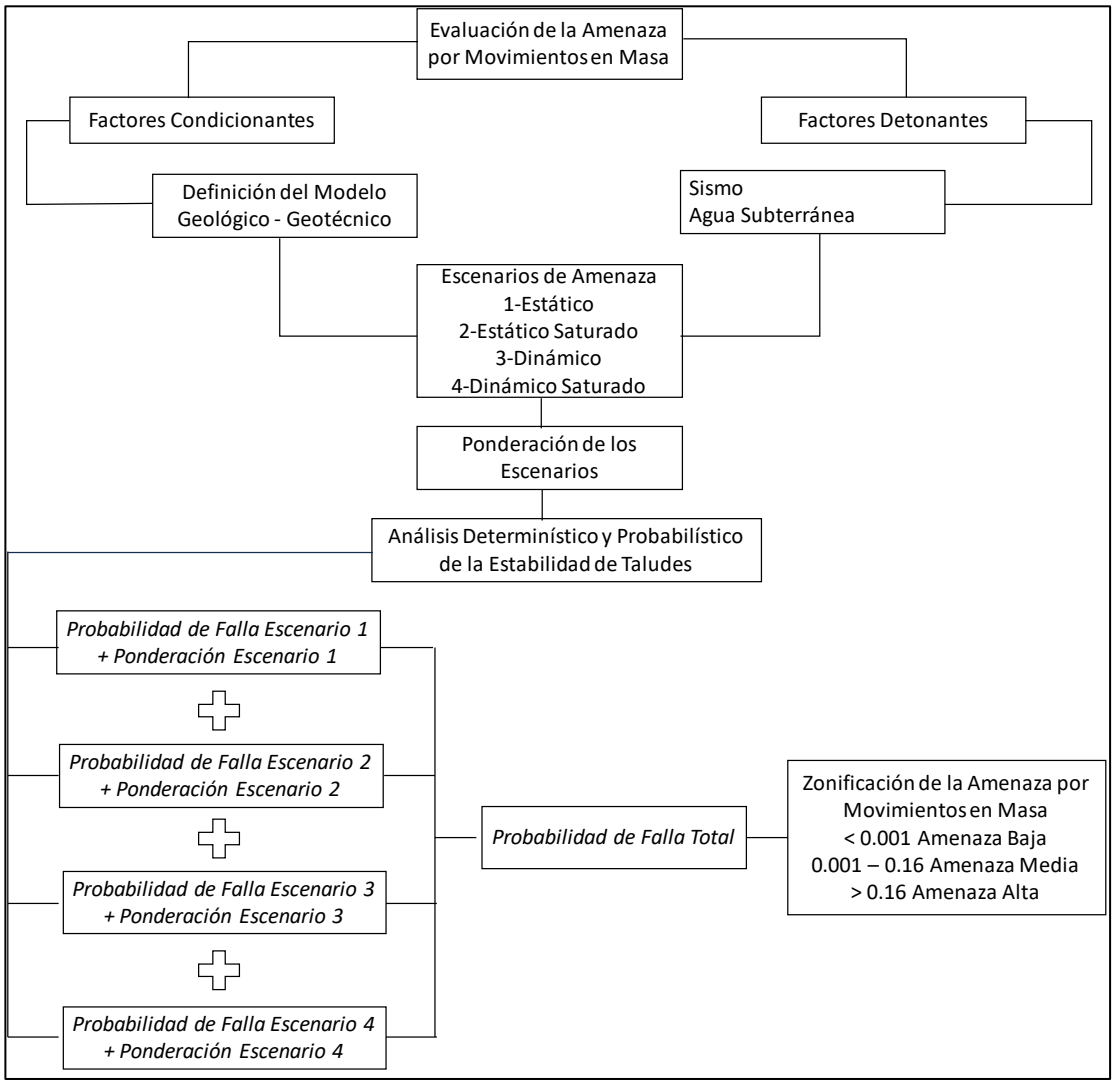


Figura 29. Metodología para la evaluación de la amenaza por movimientos en masa.
Fuente: Elaboración propia.

6.2.1 Factores condicionantes

Los factores condicionantes son aquellas condiciones naturales que hacen que las laderas sean más susceptibles al movimiento.

Como factores condicionantes encontramos:

- Materiales débiles, masa de suelo inestable.
- Evidencias de movimientos recientes.
- Contraste de permeabilidades.
- Contraste en la resistencia de los materiales

6.2.2 Factores detonantes

Se entienden como factores detonantes aquellos que pueden provocar o desencadenar un fenómeno de inestabilidad en las laderas. Para el presente estudio los factores considerados para los análisis fueron la lluvia y el sismo.

6.2.2.1 Lluvia

De acuerdo a la “Guía Metodológica para Estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por Movimientos en Masa” del SGC, para analizar la ocurrencia de deslizamientos en función del régimen de precipitación de la zona de un modo confiable, hay que tener una buena comprensión del sistema hidrológico como detonante para evaluar la inestabilidad resultante de la acción hídrica relacionada con el descenso del frente húmedo, por un lado, y con la profundidad del nivel freático, por el otro.

Sin embargo, para la evaluación de la amenaza se asumirá una condición más crítica, contemplando el perfil totalmente saturado.

6.2.2.2 Sismo

El efecto sísmico se considera como una aceleración horizontal para los diferentes periodos de retorno.

En el presente documento desarrolla la evaluación geotécnica de los efectos sísmicos, resultados estos que se tendrán en cuenta en los análisis de estabilidad.

6.2.3 Escenarios de amenaza

Con el fin de evaluar la incidencia de los factores detonantes lluvia y sismo en la estabilidad de las laderas, se consideraron cuatro (4) escenarios en los cuales se combinaron el sismo con periodos de retorno de 475 años, con una condición saturado de los suelos presentes en el área en estudio, con la finalidad de determinar la posible variabilidad que pudiera presentar la probabilidad de falla.

Los cuatro (4) escenarios se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 27. Escenarios propuestos para la evaluación de la amenaza.
Fuente: Elaboración propia.

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN
1	Estático
2	Estático saturado
3	Dinámico
4	Dinámico Saturado
5	Detonante antrópico

Con el fin de obtener una zonificación de la amenaza más real, se han ponderado los diferentes escenarios.

La ponderación del escenario 3 se realizó teniendo en cuenta lo establecido en la NSR – 10, la cual menciona que el sismo de diseño se calcula para un periodo de exposición de 50 años y un periodo de retorno de 475 años, por lo cual la probabilidad de ocurrencia es del 10.5%.

Para el escenario 2, se consideró el régimen bimodal de lluvias sobre la zona en estudio, el cual establece que aproximadamente 4 de los 12 meses del año, se presentan lluvias intensas, capaces de saturar los suelos del área en estudio, adicionalmente la región se ve afectada por el fenómeno de la niña por lo menos 1 vez cada 5 años, por un periodo de aproximadamente 9 meses, por lo cual el escenario 2 tendría una probabilidad de ocurrencia del 41.7%.

La probabilidad que se presente el escenario 4, es la multiplicación entre la probabilidad que ocurra el escenario 2 y el escenario 3 al tiempo, por lo tanto, la probabilidad de este escenario es de 4.4%.

Teniendo en cuenta lo anterior la probabilidad que se presente el escenario 1 es de aproximadamente 43.4%.

Como se aprecia, la probabilidad de ocurrencia de un deslizamiento es mayor para aquellos escenarios en los cuales no se registraría un evento sísmico. Para la ponderación se tuvo en cuenta el periodo de exposición (50 años) el cual está relacionado con los periodos de retorno del evento sísmico.

Tabla 28. Ponderación propuesta para los escenarios de análisis de la evaluación de la amenaza.
Fuente: Elaboración propia.

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN %
1	Estático	43.4
2	Estático saturado	41.7
3	Dinámico	10.5
4	Dinámico Saturado	4.4

Nota: El escenario 5, correspondiente al detonante antrópico, está relacionado a procesos de saturación de los taludes debido a la rotura de alguna de las redes de servicios de agua potable o de los sistemas de alcantarillado. Para el escenario 5 en este sector y debido a la permeabilidad de los materiales, corresponde a las mismas condiciones del escenario 2, para el cual se adoptaron valores de Ru=0.5.

En los diferentes escenarios contemplados para la obtención del nivel de amenaza de los taludes se tienen en cuenta superficies de falla circulares y no traslacionales (Talud infinito), debido a evidencias donde se ven los posibles mecanismos de falla que generan deslizamientos rotacionales.

6.3 ZONIFICACIÓN DETALLADA DE LA AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA

Como se había mencionado con anterioridad, la amenaza por movimientos en masa está dada en términos probabilísticos, esto es, la probabilidad anual de que el factor de seguridad sea inferior o igual a uno (1). Considerando los factores detonantes lluvia y sismo, se obtiene esta probabilidad para un escenario determinado, multiplicando la probabilidad de que el factor de seguridad sea menor que 1.0, por la probabilidad de que se produzca la lluvia por la probabilidad de que ocurra el sismo.

La determinación del factor de seguridad se realizó mediante la aplicación del método de equilibrio límite. Para el análisis del modelo geotécnico del deslizamiento se utilizó el software SLIDE, Versión 6 de RocScience.

Este programa despliega no solo el cálculo del factor de seguridad sino también estima la probabilidad anual de falla empleando el método de Montecarlo. Los parámetros ingresados al software se ilustran en la siguiente tabla.

Tabla 29. Parámetros geotécnicos ingresados al software.
Fuente: Elaboración propia.

UNIDAD GEOTÉCNICA	FRICCIÓN (°)	COHESIÓN (kPa)	PESO UNITARIO (kN/m3)
Miembro Limos Rojos (SFL2)	32.77	25.0	18.51
Miembro Gravoso (SFT2)	33.19	28.0	18.73
Miembro Finos (SFL1)	33.20	32.0	19.93
Miembro Órganos(SFT3)	42.88	29.0	20.67
Coluvial Activo (SCO1)	22.32	2.0	20.00

Los resultados son agrupados en tres (3) categorías diferentes en función del grado de amenaza.

Tabla 30. Grados de estabilidad según los resultados del factor de seguridad.
Fuente: Elaboración propia.

RANGO FACTOR DE SEGURIDAD	PROBABILIDAD DE FALLA	CATEGORÍA
> 1.5	< 0.001 (0.1%)	Baja
1.1 – 1.5	0.001 (0.1%) – 0.160 (16%)	Media
< 1.1	> 0.160 (16%)	Alta

Se entiende por condiciones actuales el área sin intervención alguna. Dicha evaluación contempla como se había mencionado con anterioridad los deslizamientos profundos, se puede observar en el anexo. Análisis de estabilidad en condiciones actuales.

6.3.1 Evaluación de la amenaza bajo condiciones actuales

A continuación, se presenta los resultados de los análisis de estabilidad realizados a tres (3) perfiles teniendo en cuenta los cuatro (4) escenarios.

Tabla 31. Resultados factor de seguridad y probabilidad de falla para taludes en condiciones actuales Perfil 1.
Fuente: Elaboración propia.

ESCENARIO	PROBABILIDAD DE FALLA (%)	PONDERACIÓN (%)	PROBABILIDAD DE FALLA PONDERADA (%)
Estático	0.1	43.4	0.04
Estático Saturado	98.9	41.7	41.24
Dinámico	57.5	10.5	6.04
Dinámico Saturado	100	4.4	4.4
Probabilidad de Falla			51.72%
Nivel de Amenaza			**Alta**

Tabla 32. Resultados factor de seguridad y probabilidad de falla para taludes en condiciones actuales Perfil 2.
Fuente: Elaboración propia.

ESCENARIO	PROBABILIDAD DE FALLA (%)	PONDERACIÓN (%)	PROBABILIDAD DE FALLA PONDERADA (%)
Estático	0.0	43.4	0.00
Estático Saturado	26.5	41.7	11.05
Dinámico	0.0	10.5	0.00

ESCENARIO	PROBABILIDAD DE FALLA (%)	PONDERACIÓN (%)	PROBABILIDAD DE FALLA PONDERADA (%)
Dinámico Saturado	87.3	4.4	3.84
Probabilidad de Falla			14.89%
Nivel de Amenaza			**Media**

Tabla 33. Resultados factor de seguridad y probabilidad de falla para taludes en condiciones actuales Perfil 3.
Fuente: Elaboración propia.

ESCENARIO	PROBABILIDAD DE FALLA (%)	PONDERACIÓN (%)	PROBABILIDAD DE FALLA PONDERADA (%)
Estático	0.0	43.4	0.00
Estático Saturado	5.6	41.7	2.34
Dinámico	0.0	10.5	0.00
Dinámico Saturado	96.1	4.4	4.23
Probabilidad de Falla			6.57%
Nivel de Amenaza			**Media**

6.3.2 Resultados de la evaluación de la amenaza por movimientos en masa

A partir de lo observado en campo y considerando además los resultados de los modelos de estabilidad de taludes aplicando equilibrio límite, se generó el mapa de zonificación de la amenaza por movimientos en masa.

- Amenaza baja

Son zonas relativamente estables, en donde no se observan procesos denudacionales severos, pero su estabilidad depende de su manejo y la estabilidad de las laderas adyacentes. Se ubican principalmente sobre terrenos cuyas pendientes son bajas. Estas zonas de amenaza baja presentan una baja probabilidad de

ocurrencia de movimientos en masa. Probabilidad de ocurrencia es menor a 0.001 y factores de seguridad mayores a 1.50.

- Amenaza media

Son zonas de estabilidad marginal susceptibles a procesos denudacionales originados posiblemente por el mal manejo del terreno y de las aguas superficiales. Se localizan sobre terrenos con pendientes entre los 57 y 100%. Las zonas de amenaza media ostentan una probabilidad de ocurrencia entre 0.001 y 0.16 y factores de seguridad entre 1.05 y 1.50.

- Amenaza alta

Son zonas de estabilidad marginal susceptibles a procesos denudacionales originados posiblemente por el mal manejo del terreno y de las aguas superficiales. Se localizan sobre terrenos con pendientes mayores al 100%. Las zonas de amenaza alta presentan una probabilidad de ocurrencia mayor a 0.16 y un factor de seguridad menor a 1.05.

- Amenaza área en estudio

De acuerdo a los resultados se pudo concluir que el costado nor occidental, donde actualmente se presentó un deslizamiento se encuentra en amenaza alta, y los demás sectores analizados presentan una amenaza media a movimientos en masa, condicionados especialmente por los materiales existentes y las pendientes fuertes.

6.4 ZONIFICACION DE LA AMENAZA

La zonificación de la amenaza se representa mediante mapas de amenaza, en dónde se evalúan los resultados mediante rangos se amenaza baja, media y alta (Ver Tabla 29).

Tabla 34. Clasificación de la amenaza de un talud ante deslizamiento.

NIVEL DE AMENAZA	F. S	COLOR EN EL MAPA
Alta	<1,1	Rojo
Media	1,1-1,5	Amarillo
Baja	>1,5	Verde

Para espacializar los resultados de amenaza determinística, se trasladaron las longitudes de las superficies de falla calculadas y su influencia a los perfiles realizados en planta. Dichas superficies contienen implícitamente el factor de seguridad, que da un rango por perfil de este. Después se interpolaron los factores de seguridad teniendo en cuenta el modelo digital del terreno, la geología y la geomorfología; este procedimiento se aplicó tanto a estático cómo pseudo estático.



Figura 30. Mapa de amenaza barrio Gaitán condición estática saturada.



Figura 31. Mapa de amenaza barrio Gaitán condición seudo estática saturada.

Tabla 35. Clasificación de los niveles de amenaza.

Nivel de Amenaza	Descripción
Amenaza Baja	Las zonas de amenaza baja por fenómenos de remoción en masa corresponden a sectores en donde no se han presentado movimientos y generalmente presentan topografía plana o de baja pendientes, adicionalmente no han sido afectadas por procesos erosivos fuertes y generalmente presentan un buen manejo del drenaje superficial.
Amenaza Media	Las zonas de amenaza media por fenómenos de remoción en masa corresponden a sectores con pendiente moderadas, presentan constantes cambios de uso del suelo lo que conlleva a generar procesos erosivos, adicionalmente debido a las características mecánicas de los materiales las hace susceptible a deslizarse.
Amenaza Alta	Las zonas de amenaza alta por fenómenos de remoción en masa se encuentran principalmente afectadas por procesos morfodinámicos recientes, son sectores de alta pendiente con afectaciones severas de procesos erosivos y mal manejo de los drenajes existentes, sus materiales generalmente corresponden a depósitos no consolidados muy susceptibles a movimientos.

6.5 EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad puede comprenderse como aquel conjunto de condiciones a partir de las cuales una comunidad esta o queda expuesta al peligro de resultar afectada por una amenaza, sea de tipo natural, antrópica o socio-natural. Adicionalmente se define como el grado de pérdida o destrucción de un elemento señalado o de un grupo de elementos en riesgo, como resultado de la ocurrencia de un fenómeno natural de magnitud determinada (Varnes, 1984).

La valoración de la vulnerabilidad puede definirse como el nivel potencial de daño o grado de pérdida de un determinado elemento, expuesto en una escala de 0 a 1.

Con el objeto de evaluar la vulnerabilidad de los elementos dentro del área en estudio, se caracterizaron los diferentes parámetros que se consideran como los más

relevantes e influyentes en la valoración de la vulnerabilidad bajo la acción de efectos por fenómenos de remoción en masa.

6.5.1 Factores para determinar la vulnerabilidad

La vulnerabilidad entendida como debilidad frente a las amenazas y como incapacidad de recuperación después de que ha ocurrido un evento, no solo depende de la vecindad física de las poblaciones a las fuentes de las amenazas, sino de otros múltiples factores de distinta índole, todos presentes en las comunidades.

Teniendo en cuenta lo anterior se presenta a continuación los factores que se requieren para definir la vulnerabilidad:

- Exposición: Se refiere a la localización de los elementos con respecto a la amenaza.
- Resistencia: La capacidad de los elementos a resistir el impacto de los eventos amenazantes.
- Resiliencia: La capacidad de una sociedad de recuperarse después del impacto.
- Recuperación: La capacidad de una sociedad de reconstruir después de un desastre.
- Aprendizaje: La capacidad de una sociedad de aprender de los desastres ocurridos.
- Adaptación: La capacidad de una sociedad de cambiar sus patrones de conducta a raíz de la ocurrencia de desastres.

Considerando estos factores se puede hablar de la existencia de una vulnerabilidad global, la cual requiere de un proceso complejo, dinámico y cambiante que determina la probabilidad de que una comunidad quede expuesta o no a la ocurrencia e impacto de un desastre, o que tenga más o menos probabilidad de recuperación.

Sin embargo, para este estudio se hizo énfasis en la vulnerabilidad física y económica de las estructuras existentes (edificaciones y vías), que se encuentran en el área del sector urbano.

6.5.2 Análisis de la vulnerabilidad

El valor de vulnerabilidad para una construcción depende tanto de las características y calidad de las construcciones como de la localización de las amenazas, por tal

motivo en este análisis se enfoca exclusivamente en la vulnerabilidad física, tal como lo establece el Anexo Técnico, con el ajuste a la escala de trabajo (1:2.000) y viene definida por:

V= I x S

Dónde:

V: Vulnerabilidad
I: Intensidad del deslizamiento
S: Susceptibilidad de los elementos en riesgo
Este contempla la severidad de la acción del deslizamiento como la capacidad de resistencia brindada por los elementos. Los elementos en riesgo pueden dividirse en dos categorías, comúnmente, personas y elementos económicos.

6.5.2.1 Susceptibilidad de los elementos económicos

Los elementos económicos incluyen edificios, vías o rutas de transporte, y elementos naturales. La capacidad de resistencia para un grado de riesgo es asociada al tipo de estructura (o características de la misma) y el estado en que se encuentra, se aclara que, para el análisis sobre el tipo y estado de edificaciones, se hará con base en el predominio por manzana:

$$S_{eco} = 1 - \prod_{i=1}^{2}(1 - S_i)$$

Dónde:

Seco = Susceptibilidad de los elementos económicos.
Si = Factor de susceptibilidad que contribuye a la susceptibilidad de los elementos económicos, incluyendo Stipo y Smant

Para edificaciones el tipo de estructura define la capacidad para resistir la deformación e impacto ocasionados por las fuerzas del deslizamiento. Seis categorías de estructuras y valores del factor de susceptibilidad se muestran en la Tabla 35.

Tabla 36. Valores propuestos para el factor de susceptibilidad asociada con el tipo de estructura.

Tipo de estructura	Resistencia	Stipo
Estructuras simples, ligeras	Ninguna	1,00
Estructuras livianas	Muy baja	0,90
Muros en roca, concreto o madera	Baja	0,70
Muros en ladrillo o estructuras en concreto	Media	0,50
Estructuras en concreto reforzado	Alta	0,30
Estructuras reforzadas	Muy alta	0,10

El factor de susceptibilidad debido al tipo de edificación se calcula utilizando la **Tabla 35**; dependiendo de las estructuras encontradas en la zona, estas se podrán agrupar de la siguiente manera:

Estructuras simples, ligeras: Aquellas que están construidas con materiales de recuperación, tales como madera, zinc, barro o cartón.

- Estructuras livianas: Edificaciones en mampostería de arcilla cocida o cemento no reforzada y sin elementos estructurales.
- Estructuras con muros en mampostería confinada: Edificaciones en mampostería de arcilla cocida o concreto con algunos elementos estructurales tales como vigas o columnas, que le brindan cierto grado de confinamiento.
- Estructuras en concreto reforzado: Edificaciones con sistema estructural a porticado que le brindan un alto grado de confinamiento.

El factor de susceptibilidad debido al mantenimiento puede asignarse de manera subjetiva, como el estado promedio de las edificaciones por manzanas, como se muestra en la Tabla 36.

Tabla 37.Valores propuestos para el factor de susceptibilidad por el estado de la edificación.

Estado de la edificación	Smant
Deficiente	0,50
Malo	0,40
Medio	0,25
Bueno	0,10
Muy bueno	0,00

Con el objetivo de implementar la metodología propuesta en el anexo técnico se procedió a evaluar y calcular la susceptibilidad mediante visitas técnicas en las cuales se identificaron diferentes estructuras y sus condiciones de mantenimiento.

En el sector de Gaitán, en la zona de influencia se identificó un tipo de vivienda, en las que se evidencio estructuras livianas, edificaciones en mampostería o cemento no reforzada y sin elementos estructurales.

6.5.2.2 Intensidad

Para este parámetro de acuerdo a los anexos técnicos está relacionado con la posición de los elementos expuestos con respecto a la amenaza. Sin embargo, para esto se deben tener en cuenta características cinéticas y cinemáticas de los deslizamientos y estos dependen de los tipos de movimientos, velocidad de los mismos y cantidad de material desplazado el cual no se puede analizar en la metodología propuesta, por tal motivo se propone como ajuste a la intensidad la evaluación de la posición de los elementos expuestos con respecto a su ubicación en el mapa de unidades geológicas superficiales.

Para esto se determinaron unos valores de intensidad para cada unidad geológica identificada. Ver Tabla 37.

Tabla 38.Valores de intensidad para cada una de las unidades geológicas.

Unidad geológica	Intensidad
Suelo transportado de movimiento en masa (Stmm)	1,0
Suelos de llenos antrópicos de excavación y/o relleno(Stla)	0,3
Suelos de llenos antrópicos de basuras y escombros (Stlab)	0,7
Suelos residuales del Neiss de Bucaramanga (SrPCnba)	0,4

6.5.3 Resultados de la Vulnerabilidad

Para toda la infraestructura pública, privada y la población que se encuentra dentro del sector del área de influencia de Gaitán se calculó la vulnerabilidad aplicando la metodología.

$$Veco = Intensidad\ x\ Selementos\ en\ riesgo$$
$$Seco = 1 - (1 - Stipo)(1 - Smant)$$

Teniendo en cuenta las anteriores formulas se zonificaron las áreas de manera cualitativa de acuerdo a los siguientes criterios, los cuales se plasman en el mapa de vulnerabilidad.

Tabla 39.Calificación de la Vulnerabilidad.

Categoría de Vulnerabilidad	Rango
Alta	0,50 - 1
Media	0,30 – 0,50
Baja	<0,30

Tabla 40.Clasificación de los niveles de vulnerabilidad.

Nivel de Vulnerabilidad	Descripción	Valor
Vulnerabilidad Baja	Los elementos con vulnerabilidad baja corresponden generalmente a estructuras en buen estado y que no se encuentran en sectores afectados por procesos de remoción en masa, adicionalmente son zonas donde predominan usos y cobertura de suelos menos susceptibles.	< 0,30
Vulnerabilidad Media	Los elementos con vulnerabilidad media son aquellos que presentan una mayor susceptibilidad y adicionalmente se encuentran en zonas geológicamente propensas a presentarse fenómenos de remoción en masa.	0,30 – 0,50
Vulnerabilidad Alta	Los elementos que presentan vulnerabilidad alta se encuentran junto a los procesos morfodinámicos actuales y son estructuras que presentan una baja resistencia, adicionalmente en estas zonas predominan usos y cobertura de suelos más susceptibles y generalmente se encuentran en zonas de pendiente media a alta.	0,50 – 1,00



Figura 32. Mapa de vulnerabilidad ante fenómenos de remoción en masa.

6.6 EVALUACIÓN DE RIESGO

El riesgo es el desastre potencial, definido como el daño, destrucción o pérdida esperada obtenida de la convolución de la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales amenazas, matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas y sociales en un cierto sitio y en un cierto período de tiempo. (Cardona, 1997a).

El riesgo se relaciona con algo que aún no ha sucedido, se refiere a una situación potencial y suele definir como las posibles consecuencias desfavorables económicas, sociales y ambientales que se pueden presentarse a raíz de ocurrir un evento dañino en un contexto de debilidad social y física ante el mismo.

Debido a la complejidad de los fenómenos de remoción en masa y la dinámica de los elementos expuestos, hay una variedad de posibilidades tanta en la amenaza como en la vulnerabilidad que hace necesario enriquecer el estudio para que sirva como herramienta en la planificación territorial y la prevención de desastres.

En el caso particular de este estudio se estimó el riesgo como el producto de la probabilidad de la amenaza por las consecuencias para los elementos en riesgo.

$$R = A \times V$$

Dónde: R: Riesgo
A: Amenaza por fenómenos de remoción en masa
V: Vulnerabilidad

6.6.1 Resultados de la evaluación del riesgo

El objetivo final del estudio es establecer los elementos en riesgo, para la generación del mapa de riesgo se cruzaron el mapa de amenaza y el mapa de vulnerabilidad además de las observaciones que se van generando en el cruce de estos mapas.

Conocido el valor de los elementos, así como su afectación acumulada, pueden determinarse las consecuencias, las cuales se presentan en el mapa de riesgo. El proceso de clasificación del riesgo se realizó a partir de la **Tabla 39**.

Tabla 41. Matriz de riesgos.

	Niveles de Amenaza		
Niveles de Vulnerabilidad	**Alta**	**Media**	**Baja**
Alta	Alto	Alto	Medio
Media	Alto	Medio	Medio
Baja	Medio	Medio	Bajo

Como resultado del proceso metodológico realizado y teniendo en cuenta que el riesgo está en función de la amenaza y la vulnerabilidad, y que éste solamente se puede determinar en los sectores donde se encuentran elementos expuestos, se presenta a continuación el mapa de riesgo por fenómenos de remoción en masa ver **Figura 34.**



Figura 33. Mapa de riesgo por movimientos en masa.

Tabla 42.Clasificación de los niveles de riesgo.

Nivel de Riesgo	Descripción
Riesgo Baja	Las áreas con riesgo bajo corresponden a zonas donde se encuentran unidades geológicas estables y por lo general presentan una topografía plana o de pendientes bajas que se pueden considerar como sectores seguros ante fenómenos de remoción en masa.
Riesgo Media	Las áreas con riesgo medio son zonas donde se presentan amenazas debido principalmente a factores condicionantes o son zonas donde las viviendas tienen una vulnerabilidad mayor principalmente por la susceptibilidad de las estructuras.
Riesgo Alta	Las áreas con riesgo alto se presentan en las zonas que se encuentran junto a los procesos morfodinámicos recientes. En estas áreas la vulnerabilidad de los elementos es media a alta y/o su uso y cobertura del suelo es muy susceptible. Son zonas donde se deben tomar medidas de mitigación y de ser necesaria la evacuación.

6.7 PLANTEAMINTO, ANALISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACION

De acuerdo con los resultados de zonificación de riesgo físico, se presenta a continuación la definición de las medidas de intervención y reducción del riesgo.

Criterios Adoptados:

- En aquellos sectores zonificados con amenaza media y alta, conformados por taludes sin presencia de edificaciones y que tengan dentro de su área de influencia viviendas cercanas con riesgo medio y alto mitigable, se implementarán obras de mitigación tendientes a reducir el nivel de amenaza por movimientos en masa.

6.7.1 Medidas estructurales

En estos sectores se implementarán obras que logren aumentar el factor de seguridad en los modelos de estabilidad de taludes, mediante la incorporación de anclajes activos.

Para controlar el efecto de las aguas de escorrentía directa se proponen cunetas o zanjas de coronación y drenes de penetración para mitigar los ascensos de niveles freáticos.

6.7.2 Medidas No estructurales

Dentro de las zonas afectadas por procesos de inestabilidad no se identificaron viviendas que requieran ser reubicadas, las obras propuestas se plantean construir junto a las viviendas existentes sobre la corona del talud.

Como medidas adicionales no estructurales, se plantea la reconstrucción de una peatonal, las cual fue afectada por el deslizamiento.

6.8 ALTERNATIVAS DE OBRAS DE MITIGACIÓN

De acuerdo con Briaud, J.-L. (2013) en su libro Geotechnical engineering: Unsaturated and saturated soils, establece que existen dos maneras para mitigar o reparar taludes susceptibles a la falla, es decir que se encuentren en zonas de amenaza alta:

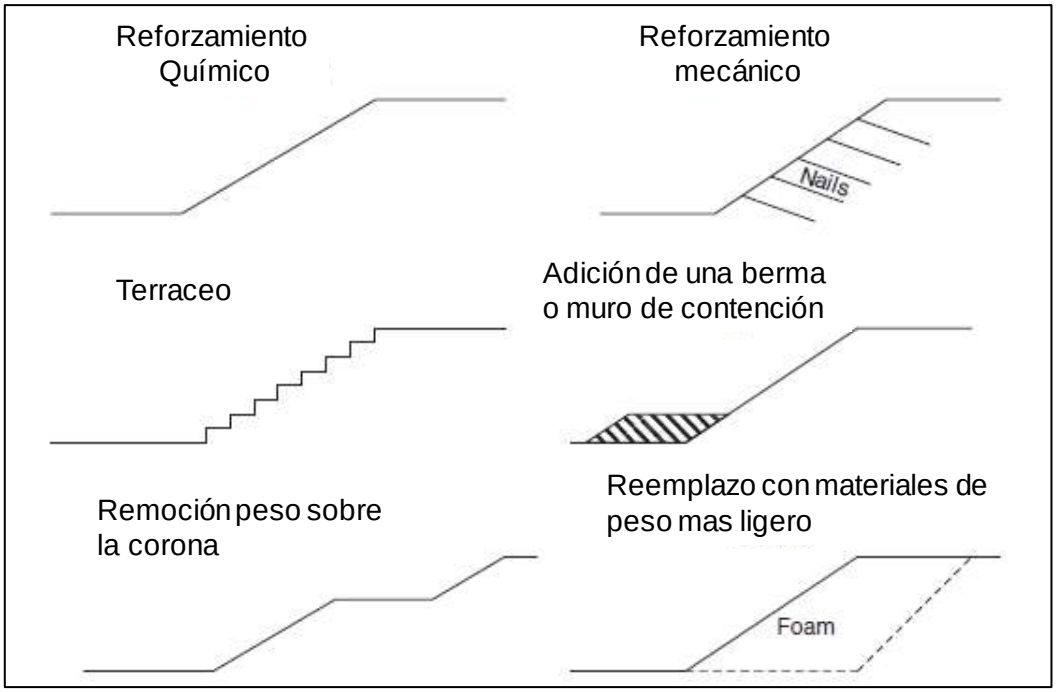


Figura 34. Métodos para estabilización de taludes Fuente: Briaud, J.-L. (2013). Geotechnical engineering: Unsaturated and saturated soils.

- **Aumentar el momento resistente (por ejemplo, mejoramiento del suelo o inclusiones)**

$$s = c' + (\sigma - \alpha u_w) \tan \varphi'$$

De acuerdo a la ecuación general que define la resistencia al cortante, para aumentar este parámetro se tienen las siguientes alternativas:

1. Para incrementar la cohesión se podrían realizar inyecciones químicas de agentes cementantes como cal o cemento.

2. Incrementar el esfuerzo vertical no es una buena idea, ya que aumenta el momento actuante.

3. Aumentar el valor del ángulo de fricción, presenta dificultad, pero se puede lograr con densificación por compactación o vibración.
4. Finalmente, reducir la presión de poros a través de subdrenaje podría incrementar la resistencia al corte, pero, solo en los casos en que el talud se encuentre influenciado por niveles freáticos o piezométricos.

Por otro lado, existe una manera de aumentar el momento resistente a través de la utilización de inclusiones en el talud de tal modo que actúen en el plano de falla:

5. Para taludes existentes se pueden usar anclajes pasivos, anclajes activos, micropilotes, pilotes o pilas.
6. Para taludes nuevos como terraplenes, se pueden usar capas de geo sintéticos o tiras de acero de refuerzo.

- **Disminuir el momento actuante (por ejemplo, pendiente del talud menos pronunciada)**

$$M_d = Wa$$

Para reducir el momento actuante, se puede reducir el peso de la masa de suelo inestable, W o la distancia a que es medida desde el centro del círculo de falla y el centro de gravedad de la masa de suelo inestable. Para disminuir W se podría:

7. Disminuir le pendiente del talud, realizar terraceos, adición de una berma o muro de contención, remoción de peso sobre la corona y Reemplazo con materiales de peso más ligero

Al final, la elección del método de estabilización y/o mitigación se debe basar en la efectividad del método, viabilidad constructiva y costos.

Tabla 43.Alternativa No.1 anclajes pasivos

Alternativa No. 1 – Anclajes pasivos o pernos			
Efectividad del método	**Viabilidad Constructiva**	**Costo/beneficio**	**Desventajas**
Por ser elementos pasivos, es decir, no tienen carga de tensionamiento inicial, este tipo de inclusiones trabaja una vez se presentan las primeras deformaciones, por tanto, no es efectiva en este tipo de escenarios en los que se busca disminuir potenciales deformaciones. La fuerza cortante resistente que puede actuar en la superficie de falla, es baja, dado que está sujeta a la resistencia al corte de las barras de refuerzo. Se podrían utilizar barras con materiales que puedan aportar un alto modulo o barras con sistemas auto perforantes, sin embargo, su costo es alto debido a que se deben importar (ejemplo: barras titán o Dywidag) Por ubicarse a lo largo de la superficie inestable, estas inclusiones presentan una alta efectividad con relación a incrementar los momentos resistentes, ya que se encuentran más cerca del centro de gravedad de la masa inestable.	Para taludes con pendientes moderadas a altas, esta alternativa es totalmente viable si se utilizan canastas o unidades de perforación móviles que se puedan descolgar desde la corona de los taludes. Para implementar barras de alto modulo, que por lo general son auto perforantes, se deben tener martillos de cabeza, que existen pocos en el mercado y en muchos casos no es posible adaptar este tipo de martillos a equipos portátiles.	Esta alternativa, presenta una relación costo beneficio media, dado que se requiere un elevado número de elementos, para lograr incrementar de manera satisfactoria el factor de seguridad de una ladera inestable.	Para lograr un factor de seguridad adecuado se deben utilizar un alto número de estos elementos, lo cual haría de esta alternativa muy costosa y poco eficiente. Los costos de barras de alto desempeño y alto modulo son muy elevados, debido a que son productos importados. Debido a que son elementos pasivos, la tuerca de ajuste del elemento con la platina, tiende a soltarse por relajación de esfuerzos del terreno y de la barra, por tanto, estos elementos requieren una mayor inversión en mantenimiento, en comparación de los anclajes activos.

Tabla 44. Alternativa No.2 Micropilotes sobre corona de talud

Alternativa No. 2 – Micropilotes sobre la corona del talud			
Efectividad del método	**Viabilidad Constructiva**	**Costo/beneficio**	**Desventajas**
Estos elementos, tienen una buena eficiencia ante carga lateral, dado que se pueden diseñar para soportar solicitaciones de flexión y cortante, sin embargo, dependen de la relación de esbeltez (D/L) para que puedan tener un comportamiento óptimo. La fuerza cortante resistente que puede actuar en la superficie de falla, aunque puede ser alta si se utilizan camisas de refuerzo, no es efectiva dado que los momentos resistentes que aportan son bajos, debido a que se encuentran lejos del centro de gravedad de la masa inestable.	Para lograr un buen comportamiento ante carga lateral se requiere que los elementos tengan una alta rigidez (diámetros grandes), sin embargo, por temas constructivos en laderas con poco espacio para acceder con equipos robustos, se tiene la limitación de micropilotes con diámetros variables entre 10 y 30cm. Sobre las coronas de los taludes, en la mayoría de las zonas de los asentamientos analizados, no es posible ingresar equipos de gran tamaño y se limitan a equipos de anchos variables entre 1.5 y 2.0m, que se puedan movilizar sobre patines y no sobre orugas y con torres de perforación de no más de 4.0m, debido a la cercanía de las líneas de energía.	Esta alternativa, presenta una relación costo beneficio baja, dado que se requiere un elevado número de elementos, para lograr incrementar de manera satisfactoria el factor de seguridad de una ladera inestable.	Para lograr un factor de seguridad adecuado se deben utilizar un alto número de estos elementos, lo cual haría de esta alternativa muy costosa y poco eficiente. En laderas con poco espacio para acceder equipos robustos, se tiene la limitación de micropilotes con diámetros variables entre 10 y 30cm, lo cual limita el uso de refuerzos al corte convencionales (canastas de barras y espirales de acero) y se deben usar camisas de refuerzo que aumentan considerablemente los costos de estas inclusiones. La presencia de redes de servicios de tipo aéreo, limita la altura y eficiencia de los equipos de perforación.

Tabla 45. Alternativa No.3 Anclajes activos

Alternativa No. 3 – Anclajes activos			
Efectividad del método	**Viabilidad Constructiva**	**Costo/beneficio**	**Desventajas**
Son elementos activos, es decir, tienen carga de tensionamiento inicial que en función del tipo de material puede ir desde los 20 hasta las 80 toneladas en la región. La fuerza cortante resistente que puede actuar en la superficie de falla, es alta, ya que depende de la carga de tensionamiento y de la distribución de los elementos. Este tipo de inclusiones, tiene una alta eficiencia debido a que por ser elementos que se pueden tensionar previamente, aportan altos valores de momento resistente en los análisis de equilibrio límite. Por ubicarse a lo largo de la superficie inestable, estas inclusiones presentan una alta efectividad con relación a incrementar los momentos resistentes, ya que se encuentran más cerca del centro de gravedad de la masa inestable.	Para taludes con pendientes moderadas a altas, esta alternativa es totalmente viable si se utilizan canastas o unidades de perforación móviles que se puedan descolgar desde la corona de los taludes. Se pueden implementar anclajes activos con torones o con barras de alto modulo. Cuando se tienen vías de acceso sobre la corona del talud, el ingreso de estos equipos es mucho más eficiente.	Esta alternativa, presenta una relación costo beneficio alta, dado que por sus altas cargas de tensionamiento que resultan en altos valores de resistencia al corte se puede optimizar el número de elementos para lograr incrementar de manera satisfactoria el factor de seguridad de una ladera inestable.	Para garantizar un buen comportamiento los anclajes activos, se deben realizar pruebas de carga, lo cual requiere la movilización sobre el talud de gatos de tensionamiento de peso considerable, lo cual requiere de personal muy calificado para realizar estas maniobras. La vida útil y el correcto funcionamiento de estas inclusiones requiere de realizar la inyección de la lechada a altas presiones, para tal fin, se deben ubicar equipos de gran capacidad sobre la corona o el pie del talud que puedan garantizar este nivel de presiones de inyección.

Finalmente, para el sector del Barrio Gaitan, la mejor alternativa desde el punto de vista de efectividad del método, viabilidad constructiva y costos, es la alternativa de anclajes activos como inclusiones que aumentan los momentos resistentes acompañada de concreto lanzado.

6.9 DISEÑO DE LAS OBRAS DE ESTABILIZACIÓN

El presente capítulo se expone los diseños de las obras de mitigación proyectadas en el área en estudio.

Para esto se define preliminarmente la obra a diseñar a partir de la topografía, la geología, los parámetros geotécnicos entre otros y se realiza el análisis para determinar las fuerzas necesarias que se requieren para estabilizar los taludes.

6.9.1 Cálculo de la fuerza estabilizadora

Dentro de los análisis para el dimensionamiento de las obras es importante establecer las fuerzas necesarias que permitan garantizar el factor de seguridad mínimo exigido por la normatividad vigente.

En términos generales, el factor de seguridad se define como la relación entre las fuerzas que resisten el movimiento y las fuerzas impulsoras. Las fuerzas impulsoras incluyen la masa de cada rebanada acelerada por la gravedad, las fuerzas sísmicas y el agua en una fisura por tensión. Las fuerzas de resistencia surgen de la cohesión y la fuerza de fricción de la superficie de deslizamiento.

A partir de lo anterior se definen dos tipos de fuerzas estabilizadoras, las fuerzas activas (anclajes pretensionados) y las fuerzas pasivas (clavos, pernos, micropilotes, pilotes, geo mantos de refuerzo de taludes).

Teniendo en cuenta la problemática presente en el área en estudio se propone como obra de mitigación la construcción de anclajes activos, por lo cual se presenta a continuación el cálculo de las fuerzas necesarias para estabilizar los taludes.

6.9.1.1 Fuerza activa

Con base en la función de retro análisis del software Slide, se determina la fuerza activa necesaria adicional que se requiere para garantizar un factor de seguridad igual al mínimo exigido por la norma.

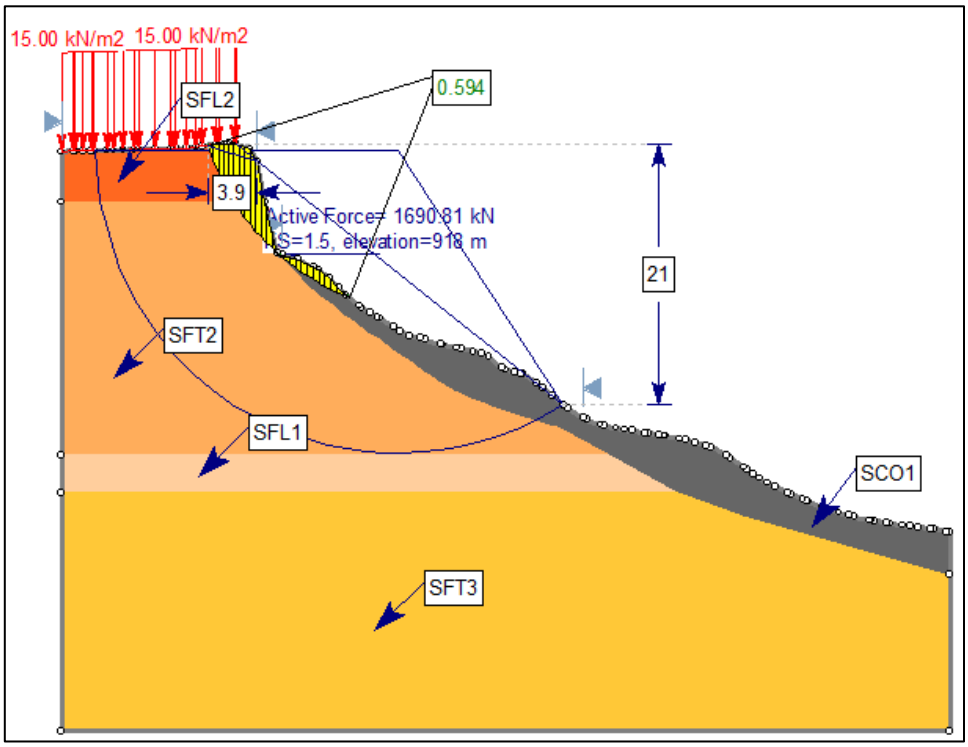


Figura 35. Fuerza activa para análisis estático Perfil 1 – Pantalla 1.

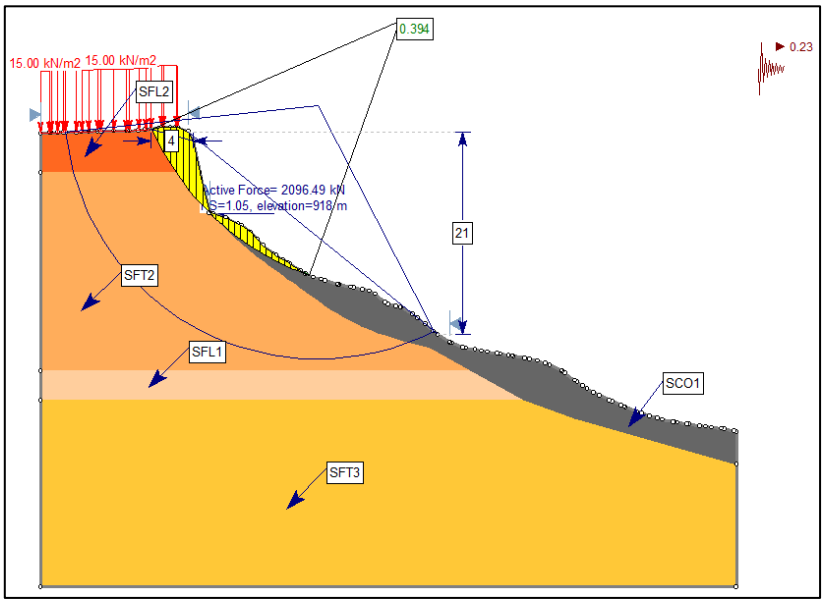


Figura 36. Fuerza activa para análisis seudo estático Perfil 1 – Pantalla 1.

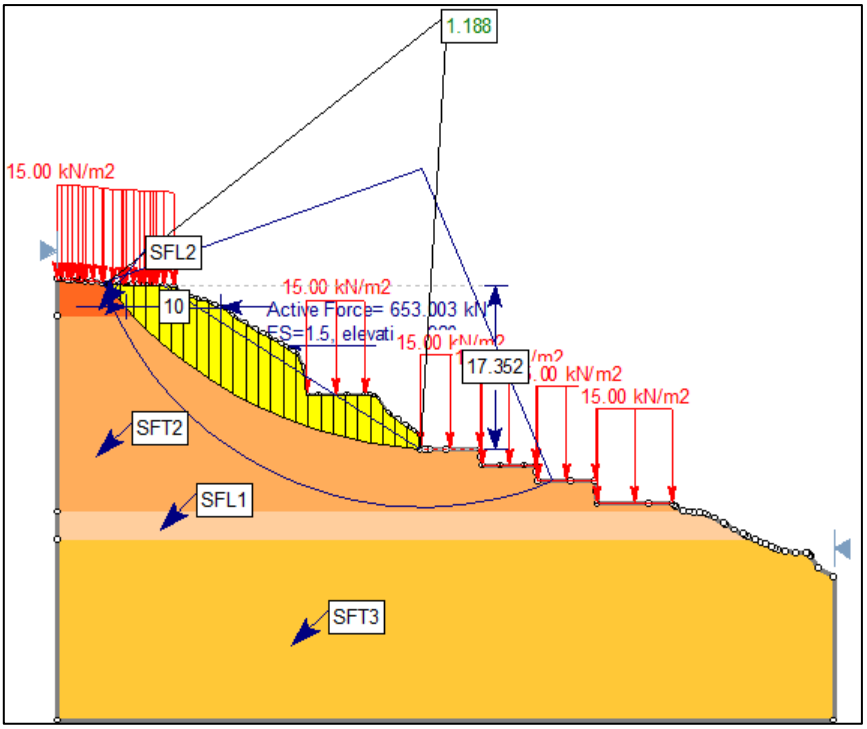


Figura 37. Fuerza activa para análisis estático Perfil 2 – Pantalla 2.

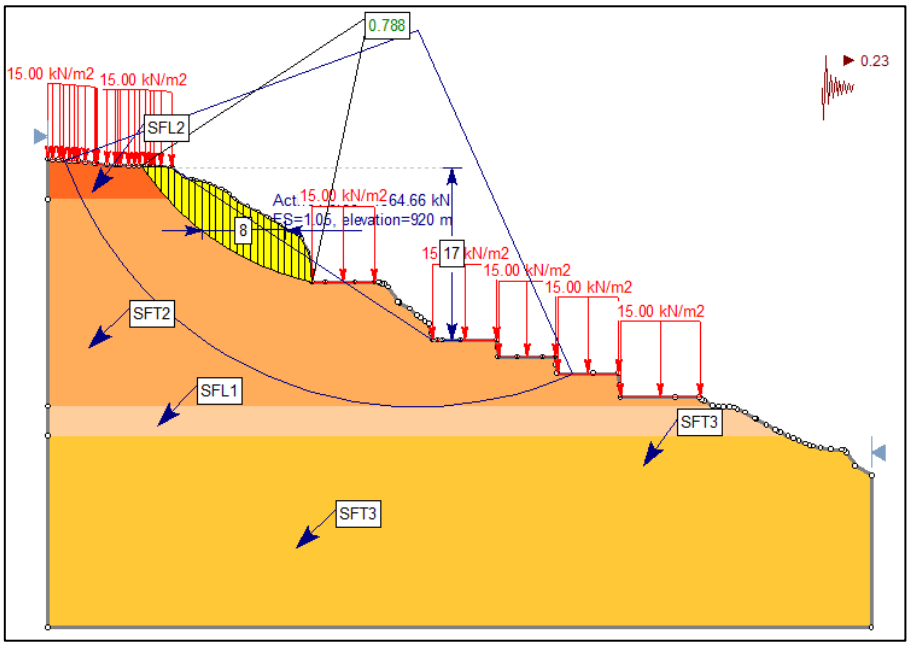


Figura 38. Fuerza activa para análisis seudo estático Perfil 2 – Pantalla 2.

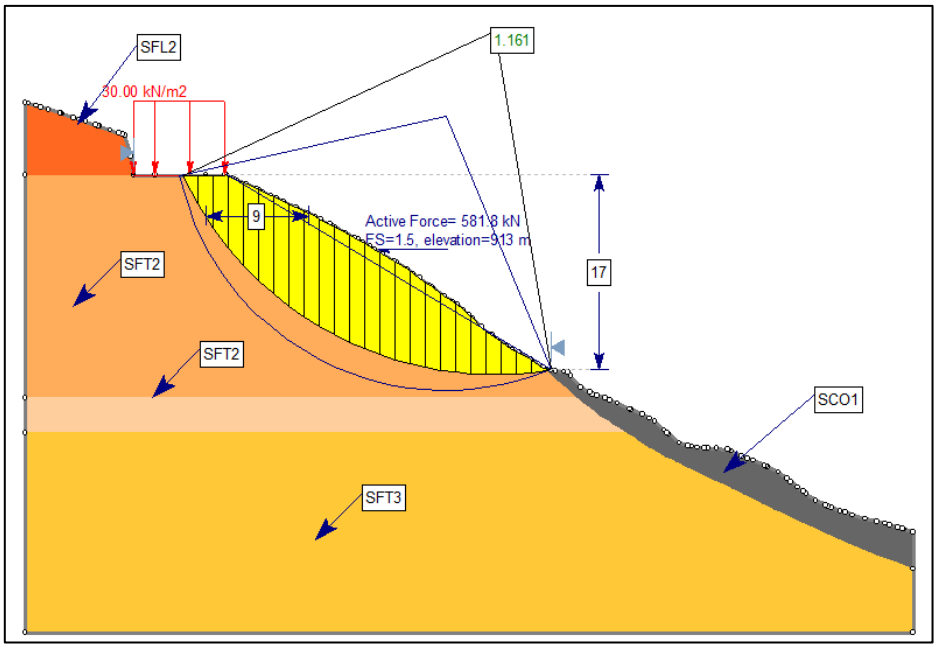


Figura 39. Fuerza activa para análisis estático Perfil 3 – Pantalla 3.

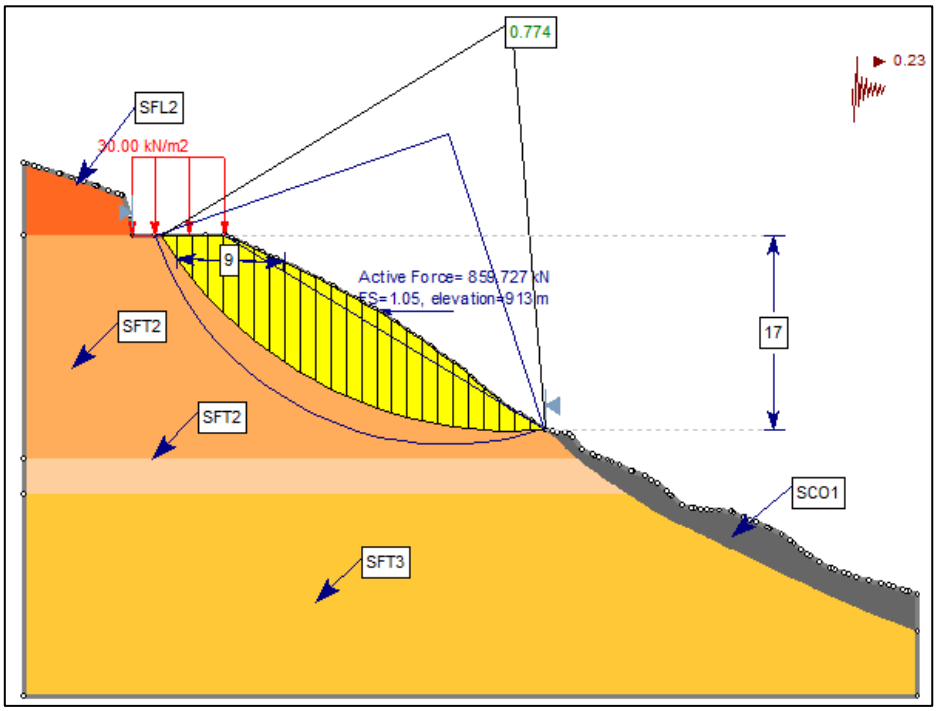


Figura 40. Fuerza activa para análisis seudo estático Perfil 3 – Pantalla 3. Fuente: Elaboración propia.

Con base en los resultados de los modelos de estabilidad se obtiene un valor de fuerza, una superficie de falla y una altura del talud, teniendo en cuenta que se requiere contener todo el talud, se propone como obra de mitigación, la construcción de filas de anclajes pretensionados.

A partir de los anteriores análisis se determina la fuerza necesaria para cada anclaje que se requiere para mitigar la amenaza a movimientos en masa en el talud.

$$Tmax = \frac{\frac{Ts}{\cos(Inclinación\ anclaje)}}{H} * SV * SH$$

Con la fuerza obtenida para cada anclaje, se procede a realizar el dimensionamiento de cada elemento que lo conforman.

Tabla 46. Cálculo de fuerza por anclaje Pantalla 1 (Perfil 1).
Fuente: Elaboración propia

Maxima Fuerza	2096.0	KN/m
Altura del Talud (H)	21.00	m
SH	2.0	m
SV	2.0	m
Filas de Anclajes	11	
Inclinacion Anclaje	15	°
Tmax -Anclaje	**394**	**KN**

A partir de lo anterior se recomiendan anclajes de 40 toneladas separados cada 2.0 metros en sentido vertical y horizontal, para el sector donde se localiza el perfil 1, denominado pantalla 1.

Tabla 47. Cálculo de fuerza por anclaje Pantalla 2 (Perfil 2).

Maxima Fuerza	1365.0	KN/m
Altura del Talud (H)	17.00	m
SH	2.5	m
SV	2.0	m
Filas de Anclajes	9	
Inclinacion Anclaje	15	°
Tmax -Anclaje	**392.5**	**KN**

A partir de lo anterior se recomiendan anclajes de 40 toneladas separados cada 2.0 metros en sentido vertical y cada 2.5 metros en sentido horizontal, para el sector donde se localiza el perfil 2, denominado pantalla 2.

Tabla 48. Cálculo de fuerza por anclaje Pantalla 3 (Perfil 3).

Maxima Fuerza	860.0	KN/m
Altura del Talud (H)	17.00	m
SH	3.0	m
SV	2.5	m
Filas de Anclajes	7	
Inclinacion Anclaje	15	°
Tmax -Anclaje	**381**	**KN**

A partir de lo anterior se recomiendan anclajes de 40 toneladas separados cada 2.5 metros en sentido vertical y cada 3.0 metros en sentido horizontal, para el sector donde se localiza el perfil 3, denominado pantalla 3.

6.9.2 Diseño de los anclajes Pre tensionados

Para el diseño de los anclajes pretensionados se tendrán en cuenta la Norma Colombiana de Diseño de Puentes –LRFD-CCP14 y a la Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera de España.

6.9.2.1 Longitud libre

La longitud libre mínima requerida entre la zona de adherencia y la zona activa detrás del muro se determina a partir de la siguiente figura en donde se muestra que la distancia entre la línea de falla y el bulbo debe ser la mayor o igual 1500mm o H/5, la cual asegura que ninguna carga de la zona adherente se transfiera hacia la zona libre de carga por trasferencia a través de la columna de mortero en la zona libre de carga.

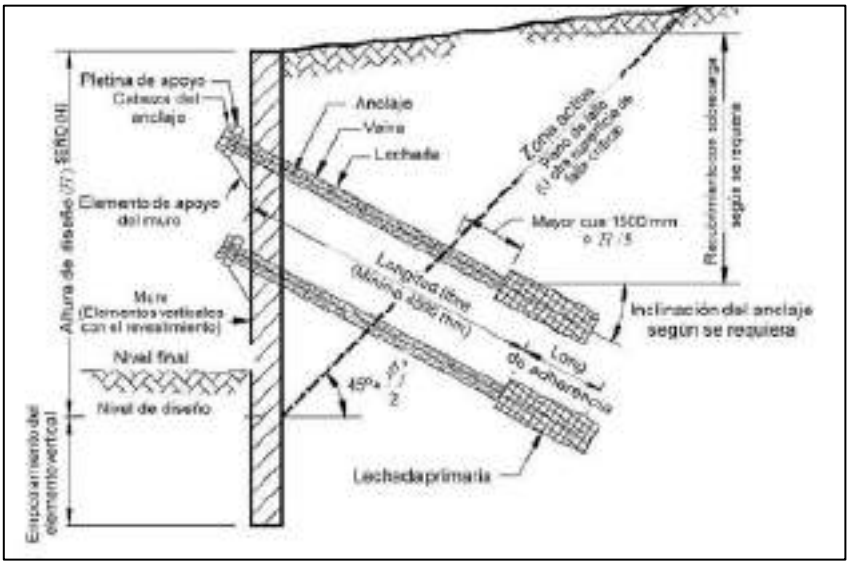


Figura 41. Nomenclatura de los muros anclados y lineamientos para longitud empotrada de los anclajes. CCP14.

A partir de lo anterior y teniendo en cuenta las cuñas de falla y la altura del talud, la longitud libre no debe ser menor a 13.0 metros de longitud, para ambas pantallas.

6.9.2.2 Mayoración de cargas

De acuerdo a la Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera de España, las fuerzas por anclajes necesarias para estabilizar se deben mayorar para el dimensionamiento de los elementos teniendo en cuenta si son de tipo permanente o provisional.

Tabla 49. Mayoración de las cargas.

TIPO DE ANCLAJE	F_1
Permanente	1,50
Provisional	1,20

A partir de lo anterior y teniendo en cuenta que son permanentes se tiene un factor de mayoración igual a 1.50, por lo cual la carga mayorada es de 60 Toneladas, para ambas pantallas.

6.9.2.3 Comprobación de la tensión admisible del acero del tirante

Para la comprobación de la tensión admisible del acero del torón se minorará la tensión admisible en el torón de forma que se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

$$P_{Nd} / A_T \leq f_{pk} / 1{,}30$$
$$P_{Nd} / A_T \leq f_{yk} / 1{,}15$$

Siendo:
PNd = carga nominal mayorada de cada anclaje.
AT = sección del tirante.
fpk = límite de rotura del acero del torón.
fyk = límite elástico del acero del torón.
Normalmente las tensiones de trabajo de estos aceros son del 60 % de su límite elástico en los anclajes permanentes y del 75 % en los anclajes provisionales.

Tabla 50. Comprobación de la tensión admisible del acero para anclajes de 40 Ton.
Fuente: Elaboración propia.

Comprobación de la tensión admisible del acero		
Carga Mayorada PND	600	KN
Diametro de Toron	0.6	Pulgadas
Diametro de Toron	15.24	mm
Area del toron (AT)	140.0	mm2
Resistencia minima a la Rotura (Grado 270)	260.7	KN
Resistencia ultima a la traccion	1660.0	Mpa
Factor de reduccion	0.75	
Limite de Rotura del Toron (fpk)	1397	Mpa
Limite elastico del Toron (fyk)	1245	MPa
Numero de Torones	4	
Carga por Toron PND1	150	KN
PND1/AT	1071.4	Mpa
fpk/1,30	1074.3	Mpa
fyk/1,15	1082.6	Mpa
Comprobación 1	**OK**	
Comprobación 2	**OK**	

A partir de lo anterior se recomienda anclajes compuestos por cuatro (4) torones de 0,6 Pulgadas de diámetro TORÓN NORMA ASTM A416, Grado 270 (1860) Resistencia a la Rotura Mínima del Torón=260.7 kN.

6.9.2.4 Comprobación del deslizamiento del tirante dentro del bulbo

Para la comprobación de la seguridad frente al deslizamiento del tirante en la lechada, dentro del bulbo se minorará la adherencia límite entre el tirante y la lechada que lo rodea en el bulbo, por el coeficiente 1,2.
Se deberá verificar:

$$P_{Nd} / (L_b \cdot p_T) \leq \tau_{lim} / 1,2$$

Con:
τlim = 6,9 (fck/22,5)2/3
Siendo:

PNd = carga nominal mayorada de cada anclaje.
pT = perímetro nominal del tirante = $2\sqrt{\pi \cdot AT}$
AT = sección del tirante. Lb = longitud de cálculo del bulbo.
τlim = adherencia límite entre el tirante y la lechada expresada en MPa.
fck = resistencia característica (rotura a compresión a 28 días) de la lechada expresada en MPa.

De acuerdo a la especificación INVIAS 631-13 LECHADA PARA DUCTOS DE CONCRETO PREESFORZADO La resistencia a compresión de la pasta no será inferior a treinta megapascales (30 MPa) o trescientos kilogramos por centímetro cuadrado (300 kg/cm2), a los veintiocho (28) días.

Tabla 51. Comprobación del deslizamiento del tirante en la lechada, dentro del bulbo para anclajes de 40 Ton.
Fuente: Elaboración propia.

Comprobación del deslizamiento del tirante en la lechada, dentro del bulbo		
Carga Mayorada PND	600	KN
Area del toron (AT)	140.0	mm2
Permietro nominal del Toron PT	41.944	mm
Resistencia a la Compresión Lechada (fck)	30.0	Mpa
Adherencia límite Toron y Lechada (Tlim)	8.36	Mpa
Tlim/2	4.179377364	Mpa
Longitud de Bulbo (Lb)	3422.714813	mm
Longitud de Bulbo (Lb)	**3.4**	**Metros**

6.9.2.5 Comprobación de la seguridad frente al arrancamiento del bulbo

Para la comprobación de la seguridad frente al arrancamiento del bulbo se minorará la adherencia límite del terreno que rodea al bulbo del anclaje para obtener la adherencia admisible aadm. Se comprobará:

$$Q_R = \phi Q_n = \phi \pi d \tau_a L_b \qquad (11.9.4.2\text{-}1)$$

donde:

ϕ = factor de resistencia para el arrancamiento de los anclajes (adim)
Q_n = resistencia nominal de los anclajes al arrancamiento (N)
d = diámetro del orificio para el anclaje (mm)
τ_n = esfuerzo nominal de adherencia del anclaje (MPa)
L_b = longitud de adherencia del anclaje (mm)

Los valores de la adherencia admisible aadm del bulbo se pueden deducir tanto de los ensayos de investigación como fundamentalmente de los ensayos de adecuación.

Tabla 52. Esfuerzos de adherencia unitario ultimo asumido para anclajes en rocas.
Fuente: Tabla 11.9.4.2-3 del CCP14.

Tipo de roca	τ_n (MPa)
Granito o basalto	1,7 a 3,1
Caliza dolomítica	1,4 a 2,1
Caliza blanda	1,0 a 1,4
Pizarras y lutitas duras	0,80 a 1,4
Areniscas	0,80 a 1,7
Areniscas meteorizadas	0,70 a 0,80
Lutitas blandas	0,20 a 0,80

Tabla 53. Esfuerzos de adherencia unitario ultimo asumido para anclajes en suelos cohesivos.
Fuente: Tabla 11.9.4.2-1 del CCP14.

Tipo de anclaje/suelo (presión de inyección de mortero)	Rigidez del suelo o resistencia a la compresión no confinada (MPa)	τ_u (MPa)
Anclajes inyectados a gravedad (< 0,35 MPa)		
Mezclas de limo y arcilla	Rígidas a muy rígidas: 0,096-0,383	0,03 a 0,07
Anclajes inyectados a presión (0,35 MPa-2,8 MPa)		
Arcilla altamente plástica	Rígida: 0,096-0,239	0,03 a 0,10
	Muy rígida: 0,239-0,383	0,07 a 0,17
Arcilla medianamente plástica	Rígida: 0,096-0,239	0,10 a 0,25
	Muy rígida: 0,239-0,383	0,14 a 0,35
Limo arenoso medianamente plástico	Muy rígido: 0,239-0,383	0,28 a 0,38

Tabla 54. Esfuerzos de adherencia unitario ultimo asumido para anclajes en suelos no cohesivos.
Fuente: Tabla 11.9.4.2-2 del CCP14.

Tipo de anclaje/suelo (presión de inyección de mortero)	Compacidad del suelo o resistencia ensayo SPT[6]	τ_u (MPa)
Anclajes inyectados a gravedad (< 0,35 MPa)		
Arena o mezclas de arena y grava	Medianamente densas a densas: 11-50	0,07 a 0,14
Anclajes inyectados a presión (0,35 MPa-2,8 MPa)		
Arena fina a media	Medianamente densa a densa: 11-50	0,08 a 0,38
Arena media a gruesa con grava	Medianamente densa: 11-30	0,11 a 0,67
	Densa a muy densa: 30-50+	0,25 a 0,95
Arenas limosas	-	0,17 a 0,40
Grava arenosa	Medianamente densa a densa: 11-40	0,21 a 1,4
	Densa a muy densa: 40-50+	0,28 a 1,4
Till glaciel	Densa: 31-50	0,30 a 0,52

Tabla 55. Factores de resistencia para muros de contención permanentes.
Fuente: Tabla 11.5.7-1 del CCP14.

TIPO DE MURO Y CONDICIÓN		FACTOR DE RESISTENCIA
Muros en voladizo y muros anclados		
Resistencia axial a compresión de los elementos verticales		Aplica el Artículo 10.5
Resistencia de los elementos verticales a la compresión axial		0.75
Resistencia al arrancamiento de los anclajes (1)	• Suelos no cohesivos (granulares) • Suelos cohesivos • Roca	0.65 (1) 0.70 (1) 0.50 (1)
Resistencia al arrancamiento de los anclajes (2)	• Cuando se realizan pruebas de verificación	1.0 (2)
Resistencia a la tensión de los tendones de anclaje	• Acero dulce (por ejemplo barras ASTM A615)	0.90 (3)
	• Acero de alta resistencia (por ejemplo barras ASTM A722)	0.80 (3)
Capacidad a flexión de los elementos verticales		0.90

Tabla 56. Comprobación de la seguridad frente al arrancamiento del para anclajes de 40 Ton.
Fuente: Elaboración propia.

Comprobación de la seguridad frente al arrancamiento del bulbo		
Carga Mayorada PND	600	KN
Diametro Nominal del Bulbo DN	4.0	pulgadas
Diametro Nominal del Bulbo DN	101.6	mm
Adherencia admisible Ault Tabla	180	KN/m2
Factor de resistencia Tabla	0.65	
Adherencia admisible Aadm Tabla	117	KN/m2
Longitud de Bulbo (Lb)	**16.0**	**Metros**
Longitud Libre (Ll)	**12.0**	**Metros**
Longitud Total (Lt)	**28.0**	**Metros**

A partir de lo anterior se recomienda anclajes compuestos por cuatro (4) torones de 0,6 Pulgadas de diámetro tensados a una carga de 40 toneladas/anclaje, ángulo de inclinación de 15º, longitud de bulbo de 16.0 metros y longitud total de 28.0 metros.

6.9.3 Cálculo de la capacidad de soporte del dado de tensionamiento

En el diseño la cimentación se consideran los estados límite de falla del suelo de soporte y de los elementos estructurales de la cimentación y los estados límites de

servicio. De acuerdo al numeral H.4.2.3 de la NSR-10, la capacidad admisible de diseño para la cimentación deberá ser el menor valor entre el esfuerzo límite de falla (Véase H.4.2.1, NSR-10), reducido por el factor de seguridad, y el que produzca asentamientos iguales a los máximos permitidos (Véase H.4.8, NSR-10).
El cálculo de la capacidad portante para condición de rotura, se realizó considerando la resistencia del suelo y las recomendaciones de la Norma NSR-10.
Las ecuaciones utilizadas corresponden al principio general de la capacidad de carga expuesta por Meyerhof.

A continuación, se presentan la ecuación que se tuvo en cuenta en el cálculo de la capacidad de soporte:

Método de Meyerhof (1963)

Meyerhof utiliza la siguiente ecuación para el cálculo de la capacidad de soporte.

$$q_u = cN_c f_c d_c i_c + qN_q f_q d_q i_q + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma f_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Factor de carga:

$$N_c = (N_q - 1)\cot\phi$$

$$N_q = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)e^{\pi\tan\phi}$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1)\tan\phi$$

Factor de forma:

$$f_c = 1 + \frac{B}{L}\frac{N_q}{N_c}$$

$$f_q = 1 + \frac{B}{L}\tan\phi$$

$$f_\gamma = 1 - 0.4\frac{B}{L}$$

Factor de profundidad:

$$si\ \frac{Df}{B} \leq 1$$

$$d_c = 1 + 0.4\frac{D_f}{B}$$

$$d_q = 1 + 2\tan\phi(1 - sen\,\phi)^2\frac{D_f}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

$$si\ \frac{Df}{B} > 1$$

$$d_c = 1 + 0.4\tan^{-1}\left(\frac{D_f}{B}\right)$$

$$d_q = 1 + 2\tan\phi(1 - sen\,\phi)^2\tan^{-1}\left(\frac{D_f}{B}\right)$$

$$d_\gamma = 1$$

Teniendo en cuenta la carga de tensionamiento, se propone un dado en concreto reforzado de mínimo 1.0 metro de ancho.

Para los parámetros de diseño se tomaron como el promedio de 5.0 veces el ancho por debajo del nivel de cimentación teniendo en cuenta lo establecido por el libro Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones, Braja M. Das, séptima edición.

Tabla 57. Parámetros de diseño para el cálculo de la capacidad de soporte. Fuente: Elaboración propia.

Capa	Espesor (m)	Peso Unitario (KN/m3)	Cohesión (KN/m2)	Angulo de Fricción (°)
1	5.0	18.73	28.0	33.19

Tabla 58. Cálculo de la capacidad de soporte de acuerdo a estados límite de falla.

DATOS DE ENTRADA

Tipo de Suelo	Arena		μ=	0.35		Kp=	3.42	
γ1=	18.73	KN/m3	Nivel Freatico	-	m	γ=	18.73	KN/m2
Φ=	33.19	°	D.F.	0.25	m	q=	4.6825	KN/m2
C=	28.0	KN/m2	F.S.	3		B/L	1.0	
N60=	50		L/B	1		Es=	20000	KN/m2

ANALISIS DE RESISTENCIA AL CORTE

$$q_u = cN_c f_c d_c i_c + qN_q f_q d_q i_q + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma f_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

$$N_c = (N_q - 1)\cot\phi \qquad f_c = 1 + \frac{B}{L}\frac{N_q}{N_c}$$

$$N_q = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)e^{\pi\tan\phi} \qquad f_q = 1 + \frac{B}{L}\tan\phi$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1)\tan\phi \qquad f_\gamma = 1 - 0.4\frac{B}{L}$$

$si\ \frac{Df}{B} \le 1$

$$d_c = 1 + 0.4\frac{D_f}{B}$$

$$d_q = 1 + 2\tan\phi(1 - sen\phi)^2\frac{D_f}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

$si\ \frac{Df}{B} > 1$

$$d_c = 1 + 0.4\tan^{-1}\left(\frac{D_f}{B}\right)$$

$$d_q = 1 + 2\tan\phi(1 - sen\phi)^2\tan^{-1}\left(\frac{D_f}{B}\right)$$

$$d_\gamma = 1$$

Ancho B (m)	Factores de Carga		Factores de Forma		Factores de Profundidad		qult (KN/m2)	qadm (KN/m2)	qadm (Ton/m2)
1.00	Nc=	39.28	Fcs=	1.68	Fcd=	1.10	2456	819	82
	Nq=	26.69	Fqs=	1.65	Fqd=	1.07			
	Nγ=	36.23	Fsγ=	0.60	Fγd=	1.0			

- Análisis de asentamientos inmediatos

Para una cimentación superficial sometida a una fuerza neta por área unitaria igual qo, los asentamientos inmediatos se determinan por la relación de poisson y el módulo de elasticidad del suelo portante, μs y Es, respectivamente.
De acuerdo a Harr (1966) el asentamiento se expresa como:

$$Se = \frac{Bq_o}{E_s}(1 - \mu^2)\alpha_r$$

Dónde:
q0 = Intensidad de la presión de contacto
B= Mínima dimensión del área reactiva,
E y μ= Parámetros elásticos del terreno.

Los valores de α para varias relaciones de longitud y ancho de cimentación (L/B), se muestra a continuación:

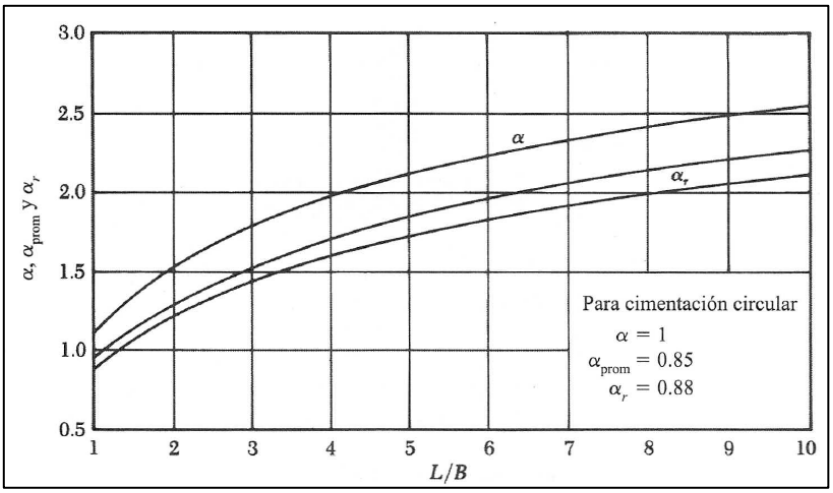


Figura 42. Valores de α para relación (L/B).

Para la carga de tensionamiento de 30 Toneladas y un dado de concreto de 1.0 metro de ancho se calculan los asentamientos inmediatos.

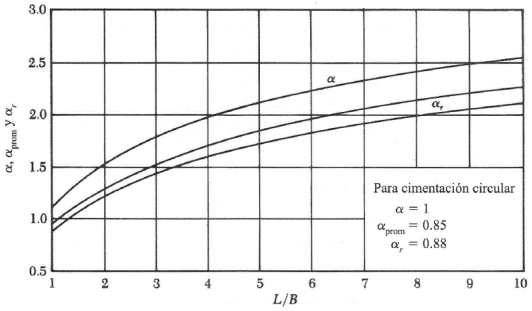
Tabla 59. Cálculo de la capacidad de soporte de acuerdo a estados límite de falla.

DATOS DE ENTRADA

Tipo de Suelo	Arena		μ=	0.35		Kp=	3.42	
γ1=	18.73	KN/m3	Nivel Freatico	-	m	γ=	18.73	KN/m2
Φ=	33.19	°	D.F.	0.25	m	q=	4.6825	KN/m2
C=	28	KN/m2	F.S.	3		B/L	1.0	
N60=	50		L/B	1		Es=	20000	KN/m2

ANALISIS DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

$$Se = \frac{Bq_o}{E_s}(1-\mu^2)\alpha_r$$



Calculo de Asentamientos Inmediatos							
Ancho B (m)	L/B	αr	(1-μ2)	q (KN/m2)	Se (m)	Se (cm)	Carga Max (Ton)
1.00	1	0.9	0.9	400	0.016	1.58	40

6.9.4 Diseño de protección contra la erosión

Se recomienda en los taludes que se van a construir los anclajes pretensionados la implementación de concreto lanzado y malla electrosoldada como medida de protección contra la erosión la cual debe cumplir la especificación INVIAS 812-22, en las demás áreas no intervenidas se recomienda la revegetalizacion y/o empradización de los taludes.

6.9.5 Diseño de obras de subdrenaje

Para analizar el comportamiento del área en estudio frente a diferentes tipos de lluvia, la influencia de las lluvias sobre el nivel freático y la capacidad de infiltración de los materiales presentes en la zona, se realizó un modelo de infiltraciones y régimen de flujo con el software SLIDE.

Este análisis tiene como objetivo identificar la afectación que presenta la ladera ante una precipitación, confirmar que las lluvias son un factor detonante a los

deslizamientos presentados en la zona y determinar las obras de subdrenaje mínimas requeridas para mitigar las amenazas.

6.9.5.1 Coeficientes de permeabilidad

La permeabilidad es la capacidad que tiene un material de permitirle a un flujo que lo atraviese sin alterar su estructura interna. Se afirma que un material es permeable si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado, e impermeable si la cantidad de fluido es despreciable. Esta propiedad varía dependiendo del tipo de material.
Para definir esta propiedad en nuestro modelo se tomaron los valores planteados en la literatura donde basados en diferentes practicas definieron unos valores tipos de acuerdo a la clasificación SUCS y a los ensayos de permeabilidad de campo realizados en el área de estudio.

Tabla 60. Rango de valores del coeficiente de permeabilidad en suelos. Fuente: Ingeniería Geológica - Luis I. González de Vallejo.

TIPO DE SUELO	k (cm/s)
Grava mal graduada (GP)	≥1
Grava uniforme (GP)	0.2 - 1
Grava bien graduada (GW)	0.05 - 0.3
Arena uniforme (SP)	$5x10^{-3}$ - 0.2
Arena bien graduada (SW)	10^{-3} - 0.1
Arena limosa (SM)	10^{-3} - $5x10^{-3}$
Arena arcillosa (SC)	10^{-4} - 10^{-3}
Limo de baja plasticidad (ML)	$5x10^{-5}$ - 10^{-4}
Arcillas de baja plasticidad (CL)	10^{-5} - 10^{-8}

Tabla 61. Valores típicos de permeabilidad de la matriz rocosa. Fuente: Ingeniería Geológica - Luis I. González de Vallejo.

TIPO DE SUELO	k (m/s)
Arenisca	10^{-5} - 10^{-10}
Caliza y dolomía	10^{-6} - 10^{-12}
Esquisto	10^{-7} - 10^{-8}
Pizarra	10^{-11} - 10^{-13}
Granito	10^{-9} - 10^{-12}
Lutita	10^{-9} - 10^{-13}
Rocas metamórficas	10^{-9} - 10^{-12}
Rocas volcánicas	10^{-7} - 10^{-12}
Sal	$<10^{-11}$ - 10^{-13}

6.9.5.2 Intensidad de lluvia

Para determinar la capacidad de infiltración de los materiales encontrados en la zona, al modelo se le aplicaron diferentes intensidades de lluvia (cantidad de precipitación por hora) para determinar cuál es el tiempo necesario dependiendo de cada intensidad para que los suelos se saturen e influyan considerablemente sobre el nivel freático.

Tabla 62. Clasificación de la precipitación según la intensidad.
Fuente: AEMET.

CLASE	INTENSIDAD MEDIA EN UNA HORA (mm/h)
Débiles	≤ 2
Moderadas	> 2 y ≤ 5
Fuertes	> 15 y ≤ 30
Muy fuertes	> 30 y ≤ 60
Torrenciales	> 60

6.9.5.3 Análisis de las redes de flujo y filtración de la ladera

Para las modelaciones se asumió no se tuvo en cuenta el nivel freático teniendo en cuenta que no se identificó en campo, sin embargo, se va revisar la influencia de una lluvia en el comportamiento hidrogeológico de la zona en estudio.

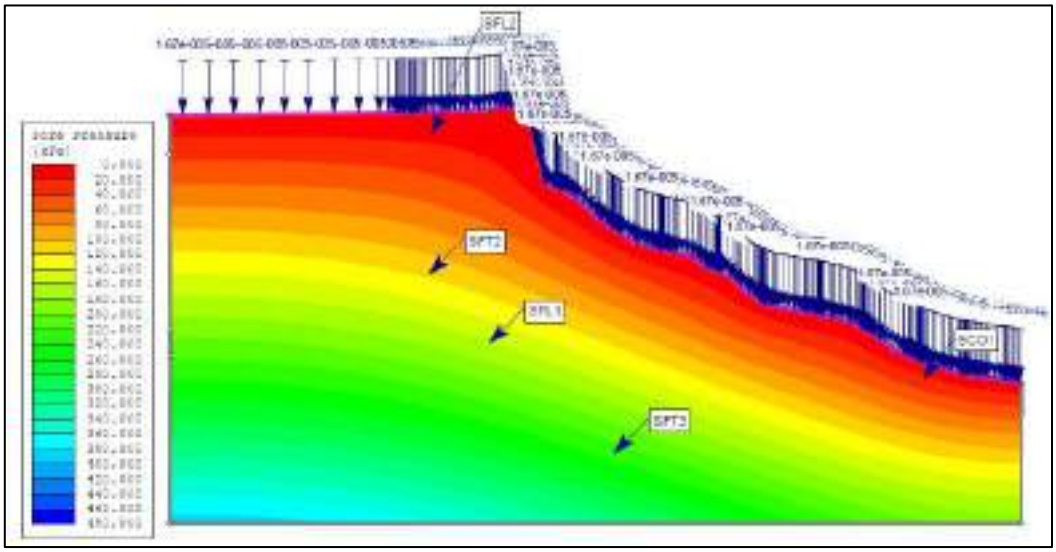


Figura 43. Modelo de infiltración al realizar el corte del terreno y al presentarse una lluvia intensa.
Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la ilustración anterior al presentarse la lluvia, el primer estrato de suelo que corresponde a suelos poco consolidados con permeabilidades altas hace que se genere una línea piezométrica que afecta directamente en la cara del talud. Como consecuencia de esto se generan grandes presiones de poros que hacen que se disminuyan los esfuerzos efectivos y como consecuencia se presenten deslizamientos.

A partir de lo anterior y con el fin de establecer de mitigar la influencia de las presiones de poros en la resistencia de los suelos del talud, se recomienda construir drenes horizontales.

Para determinar el número de filas y la separación de los drenes horizontalmente se muestra a continuación el análisis de infiltración con la implementación de los drenes.

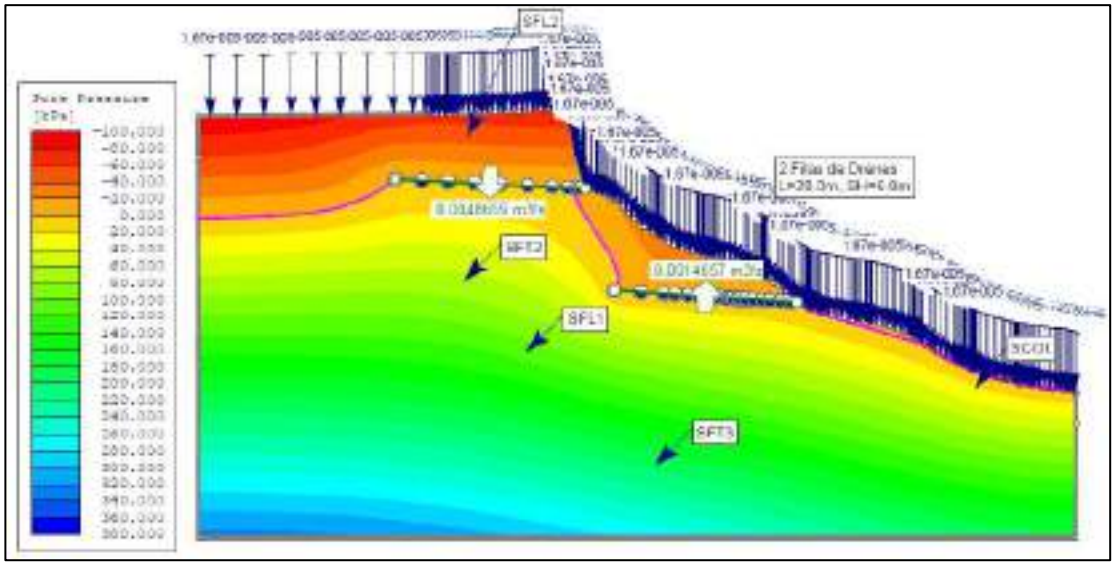


Figura 44. Detalle de los caudales de los drenes proyectados – Pantalla 1 (Perfil 1).

A partir de la ilustración anterior se observa que, al implementarse dos filas de drenes, la línea piezométrica se capta por la obra y que las presiones de poros se disminuyen considerablemente.

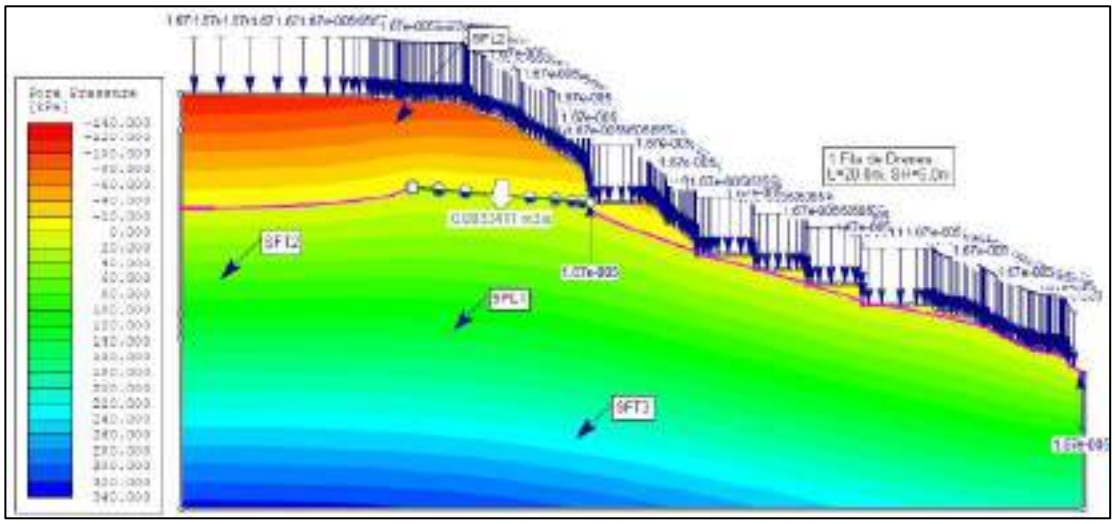


Figura 45. Detalle de los caudales de los drenes proyectados – Pantalla 2 (Perfil 2).

A partir de la ilustración anterior se observa que, al implementarse una fila de drenes, la línea piezométrica se capta por la obra y que las presiones de poros se disminuyen considerablemente.

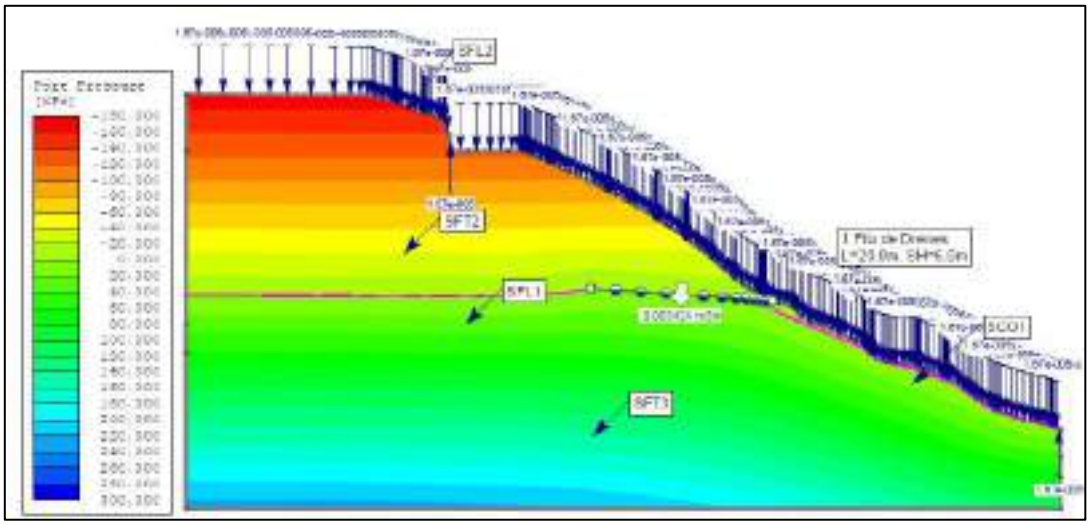


Figura 46. Detalle de los caudales de los drenes proyectados – Pantalla 3 (Perfil 3).

A partir de la ilustración anterior se observa que, al implementarse una fila de drenes, la línea piezométrica se capta por la obra y que las presiones de poros se disminuyen considerablemente.

6.9.5.4 Cálculo de la separación horizontal de los drenes

Con el fin de establecer la separación mínima para la construcción de los drenes horizontales, se estima el caudal total captado por los drenes por metro lineal y se compara con la capacidad del dren (2 pulgadas de PVC con pendiente del 5%). Como factor de seguridad para la determinación de la cantidad de drenes se tiene en cuenta un factor de 2.0.

Tabla 63. Calculo separación minina horizontal de los drenes – Pantalla 1 (Perfil 1).

Qmax DREN	0.036	m3/s
F.S.	2.0	
Qamd DREN	0.018	m3/s
Numero de Filas	2.0	
Q Fila 1	4.87E-03	m3/s
Q Fila 2	1.47E-03	m3/s
Qsolicitado Total	6.33E-03	m3/s
Separacion Minima	6.0	m

Como se observa para garantizar el drenaje de los posibles flujos de agua que se puedan presentar se recomienda dos (2) filas de drenes horizontales con diámetro de tubería mínimo de 2 pulgadas de 20 metros de longitud cada 6.0 metros horizontales.

Tabla 64. Calculo separación minina horizontal de los drenes – Pantalla 2 (Perfil 2).

Qmax DREN	0.036	m3/s
F.S.	2.0	
Qamd DREN	0.018	m3/s
Numero de Filas	1.0	
Q Fila 2	3.34E-03	m3/s
Qsolicitado Total	3.34E-03	m3/s
Separacion Minima	6.0	m

Como se observa para garantizar el drenaje de los posibles flujos de agua que se puedan presentar se recomienda una (1) fila de drenes horizontales con diámetro de tubería mínimo de 2 pulgadas de 20 metros de longitud cada 6.0 metros horizontales.

Tabla 65. Calculo separación minina horizontal de los drenes – Pantalla 3 (Perfil 3).

Qmax DREN	0.036	m3/s
F.S.	2.0	
Qamd DREN	0.018	m3/s
Numero de Filas	1.0	
Q Fila 2	3.42E-03	m3/s
Qsolicitado Total	3.42E-03	m3/s
Separacion Minima	6.0	m

Como se observa para garantizar el drenaje de los posibles flujos de agua que se puedan presentar se recomienda una (1) fila de drenes horizontales con diámetro de tubería mínimo de 2 pulgadas de 20 metros de longitud cada 6.0 metros horizontales.

6.9.6 Manejo de la escorrentía

Para el manejo de las aguas de escorrentía se recomienda construir un canal en la base del talud con las siguientes características:

- Canal trapezoidal en concreto reforzado de 0.30m de base menor, 0.80m de base mayor y 0.50m de altura.

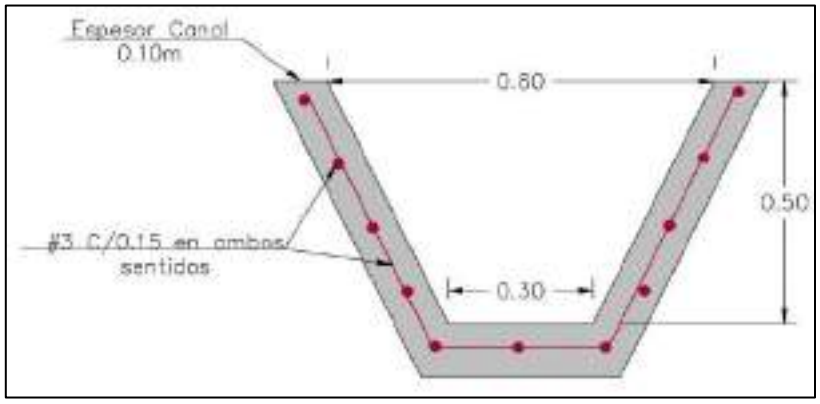
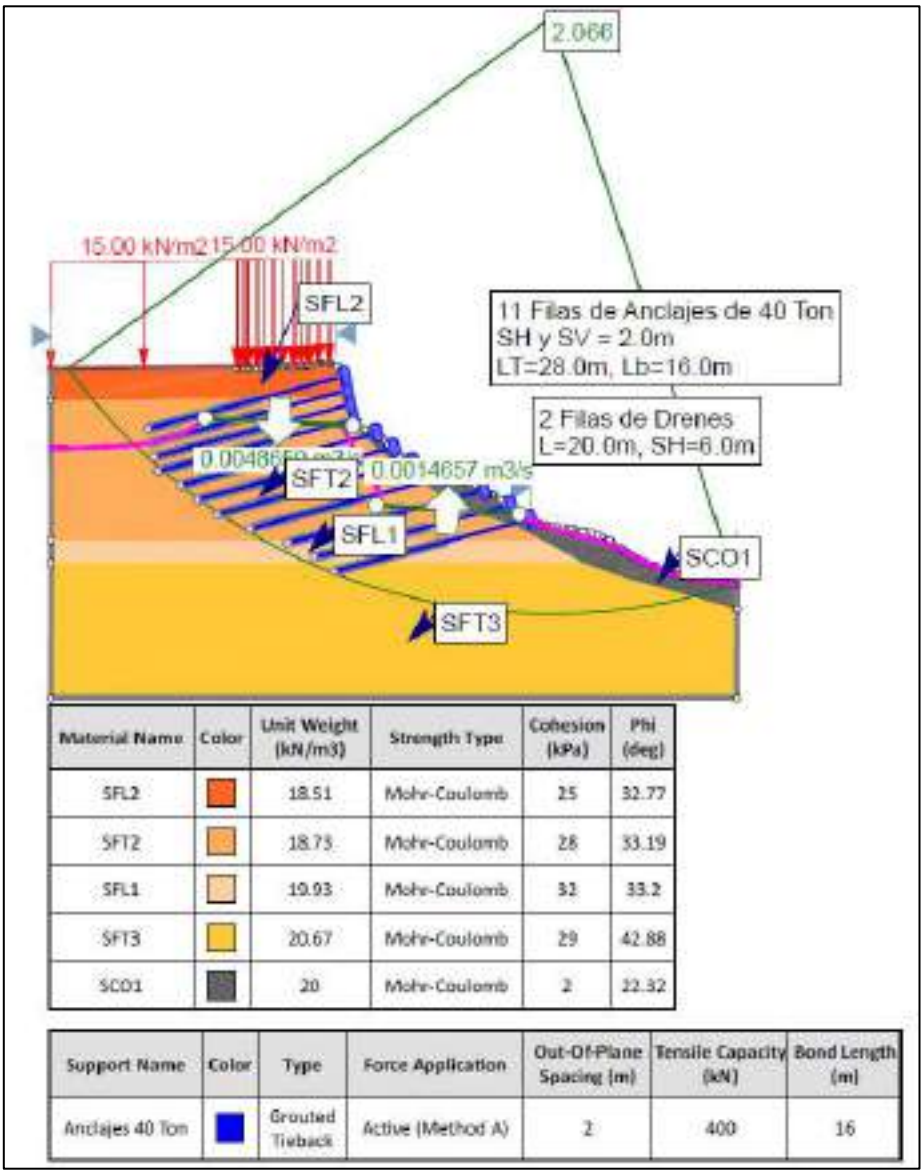


Figura 47. Canal trapezoidal en la base del talud.

6.9.7 Análisis de estabilidad global con obras

Teniendo en cuenta las obras diseñadas, se presenta a continuación los análisis de estabilidad global.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
SFL2		18.51	Mohr-Coulomb	25	32.77
SFT2		18.75	Mohr-Coulomb	28	33.19
SFL1		19.93	Mohr-Coulomb	32	33.2
SFT3		20.67	Mohr-Coulomb	29	42.88
SCO1		20	Mohr-Coulomb	2	22.32

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)
Anclajes 40 Ton		Grouted Tieback	Active (Method A)	2	400	16

Figura 48. Análisis de estabilidad estático con obras – Perfil 1.

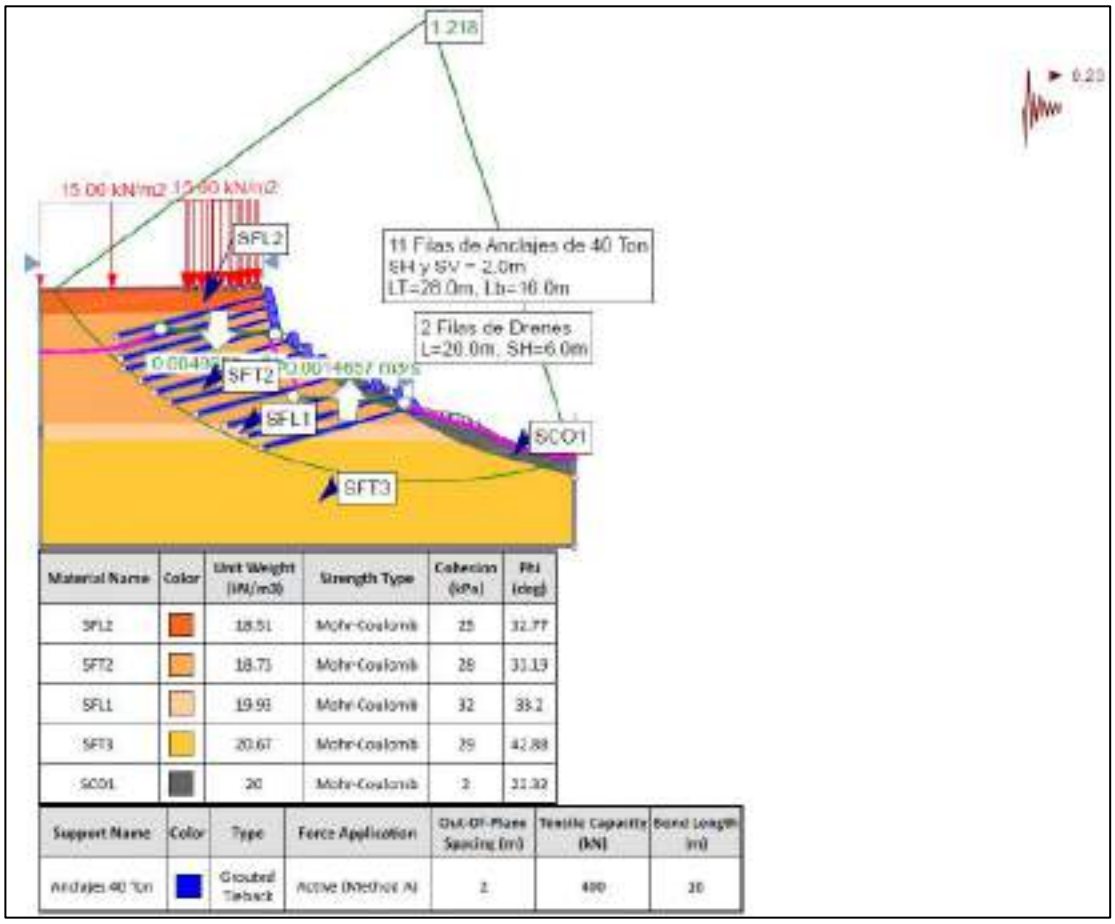
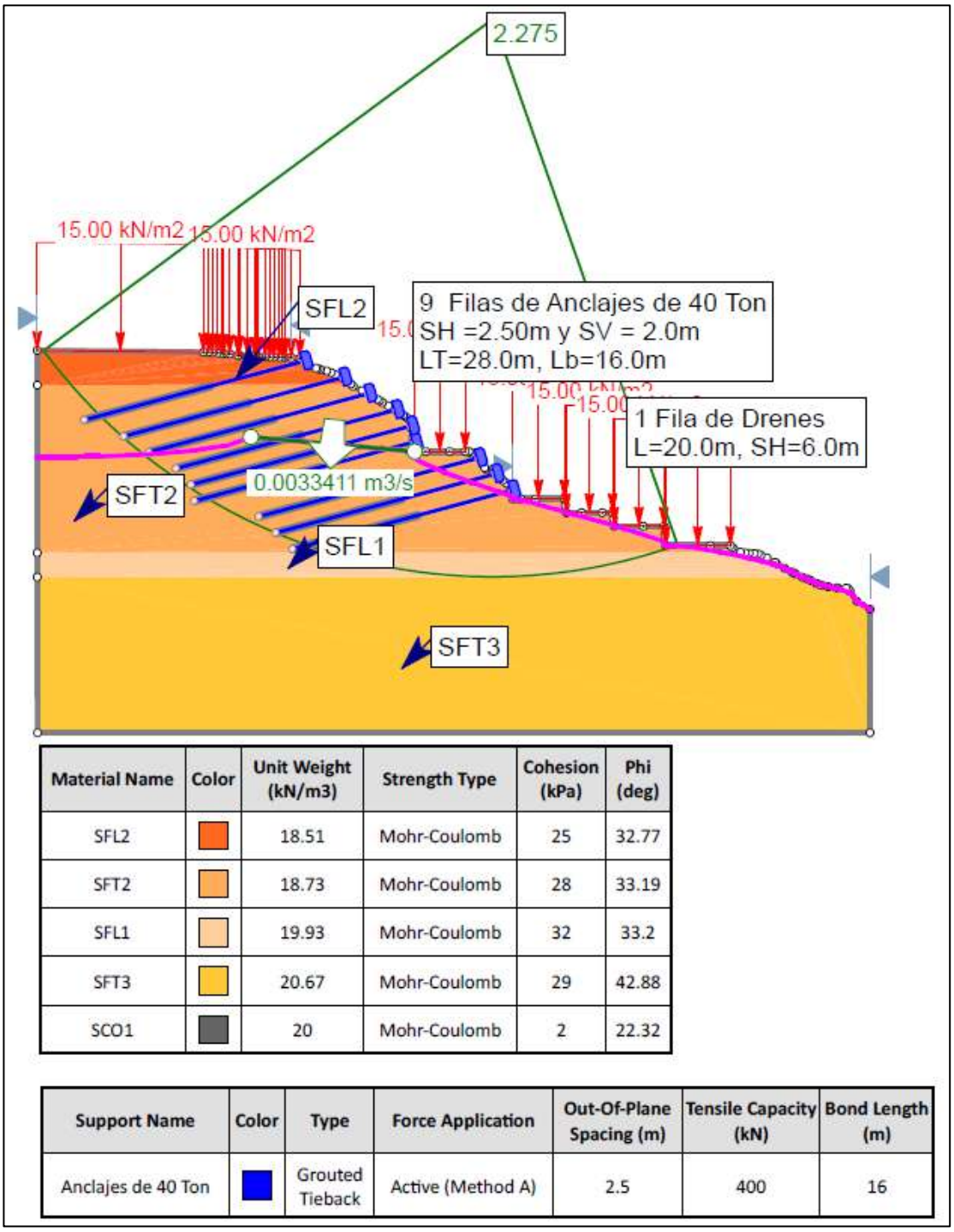


Figura 49. Análisis de estabilidad seudoestático con obras – Perfil 1.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
SFL2		18.51	Mohr-Coulomb	25	32.77
SFT2		18.73	Mohr-Coulomb	28	33.19
SFL1		19.93	Mohr-Coulomb	32	33.2
SFT3		20.67	Mohr-Coulomb	29	42.88
SCO1		20	Mohr-Coulomb	2	22.32

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)
Anclajes de 40 Ton		Grouted Tieback	Active (Method A)	2.5	400	16

Figura 50. Análisis de estabilidad estático con obras – Perfil 2.

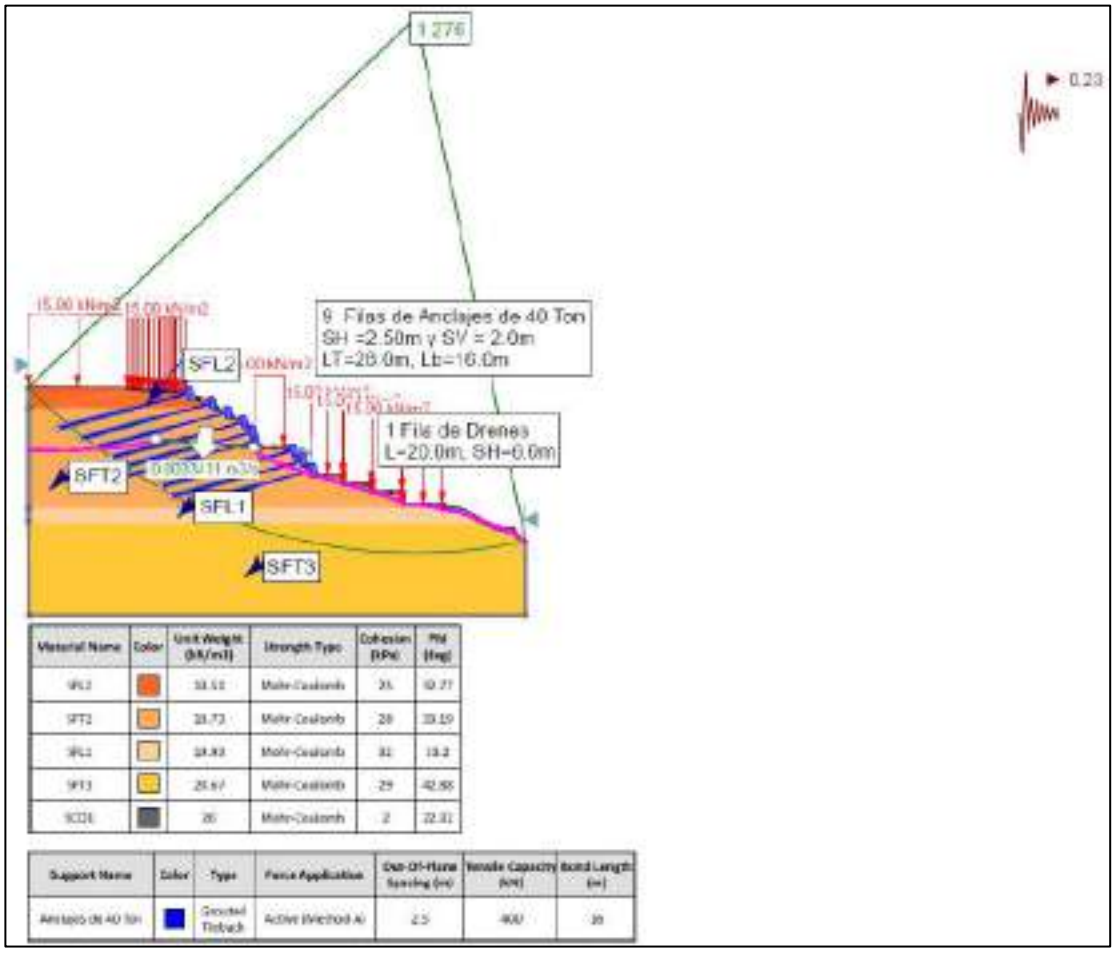
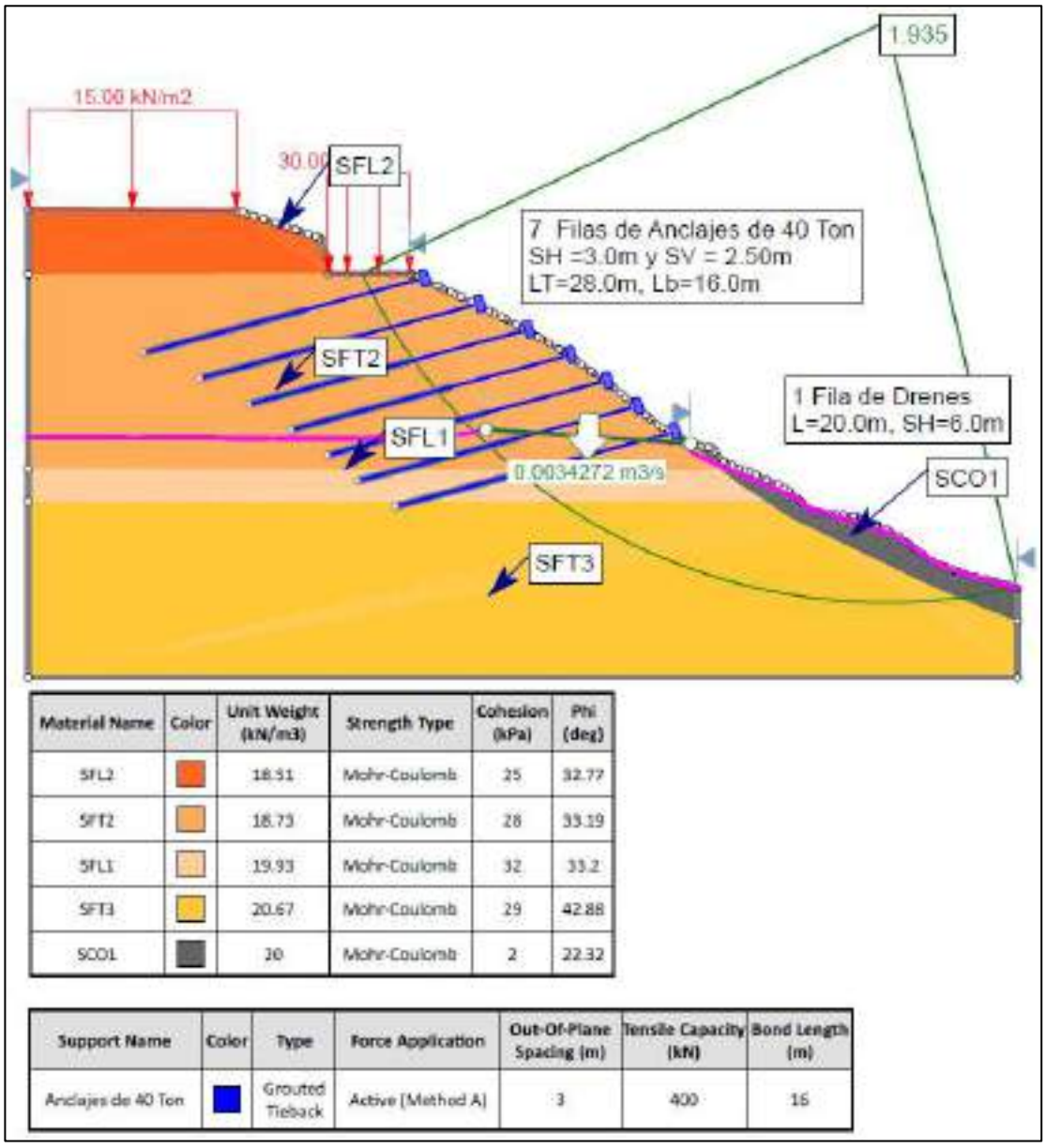


Figura 51. Análisis de estabilidad seudoestático con obras – Perfil 2.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)
SFL2		18.51	Mohr-Coulomb	25	32.77
SFT2		18.73	Mohr-Coulomb	28	33.19
SFL1		19.93	Mohr-Coulomb	32	33.2
SFT3		20.67	Mohr-Coulomb	29	42.88
SCO1		20	Mohr-Coulomb	2	22.32

Support Name	Color	Type	Force Application	Out-Of-Plane Spacing (m)	Tensile Capacity (kN)	Bond Length (m)
Anclajes de 40 Ton		Grouted Tieback	Active (Method A)	3	400	16

Figura 52. Análisis de estabilidad estático con obras – Perfil 3.
Fuente: Elaboración propia.

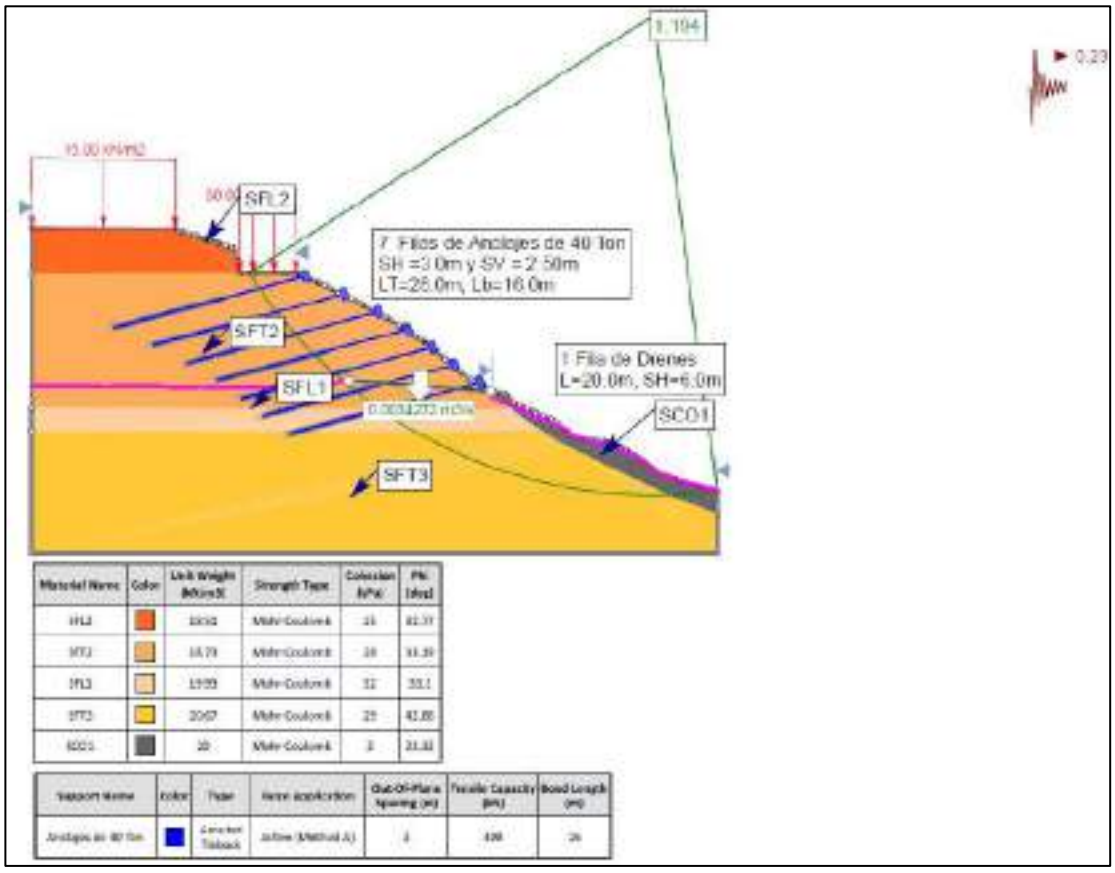


Figura 53. Análisis de estabilidad seudoestático con obras – Perfil 3.

Como se observa al implementar los anclajes pretensionados se observa que los factores de seguridad son superiores a los mínimos exigidos por la NSR-10 para taludes permanentes.



Figura 54. Mapa de amenaza barrio Gaitán condición seudo estática saturada con obras.

6.10 DISEÑO DE LA ZAPATA

Concreto

- Resistencia a la compresión f´c= 21 MPa
- Peso unitario= 2.4 ton/m³
- Módulo de elasticidad= 21538.108 MPa

Acero de refuerzo

- Barras corrugadas NTC 2289
- Mallas electrosoldadas NTC 5806
- Esfuerzo de fluencia fy= 420 MPa
- Módulo de elasticidad Es= 200000 MPa

Consideraciones para el diseño

La geometría de las zapatas y demás elementos se definieron atendiendo las solicitaciones dadas por los estudios complementarios de ingeniería, revisando siempre que no se excedan las cargas impuestas en el suelo de soporte.

Las estructuras se diseñaron para los estados límites de resistencia y fatiga empleando métodos de factores de carga y resistencias, para los estados límite de servicio y fisuración.

Se realizó el dimensionamiento de la zapata de concreto teniendo en cuenta una capacidad portante del suelo de 42 ton/m2.

La resistencia del concreto será de 3000 psi, se debe verificar que el concreto cumpla con la resistencia de diseño.

Tabla 66.Diseño dado de anclaje pantalla anclada

DISEÑO DE DADO DE ANCLAJE PANTALLA ANCLADA

DISEÑO DE ANCLAJE

f'c	28,0 MPa
fy	420,0 MPa

DIMENSIONES DADO DE ANCLAJE

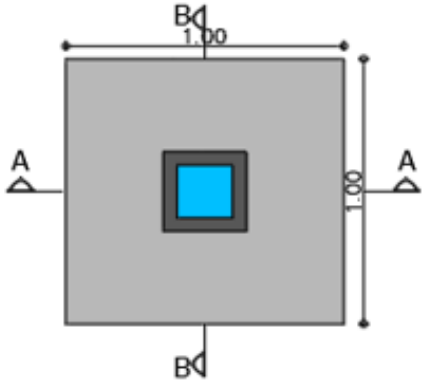
B	1,00 m
H	1,00 m

DIMENSIONES APOYO PLATINA

b	0,20 m
h	0,20 m

PRESION DEL SUELO

CARGA DE ANCLAJ	400,00 KN
AREA DE ANCLAJE	1,000 m²
PRESION DEL SUELO SERVICIO	400,00 KN/m²
PRESION DEL SUELO ULTIMA	560,00 KN/m²



CORTANTE EN UNA DIRECCION

ESPESOR DADO	0,250 m
RECUBRIMIENTO	0,050 m
b_u	1,00 m
d	0,200 m
ϕV_c	132,29 KN
V_u	112,00 KN
CHEQUEO	O.K.

DISEÑO A FLEXION

L	0,40 m		
b	1,00 m		
AREA A FLEXIOI	0,400 m²		
M_u	44,80 KN-m		
a	17,65 As		
A_s	0,000609	6,090 cm²	8,58
ECUACION	0,00		
$A_{s\,min}$	3,600 cm²	5,07	
	6 varillas de 3/8"		

CORTANTE EN DOS DIRECCIONES

b_0	1,60 m
β	1,00
α_s	40
v_{c1}	1,75 MPa
v_{c2}	2,70 MPa
v_{c3}	3,07 MPa
ϕV_c	419,09 KN
V_u	470,40 KN
CHEQUEO	ITAR ESPESOR

7. PLANES DE GESTIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL

7.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

7.1.1 Normatividad ambiental aplicable

Tabla 67.Normatividad Ambiental vigente

Normatividad Ambiental Vigente			
Normas Generales			
Norma	Numero	Fecha	Alcance
Ley	23	1973	Plantea la necesidad de proteger los recursos naturales renovables, fija límites mínimos de contaminación y establece sanciones por violación de las normas. Se faculta al Presidente de la República para expedir el Código de los Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente
Dec reto-Ley	2811	1974	Código nacional de los recursos naturales renovables RNR y no renovables y de protección al medio ambiente. Regula el manejo de los RNR la defensa del ambiente y sus elementos.
Ley	09	1974	Código Sanitario Nacional, regula los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de los descargos de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente.
Decreto	1715	1978	Por el cual se reglamentan parcialmente el Decreto-Ley 2811 de 1974, la Ley 23 de 1973 y el Decreto- Ley 154 de 1976, en cuanto a protección del paisaje.
Constitución Política de Colombia	-	1991	El capítulo II recoge las disposiciones consignadas en la Constitución Política Colombiana respecto a la protección del medio ambiente, las cuales están encaminadas a la conservación y protección de los recursos naturales con el fin de garantizar la supervivencia de las generaciones futuras.
Ley	99	1993	La ley crea mecanismos para una estructuración de la legislación existente como es el Sistema Nacional

			Ambiental (SINA). Reglamenta lo referente a sus competencias y funciones y define la estructura del Ministerio y las Corporaciones, así como las fuentes y recursos económicos para el manejo y la recuperación del medio ambiente
Ley	388	1997	Ordenamiento Territorial Municipal y Distrital y Planes de Ordenamiento Territorial, que reglamenta los usos del suelo.
Ley	491	1999	Define el seguro ecológico y delitos contra los recursos naturales y el ambiente y se modifica el Código Penal
Ley	1333	2009	Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones.
Decreto	3930	2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
Decreto	3678	2010	Define los criterios que deben tener en cuenta las autoridades para imponer sanciones de tipo ambiental.
Decreto	2820	2010	Por el cual se reglamenta el Titulo VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
Ley	1454	2011	Por la cual se dictan normas orgánicas sobre ordenamiento territorial y se modifican otras disposiciones.
Ley	1444	2011	Por la cual se escinde y reorganiza el Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo territorial, convirtiéndose en el Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible.
Decreto	2041	2014	Por el cual se reglamenta el Titulo VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. (Compilado en Decreto Único Sector Ambiente 1076 /15)
Ley	2111	2021	El Congreso de la República expidió la ley mediante la cual se reemplazó y adoptó el nuevo Título XI del Libro II de la Ley 599 de 2000 (Código Penal), “De los delitos contra los recursos naturales y el medio ambiente”.

Recurso Hídrico			
Decreto	2811	1974	Es el reglamento sobre aguas no marítimas, de recursos hidrobiológicos, de cuencas hidrográficas y de áreas de manejo especial.
Decreto	3930	Octubre de 2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo 11 del Título VI - Parte 11I - Libro 11 del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones" (Compilado en Decreto Único Sector Ambiente 1076 /15)
Decreto	4728	2010	Por el cual se modifica parcialmente el decreto 3930 de 2010 Articulo 35 Plan de Contingencia para el manejo de derrames de hidrocarburos o sustancias nocivas.
Residuos Sólidos			
Decreto Reglamentario	2462	1989	Reglamenta los procedimientos sobre explotación de materiales de construcción
Documento CONPES	2750	1994	Políticas sobre manejo de residuos sólidos
Decreto	1973	1995	Aprueba y reglamenta la vigencia del convenio 170 frente a la utilización de los productos químicos en el trabajo.
Ley	430	1998	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.
Decreto	1505	2003	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones
Decreto	4741	2005	Establece toda la reglamentación frente a la gestión integral para prevenir la generación de residuos o desechos peligrosos.
Ley	1259	2008	Creación e implementación el Comparendo Ambiental como instrumento de cultura ciudadana, sobre el adecuado manejo de residuos sólidos y escombros, previendo la afectación del medio ambiente y la salud pública

Resolución	1362	2007	Expide los requisitos y el procedimiento para realizar el registro de generadores de los residuos o desechos peligrosos en Colombia.
Ley	1252	2008	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones
Resolución	472	2017	Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos de construcción y demolición.
Resolución	2184	2019	Por el cual se reglamenta el nuevo código de colores para el manejo y separación de residuos en Colombia.
Flora			
Ley	2	1959	Reserva forestal y protección de suelos y agua
Decreto	877	Mayo 10/1976	Por el cual se señalan prioridades referentes a los diversos usos del recurso forestal, a su aprovechamiento y al otorgamiento de permisos y concesiones y se dictan otras disposiciones.
Decreto	2787	1980	Reglamenta parcialmente el Decreto Ley 2811 de 1974, aprovechamiento de bosques nacionales y compensación de los mismos
Ley	299	1995	Por la cual se protege la flora Colombiana
Resolución	192	2014	Por la cual se establece el listado de especies silvestres amenazadas de la biodiversidad biológica Colombiana que se encuentran en el territorio Nacional.
Aire			
Decreto	948	1995	Normas para la protección y control de la calidad del aire. (Compilado en Decreto Único Sector Ambiente 1076 /15)
Ley	769	2002	Expide el código nacional de tránsito. Art. 50 Condiciones mecánicas, ambientales y de seguridad. Art 51. Revisión periódica de los vehículos. Art 52. Primera revisión de los vehículos automotores. Art 103. Niveles permisibles de emisión de fuentes móviles. Art 104. Normas para dispositivos sonoros.

Resolución	910	2008	Reglamenta niveles permisibles de emisión de contaminantes por fuentes móviles terrestres en Colombia.
Ley	1383	2010	Reforma la Lay 769 de 2002 código nacional de tránsito.
Resolución	2254	2017	Norma de calidad del aire ambiente.
Ley	1972	2019	Reglamenta los niveles máximos permisibles para la emisión de contaminantes que den cumplir las fuentes móviles.
Ruido			
Decreto	948	1995	En relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.
Resolución	627	2006	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
Resolución	2154	2010	Por la cual se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones.
Materiales de Construcción			
Ley	685	2001	Por medio de la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones.
Ley	**1382**	**2010**	Por la cual se modifica la ley 685 de 2001 Código de Minas.
Campamentos			
Resolución	**2400**	**2010**	Por la cual se establecen las disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad industrial en establecimientos de trabajo. Esta resolución busca preservar y mantener la salud física y mental, prevenir accidentes y enfermedades profesionales, para lograr las mejores condiciones de higiene y bienestar de los trabajadores en las diferentes áreas en las que se realizan actividades de obra o actividades conexas con la misma.
Plan de manejo de tráfico			
Resolución	1050	**2004**	Por medio de la cual se adopta el Manual de Señalización Vial – Dispositivos para la regulación de

			Tránsito en calles, carreteras y ciclo rutas de Colombia.
Resolución	2800	2005	Por la cual se establecen unas medidas de tránsito vehicular tendientes a garantizar la movilidad en las vías del país.
DECRETO UNICO REGLAMENTARIO SECTOR AMBIENTE			
Decreto	1076	2015	Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible
Legislación Internacional adoptada por Colombia			
Convenio sobre el comercio internacional de especies amenazadas: fauna y flora silvestre. Washington, 1973			

7.1.2 Descripción de actividades

En este sector se plantean las siguientes obras de mitigación:

- Construcción de anclajes activos sobre los taludes expuestos, con separación vertical y horizontal de 2.0 metros.

- Como medida de control de erosión para evitar que se sigan aumentando los problemas de inestabilidad, se recomienda el uso de concreto lanzado.

- Con el fin de disminuir la probabilidad de ascensos de los niveles freáticos en el área en estudio, se recomienda la construcción de drenes de penetración, en la parte baja del proyecto con un espaciamiento de 6.0m horizontalmente.

- Para el manejo de las aguas de escorrentía directa, se proponen zanjas de coronación y estructuras de disipación de energía.

7.1.3 Definición del área de influencia

El área de influencia comprende el espacio territorial y social donde se van a realizar las principales actividades constructivas y donde se darán los principales impactos positivos y negativos asociados a las obras definidas para el proyecto.

7.1.4 Área de influencia directa

El área de influencia directa corresponde a la zona de escarpa barrio Gaitán, en la carrera 9 entre calles 17 y 18.



Fotografía 9. Área de influencia directa.

7.1.5 Área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta corresponde al barrio Gaitán, que se encuentra ubicado delimitado entre las calles 13 y calle 19 y las carreras 15 con cra 9.



Figura 55. Área de influencia indirecta.
Fuente: https://lupap.com/places/bucaramanga/barrio-gaitan/4db2d751-b63a-4e03-a91c-4106a7ea9be5

7.1.6 Caracterización ambiental del área de influencia directa

7.1.6.1 Caracterización del Medio Abiótico

7.1.6.1.1 Climatología

La comuna 4 está ubicada zona occidental de Bucaramanga, tiene un clima predominantemente tropical de montaña. A continuación, se proporcionan detalles sobre la climatología de esta zona:

Temperatura: La temperatura promedio anual varía entre 18 °C y 24 °C. La temperatura es relativamente constante a lo largo del año, con ligeras variaciones estacionales. Las temperaturas más altas tienden a registrarse en los meses más secos.

Precipitación: La precipitación en la zona occidental de Bucaramanga oscila entre 1000 mm y 2000 mm al año. La mayor parte de la precipitación se concentra en los meses de abril a noviembre, con una estación lluviosa bien definida. Los meses de diciembre a marzo suelen ser más secos.

Humedad: Debido a las precipitaciones abundantes, la humedad relativa en esta zona suele ser alta durante gran parte del año. La vegetación y los cuerpos de agua contribuyen a mantener niveles significativos de humedad en el ambiente.

Altitud: La altitud en la zona occidental de Bucaramanga varía entre los 1000 y 2000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). A medida que se asciende en altitud, las temperaturas tienden a disminuir, lo que puede influir en la distribución de la vegetación.

Variabilidad climática: Dado que se encuentra en una región montañosa, la zona occidental de Bucaramanga puede experimentar microclimas y variaciones locales en el clima debido a factores topográficos. Los valles y las laderas pueden presentar condiciones climáticas ligeramente diferentes.

En resumen, la zona occidental de Bucaramanga tiene un clima tropical de montaña con temperaturas cálidas y estables, precipitaciones significativas durante gran parte del año y una estación lluviosa bien definida. Estas condiciones climáticas favorecen la presencia de una vegetación diversa y exuberante en la zona.

7.1.6.1.2 Geología

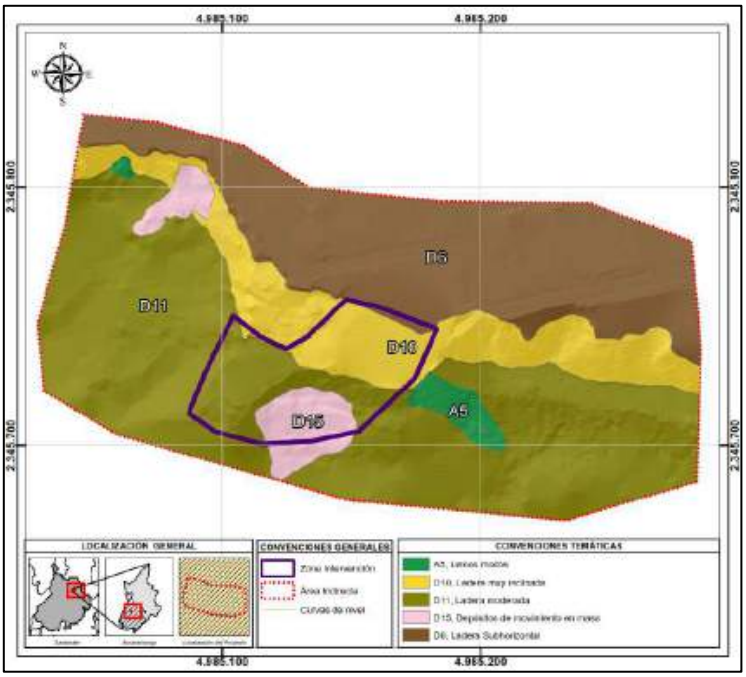


Figura 56. Unidades geomorfológicas para zona de estudio barrio gaitan.

7.1.6.2 Caracterización del medio biótico

7.1.6.2.1 Flora

En la zona de escarpa del municipio de Bucaramanga se encuentran diversos tipos de árboles, como el higuerón, el ficus, la ceiba, el mamoncillo, guayabos, saman, guadua, palma cocotero, Estas especies varían en tamaño, hojas y flores, y se adaptan a diferentes condiciones de humedad y altitud. La vegetación de esta zona es diversa y está influenciada por factores ambientales.

Además, la vegetación de esta zona está influenciada por las condiciones ambientales específicas de los ecosistema acuáticos y ribereños por los drenajes cercanos.

Es común encontrar vegetación compuesta por árboles y arbustos que requieren de humedad constante. Entre las especies vegetales presentes pueden encontrarse el sauce, el aliso, la caña brava, el helecho y otras plantas, estas plantas desempeñan un papel importante en la protección de las riberas de la quebrada, ayudando a prevenir la erosión del suelo y proporcionando sombra y refugio para la fauna local.
En las áreas cercanas crecen árboles como el cedro y especies de palmas. Estas especies arbóreas contribuyen a mantener la biodiversidad y aportan al equilibrio ecológico del ecosistema.

Además de la vegetación arbórea, también se pueden encontrar arbustos y plantas herbáceas en los alrededores. Estas plantas pueden incluir especies de plantas brindan cobertura vegetal adicional y contribuyen a la estabilización del suelo.

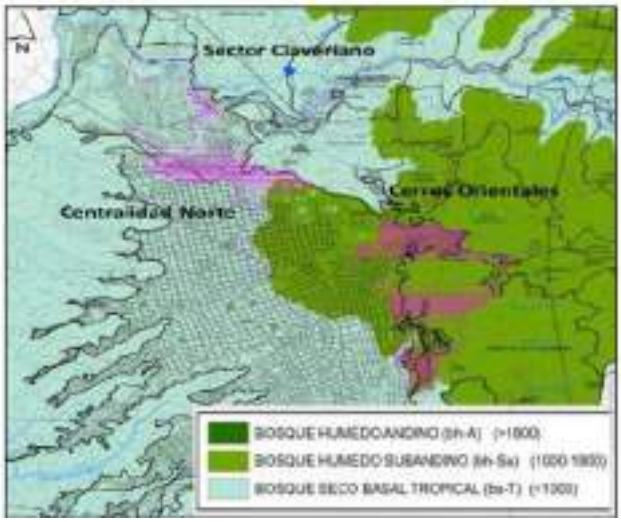


Figura 57. Zonas de vida.

7.1.6.2.2 Recurso Flora

- **Flora presente en el área de estudio**

El sitio de estudio se observa una vegetación boscosa donde se observan especies como: Ficus (Ficus sp), ficus benjamin (Ficus benjamina), Higurron (Ficus glabrata), Matarraton(Gliricidia sepium) Mamon(Melicoccus bijugatus), Bambu (Bambusa vulgaris), Yarumo (Cecropia peltata), Chitato (Muntingia Calabura), Orejo (Enterolobium cyclocarpum), Angelino (Platymiscium pinnatum), Macanillo (Platymiscium pinnatum), Saman (Samanea saman), Cedro (Cedrela odorata), Ceiba (Ceiba pentandra), Copiillo (Xylopia aromatica),Curo macho (Persea caerulea),Falso balso (Heliocarpus popayanensis), Guacharaco (Cupania cinérea), Tibigaro (Astronium graveolens), Hobo (Spondias mombin), Mano de oso (Oreopanax floribundum), Moncoro (Cordia gerascanthus), Palma de corozo (Acrocomia aculeata), Tachuelo (Zanthoxylum rhoifolium), Swinglea (Swinglea glutinosa) esta última como setos plantada por comunidad.

El sitio presenta un deslizamiento de tipo traslacional que afecto un área de parte superior nororiental, oriental la cual limita con la infraestructura urbana.

7.1.6.2.3 Recurso Fauna

La zona de escarpa del muncipio alberga una importante presencia de fauna, a continuación, se describe la fauna urbana más predominante presente en éstas zonas del municipio de Bucaramanga:

Fauna urbana de clase mamífera. Ardillas (Sciurus sp.), fara (dildelphis marsupialis); el puerco espín (coendú prebensilis), murciélago (saccopteryx bilineata), Murciélago fantasma, (Diclidurus albus), el maco (patos flavus), comadreja de cola larga (mustela frenata), armadillo (Dasypus novemcintus) Ratón de campo (oryzomys),

Fauna urbana de clase aves El chulo común Carroñero, Milvago chimachima garrapatero, siete de la familia de turdidae, azulejo thaupis episcopus, copeton zonotrichia capensis, el toche (icterus chrysater), y el Picidae: Melanerpes rubricapillus el Carpintero, los cuales se adaptan fácilmente a los ecosistemas intervenidos.

Fauna urbana de clase Anfibios Bufu marinus, "Sapos" con alta distribución y adaptabilidad a ecosistemas muy intervenidos otro género que abunda en los cauces

y orillas de las quebradas, hyla sp, y E genero Eleutherodactiylus es más diversificado entre todos los Anfibios y bolitoglossa- como las salamandras de la familia plethodontidae.

Fauna urbana de clase reptiles. Camaleones (Anolis sp) el lobo pollero (Tupinambis nigropuntactus), en el suborden de los ofidios las serpientes más comunes en la zona son: La verde (chironius carinatus), la cazadora negra sin identificación clara (colubridae), las corales que según los testimonios no hacen diferenciación de las verdaderas y las corales falsas (Micrurus mipartitus) se encuentra reportada la serpiente (Erytholamprus aesculapii), talla x especie venerosa mortal.

Los reptiles y anfibios Son los dos grupos menos representados en la fauna urbana, especies reportadas según la caracterización, el informe POT concluye que según estudios realizados por la corporación CDMB, la primera causa de afectación de la fauna es la destrucción de sus hábitats.

Lamentablemente por motivos de falta de oportunidades y la misma situación económicas con lleva a las personas a incrementar sus actividades y es así cuando incrementa la expansión de actividades agrícolas, ganaderas y procesos de colonización, al consumo de leña incendios forestales y construcción de obras civiles. Otra de las causas es la contaminación que se genera en las zonas ya sea por residuos sólidos y otro factor que resalta es la caza indiscriminada para alimento o comercialización, ornamentación o caza deportiva la que genera la pérdida de biodiversidad.

En el área urbana se indica la presencia de algunos pequeños mamíferos, conformados por los murciélagos, ardillas y roedores como los ratones.

7.1.6.3 Caracterización del medio socioeconómico

El barrio Gaitán en Bucaramanga está estructurado de la siguiente manera:

- Viviendas: El barrio cuenta con una variedad de viviendas, que incluyen desde casas unifamiliares, apartamentos, posiblemente algunas edificaciones comerciales y algunos asentamientos. Estas viviendas se distribuyen a lo largo de las calles y avenidas del barrio.
- Calles y vías: El barrio Gaitán cuenta con una red de calles y vías que conectan las diferentes áreas del barrio. Estas vías son pavimentadas y

permiten la circulación de vehículos y peatones. También puede haber calles más estrechas o sin pavimentar en algunas zonas.

- Equipamientos comunitarios: En el barrio Gaitán se pueden encontrar diversos equipamientos comunitarios que brindan servicios y espacios de encuentro para los residentes. Esto incluye parques, plazas, centros educativos, centros de salud, iglesias y establecimientos comerciales. Estos equipamientos están distribuidos estratégicamente en diferentes partes del barrio.
- Zonas verdes: Es posible que el barrio Gaitán cuente con áreas verdes, como parques y zonas ajardinadas, que brindan espacios de recreación y esparcimiento para los residentes.
- Zonas residenciales y comerciales: El barrio puede tener áreas específicas dedicadas a la vivienda, donde predominan las casas y los apartamentos. También puede haber zonas comerciales con establecimientos comerciales como tiendas, supermercados, restaurantes y otros negocios.

Este sector hace parte de las obras de mejoramiento propuestas por la alcaldía de Bucaramanga para el año en curso. Especialmente se hizo enfoque en recuperar andenes, y centros educativos.

7.1.6.4 Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales

Para el desarrollo de las obras de mitigación propuestas se requiere el aprovechamiento de los siguientes recursos y permisos ambientales:

Tabla 68. Identificación de permisos requeridos

RECURSO	TRÁMITE, DOCUMENTO O PERMISO REQUERIDO
AGUA	Provisional Acueducto Municipal
MATERIALES DE CANTERA	Solicitar licencia de extracción a las canteras utilizadas para la compra de agregados minerales.
APROVECHAMIENTO FORESTAL	Se requiere realizar inventario forestal y permiso de las especies forestales con DAP mayor a 10 cm que se encuentran en el área de intervención.
DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS Y RCD	Relleno Sanitario para residuos no aprovechables, gestores autorizados para residuos aprovechables y peligrosos.
DISPOSICIÓN DE RCD	Permisos ambientales de gestores autorizados para manejo de RCD.

7.1.7 Evaluación ambiental

7.1.7.1 Descripción de actividades e identificación de impactos ambientales

A continuación, se relacionan de manera general las actividades que se consideran de mayor relevancia del proceso constructivo y que serán objeto de identificación y valoración de impactos.

7.1.7.2 Descripción de Actividades y Aspectos ambientales asociados

Tabla 69. Listado de actividades y aspectos ambientales

	ACTIVIDADES	ASPECTOS AMBIENTALES
1	Construcción de anclajes activos.	Remoción de vegetación Remoción capa orgánica del suelo Remoción del suelo Consumo de agua Consumo de materiales Generación de residuos Generación de RCD Construcción de campamentos Ocupación de espacio público y vías de circulación. Presencia de personal en el sector
2	Aplicación de concreto lanzado sobre el talud.	Consumo de agua Consumo de materiales Generación de residuos Generación de RCD Endurecimiento de superficies
3	Construcción de drenes de penetración	Consumo de materiales Generación de residuos Generación de RCD
4	Construcción de zanjas de coronación y estructuras de disipación de energía.	Consumo de materiales Generación de residuos Generación de RCD

7.1.7.3 Relación de componentes ambientales y posibles impactos con proyecto

Tabla 70. Listado de impactos ambientales a evaluarse por componente

MEDIO	COMPONENTES/ ELEMENTOS	IMPACTOS
ABIÓTICO	AGUAS SUPERFICIALES	Alteración de la capacidad de transporte del agua
	ATMOSFÉRICO	Alteración de la calidad del aire por gases y material particulado
		Alteración de los niveles de ruido
	SUELOS, GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo
		Alteración del suelo orgánico o agrológico
		Contaminación por generación de residuos y RCD
	PAISAJE	Alteración del paisaje
BIÓTICO	FAUNA Y FLORA	Variación de la cobertura vegetal
		Desplazamiento de especies
SOCIOECONÓMICO	CULTURAL	Alteración de patrones culturales
		Intervención del patrimonio arqueológico histórico o arquitectónico
	ECONÓMICO	Modificación del nivel de ingresos de la población
		Variación del presupuesto de la región
		Cambio en la oferta laboral
		Alteración del valor de la propiedad
	ESPACIAL	Alteración de infraestructura existente
		Variación en la cobertura y calidad de servicios públicos
		Variación en el volumen del tránsito vehicular
	POLITICO - ORGANIZATIVO	Fortalecimiento institucional y comunitario
		Generación de expectativas en la comunidad

7.1.7.4 Metodología para la evaluación ambiental

De acuerdo con las actividades inherentes a la construcción de los diseños presentados y en base en la caracterización ambiental del área de influencia, se realizará la identificación y posterior evaluación de impactos ambientales.

Dentro del análisis previo se han descrito las actividades a realizar junto con los aspectos ambientales asociados, posteriormente se re incluido la identificación y posterior valoración de los posibles impactos ambientales involucrados en los componentes físicos, bióticos y sociales, que se presentan por la ejecución del proyecto, y así determinar los recursos más afectados para posteriormente establecer las medias de manejo ambiental de aquellas actividades generadoras de alteraciones al medio natural.

La metodología de calificación de impactos ambientales es subjetiva, ya que se basa en la valoración dada por el profesional ambiental basado en su conocimiento y en la caracterización ambiental del área de estudio, sin embargo permite traducir o transformar, esta valoración subjetiva, en una valoración numérica, que permita interrelacionar los factores de cada impacto y obtener una calificación final de la Importancia Ambiental del impacto, con la que se puede identificar qué impacto tiene más relevancia y que actividad genera mayores impactos sobre cada uno de los componentes ambientales.

A continuación, se detalla una metodología de LAGO PEREZ LAZARO, simple y que abarca los aspectos ambientales de evaluación. Esta metodología, a diferencia de la matriz de Leopold, del sistema de Batelle y otras, cuantifica los impactos ambientales del proyecto por medio de cálculos, medidas y estimaciones, propiciando una identificación de las actividades o acciones que se realizarán durante las distintas fases de ejecución del proyecto, susceptibles de provocar impactos4.

Para el análisis de los diferentes aspectos ambientales se utilizó la secuencia **ACTIVIDAD–ASPECTO–IMPACTO** de acuerdo con las siguientes definiciones:

- **ACTIVIDAD:** Cada una de las acciones, procesos, operaciones o labores requeridas que se llevan a cabo en las distintas fases establecidas para el proyecto.

[4] *LAGO PÉREZ, Lázaro,* Metodología general para la evaluación de impacto ambiental de proyectos, Cap. 3: Línea Base Ambiental para Proyectos de Obra o Actividad. Pág. 8-18

- **ASPECTO:** Proceso del componente físico, biótico o socioeconómico, que es activado, suspendido o modificado por alguna de las actividades desarrolladas en el proyecto.

- **IMPACTO:** Es el cambio neto, que puede ser benéfico o perjudicial, sobre el medio ambiente biofísico o socioeconómico, generado por actividades desarrolladas en el proyecto.

Una vez identificados los aspectos ambientales más relevantes de cada grupo de actividades se procedió a identificar sus posibles impactos dependiendo del recurso aprovechado o utilizado.

7.1.7.4.1 Determinación de la importancia ambiental de los impactos ambientales identificados.

Se aplicó la secuencia ACTIVIDAD – ASPECTO – IMPACTO, para la identificación de los impactos ambientales asociados al proyecto.

Partiendo de dicha secuencia, se evaluaron los impactos ambientales mediante el calculó del "Índice de Importancia Ambiental (I.I.A.)", que se obtiene a partir de la valoración de los siguientes parámetros:

- **Carácter**

Define el sentido del cambio producido por una acción del proyecto sobre el ambiente. Puede ser positivo cuando el impacto produce un efecto benéfico o negativo cuando el impacto produce un efecto perjudicial.

- **Reversibilidad (Re)**

Define si los cambios provocados por alguna actividad del proyecto sobre el medio pueden ser corregidos o recuperados espontáneamente por la naturaleza o el hombre.

- **Probabilidad de ocurrencia (Pr)**

Califica la posibilidad que se genere un impacto. Este parámetro se califica entre 0,3 y 1,0, dentro de los rangos definidos en la siguiente Tabla:

Tabla 71. Rango de probabilidad (Pr).

RANGO	CALIFICACIÓN
Cierto	1,0
Muy Probable	0,8
Probable	0,5
Poco Probable	0,3

- **Desarrollo (De)**

Califica el tiempo en que el impacto se desarrolla completamente, es decir, como evoluciona el impacto desde que se origina hasta que se manifiestan sus consecuencias. El Desarrollo se califica según la siguiente Tabla.

Tabla 72. Rango de Desarrollo (De).

RANGO		CALIFICACIÓN
Muy Rápido	(D<mes)	1,0
Rápido	(entre 1 y 6 meses)	0,8
Medio	(entre 6 y 12 meses)	0,6
Lento	(entre 12 y 24 meses)	0,4
Muy Lento	(D>24 meses)	0,2

- **Permanencia (Pe)**

Califica el período y existencia del impacto, y sus consecuencias, independiente de toda acción de mitigación o corrección. La calificación se hace de acuerdo con el rango establecido en la siguiente Tabla:

Tabla 73. Rango de Permanencia (Pe).

RANGO		CALIFICACIÓN
Permanente	(>10 años)	10
Larga	(entre 3 y 10 años)	8
Media	(entre 1 y 3 años)	6
Corta	(entre 3 y 12 meses)	4
Muy Corta	(<3 mes)	2

- **Magnitud (M)**

Califica la dimensión del cambio ambiental producido sobre un determinado recurso del ambiente. Para calificar esta variable se utiliza la combinación de dos variables: la gravedad - Gr y la cobertura – Co como se observa a continuación.

Tabla 74. Valores de Gravedad (Gr).

RANGO	CALIFICACIÓN
Grave	7
Significativo	5
Medio	3
Poco significativo	1

Tabla 75. Valores de Cobertura (Co).

RANGO	CALIFICACIÓN
Regional	3
Local	2
Puntual	1

El resultado de la suma aritmética de la Gravedad y la Cobertura constituye el valor relativo de la magnitud, que se expresa en términos cualitativos según la Tabla.

Tabla 76. Valores de Magnitud(M).

RANGO	CALIFICACIÓN
Muy Alta	9-10
Alta	7-8
Medio	4-6
Bajo	1-3

Índice de Importancia Ambiental (I.I.A.): Es el resultado final que se obtiene al integrar las anteriores variables mediante la siguiente formula:

I.I.A. = Pr { a (De * M) + b (Pe) }

Donde a = 0.6 y b = 0.4, coeficientes de ponderación.

La calificación obtenida puede oscilar entre 1 y 10, y de acuerdo con el resultado obtenido el impacto se clasifica, así:

Tabla 77. Rango del Índice de Importancia Ambiental.

RANGO	CALIFICACIÓN	COLOR
Muy Alta	9 –10	MUY ALTO
Alta	7 – 8.9	ALTO
Media Alta	5.9 - 6.9	MEDIO ALTO
Media Baja	4 – 5.9	MEDIO
Baja	1 – 3.9	BAJO

La valoración se realiza con el fin de transformar una opinión subjetiva, basada en la caracterización ambiental, en un número cuya interpretación permite establecer la importancia o significancia del impacto.

7.1.7.5 Matriz de evaluación de impactos ambientales

A continuación, se presentan la matriz de impactos ambientales de acuerdo con cada una de las etapas diseñadas para el proyecto.

Tabla 78. Matriz de evaluación de impactos.

ACTIVIDAD	MEDIO	COMPONENTE	IMPACTOS	CARÁCTER	Re	Pr	De	Pe	Gr	Co	M	De * M	IIA	IMPORTANCIA
OBRAS DE MITIGACION BARRIO GAITAN Construcción de anclajes activos Aplicación de concreto lanzado sobre talud Construcción de drenes de penetración Construcción de zanjas de coronación y estructura de disipación de energía.	ABIOTICO	ATMOSFERICO	Alteración de la calidad del aire por gases y material particulado	NEGATIVO	R	1	0,8	4	3	2	5	4	4	MEDIO
			Alteración de los niveles de ruido	NEGATIVO	R	1	0,8	4	3	2	5	4	4	MEDIO
		PAISAJE	Alteración del paisaje	NEGATIVO	R	1	0,8	10	5	2	7	5,6	7,36	ALTA
		SUELOS, GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo	POSITIVO	I	0,8	0,8	8	5	2	7	5,6	5,248	MEDIO
			Alteración del suelo orgánico o agrológico	NEGATIVO	I	0,8	0,8	10	3	2	5	4	5,12	MEDIO
	BIOTICO	FAUNA FLORA	Variación de la cobertura vegetal	NEGATIVO	I	1	0,8	10	5	2	7	5,6	7,36	ALTA
			Cambio en la dinámica de comunidades faunisticas	NEGATIVO	I	0,3	0,8	4	3	2	5	4	1,2	BAJA
	SOCIOECONOMICO	ECONOMICO	Alteración del valor de la propiedad	POSITIVO	R	0,8	0,8	8	5	2	7	5,6	5,248	MEDIO
		CULTURAL	Alteración de patrones culturales	NEGATIVO	R	0,5	0,8	4	1	2	3	2,4	1,52	BAJA
		ESPACIAL	Alteración de infraestructura existente	NEGATIVO	I	1	0,8	10	5	2	7	5,6	7,36	ALTA
			Variación en el volumen del tránsito vehicular	NEGATIVO	R	0,8	0,8	4	5	2	7	5,6	3,968	BAJO
		POLITICO - ORGANIZATIVO	Fortalecimiento institucional y comunitario	POSITIVO	R	1	0,8	10	5	2	7	5,6	7,36	ALTA
			Generación de expectativas en la comunidad	NEGATIVO	R	0,5	0,8	4	3	2	5	4	2	BAJA

7.1.7.6 Análisis de impactos

Del total de impactos identificados para las actividades del proyecto el 77% son negativos y el 23% son positivos.

Los impactos positivos están asociados al componente suelo y al componente socioeconómico, ya que las obras mejoraran las condiciones de estabilidad del suelo, alterando sus características, pero mejorando las condiciones de seguridad.

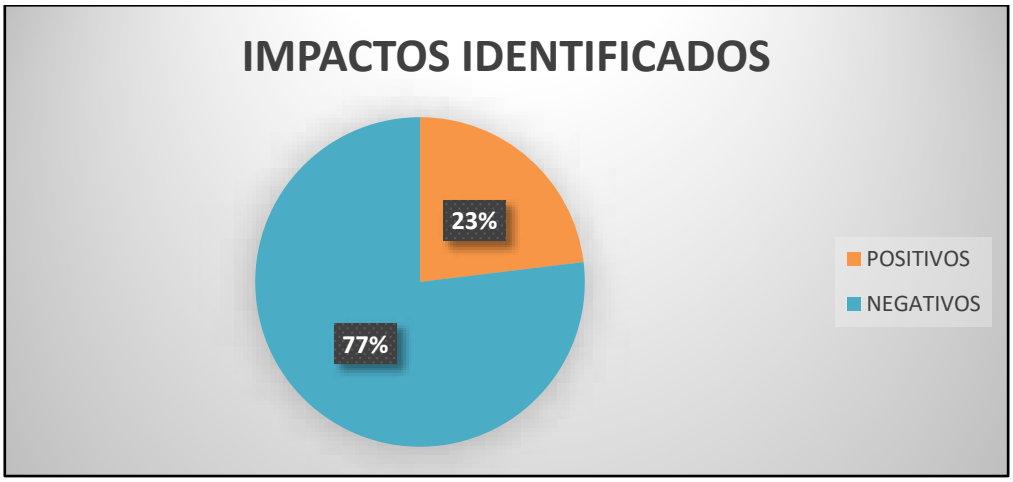


Figura 58.Impactos identificados.

Dentro de los impactos de importancia alta se encuentran la alteración del paisaje, la afectación a la cobertura vegetal, la alteración de la infraestructura existente y positivo se encuentra el fortalecimiento institucional y comunitario asociado a obras de mitigación realizadas por el municipio.



Figura 59.Importancia de los impactos.

7.1.8 Programas de manejo ambiental

Se formula el siguiente plan de manejo ambiental a partir del análisis efectuado en la identificación y evaluación de impactos ambientales, cuya base es la descripción, el análisis y el reconocimiento del área de influencia directa, información contenida en la Línea Base Ambiental del presente documento.

Los programas de manejo ambiental contienen las medidas de manejo necesarias para prevenir, mitigar, controlar, proteger o compensar los posibles impactos identificados y tiene como fin brindar herramientas para la ejecución del proyecto

El Plan de Manejo Ambiental tiene como objetivo brindar las herramientas necesarias para el buen manejo de los elementos constituyentes del medio físico, biótico y socioeconómico, durante el desarrollo de las actividades definidas para el proyecto.

Estos programas deberán ser objeto de seguimiento por un profesional del área ambiental y se deberá informar a la entidad contratante sobre los resultados de la implementación y efectividad de los mismos.

A continuación, se presentan las fichas de manejo aplicables a las diferentes etapas del proyecto y zonas de intervención.

CÓDIGO	NOMBRE DEL PROGRAMA
P-1	MANEJO AMBIENTAL DE LA COBERTURA VEGETAL Y ACTIVIDADES DE DESCAPOTE Y LIMPIEZA
P- 2	MANEJO DE FAUNA SILVESTRE Y PROTECCIÓN DE HABITATS
P-3	MANEJO DE EXCAVACIONES, RELLENOS Y AFIRMADOS
P-4	MANEJO Y TRANSPORTE DE ESCOMBROS, MATERIALES SUELTOS Y AGREGADOS MINERALES
P-5	MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS Y RCD
P-6	MANEJO AMBIENTAL DE INSTALACIONES PROVISIONALES
P-7	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL Y AISLAMIENTO DEL ÁREA DE CONSTRUCCIÓN.
P-8	CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICA Y RUIDO

P-9	MANEJO DE VEHÍCULOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS
P-10	EDUCACIÓN, INDUCCIÓN DE PERSONAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
P-11	INTERVENTORÍA Y MONITOREO AMBIENTAL
P-12	INFORMACIÓN Y PARTICIPACIÓN COMUNITARIA

Tabla 79. Listado de programación de manejo Ambiental.

7.1.8.1 Desarrollo de los programas de manejo ambiental

A continuación, se presenta cada uno de los programas con las actividades que se propone ejecutar.

Cada programa tiene establecidos objetivos y metas que permiten evaluar la eficiencia del mismo, además se establecen los tipos de medidas hacia los cuales se encuentran encaminadas las acciones del programa, tales medidas son las siguientes:

- Medidas de compensación: Son las acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos.

- Medidas de corrección: Son las acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por el proyecto, obra o actividad.

- Medidas de mitigación: Son las acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente.

- Medidas de prevención: Son las acciones encaminadas a evitar los impactos y efectos negativos que pueda generar un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente.

La evaluación de la efectividad de las medidas se deberá realizar con la medición mensual del cumplimiento de los metas establecidos en cada programa.

Tabla 80. Evaluación de efectividad PMA-1

PMA - 1	**MANEJO AMBIENTAL DE LA COBERTURA VEGETAL Y ACTIVIDADES DE DESCAPOTE Y LIMPIEZA**
Mediante este programa se busca garantizar la protección de la vegetación existente en el área del proyecto y establecer medidas de control cuando se requiera su intervención.	
Objetivos Controlar los impactos que ocasiona el proyecto durante su construcción por la intervención directa al recurso forestal. Establecer un procedimiento adecuado para la remoción y manejo de la vegetación existente.	Metas Realizar únicamente la intervención del componente forestal autorizado o requerido. Realizar el 100% de las podas y cortes con técnicas adecuadas. Proteger el 100% la vegetación adyacente a los sitios de trabajo. Disponer adecuadamente el 100% de los residuos generados en las actividades de remoción vegetal.
Impacto a controlar Alteración del paisaje. Perdida de especies nativas o endémicas. Alteración de los procesos de erosión del terreno por pérdida de cobertura vegetal.	Tipo de Medida Prevención Mitigación
DESARROLLO DEL PROGRAMA	
1. Identificación forestal de las zonas de intervención. Se realizó la identificación de las coberturas vegetales presentes en el sitio. Ver anexo 1. Donde se describe la cobertura vegetal como Tejido urbano continuo, Son espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más de80% de la superficie del terreno. La vegetación y el suelo desnudo representan una baja proporción del área del tejido urbano. Se evidencian especies con DAP superiores a 10 cm, en su mayoría sembrados por los propietarios de los predios, por lo cual se recomienda la realización de inventario forestal previo.	

Realizar el trámite de aprovechamiento forestal de las especies inventariadas que sea requerida su intervención para la ejecución de las obras.

2. Protección de zonas no intervenidas

Realizar la protección adecuada de los árboles o zonas verdes adyacentes a las obras, mediante el aislamiento con tela verde o cinta de protección, para evitar daños que se puedan causar con la ejecución o en la construcción de accesos al sitio de obra.

Se deberán garantizar medidas de control para movimientos de maquinaria y equipo para que son sus maniobras no afecte las ramas de árboles ni la vegetación adyacente.

De igual manera se prohíbe usar los árboles que permanecen en pie para ejecutar cualquier tipo de construcción provisional, su uso para ubicar materiales o elementos personales de los trabajadores.

No se permitirá la remoción de vegetación o árboles para ubicación de infraestructura temporal o disposición de materiales.

3. Disposición de residuos vegetales

Disponer el material vegetal de manera adecuada, en las escombreras autorizadas que se relacionan en el programa de manejo integral de residuos sólidos y RCD.

Los productos de tala podrán ser donados a la comunidad para usos domésticos y deberán destinarse para cercas, construcciones domésticas, varas entre otros. Para ello se deberá contar con un acta de donación como soporte de esta disposición.

CRONOGRAMA DE EJECUCION	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades de construcción y se mantendrá hasta su terminación.	En el área de obras de mitigación del barrio Gaitan.
RESPONSABLES	
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental	

Tabla 81. Evaluación de efectividad PMA-2

PMA - 2	**MANEJO DE FAUNA SILVESTRE Y PROTECCIÓN DE HABITATS**
Establecer medidas de para garantizar la protección de la fauna localizada en la zona de influencia directa del proyecto, mediante medidas de control y capacitación a los trabajadores.	
Objetivos Minimizar la afectación a la fauna silvestre, que pueda generarse por las actividades constructivas y operativas del proyecto. Proteger la fauna silvestre presente en el área de intervención del proyecto	**Metas** Número de reportes de individuos afectados = 0 Número de individuos rescatados = al número de individuos relocalizados.
Impacto a controlar Afectación, muerte o daño de especies de fauna silvestre.	**Tipo de Medida** Prevención Mitigación
DESARROLLO DEL PROGRAMA	
1. Ahuyentamiento, rescate y relocalización de individuos de fauna. Debido a que la zona se encuentra en un área de vegetación boscosa, se recomienda realizar previamente al inicio de las obras realizar un monitoreo de fauna mediante la metodología de evaluación ecológica rápida, con el fin de determinar la presencia de fauna, nidos, madrigueras entre otros con el fin de establecer medidas preventivas para su cuidado. Se deberá presentar un informe previo sobre la fauna y el plan de acción implementado durante las actividades de intervención. Se llevará registro fotográfico de estas actividades y se anexará en el informe ambiental, en donde se presentará el listado de las especies encontradas. La implementación de las medidas de manejo de fauna deberá extenderse durante la ejecución de las obras.	

Si se llega a causar alguna afectación de alguna especie, deberá realizarse el manejo veterinario respectivo hasta su recuperación y evaluar adecuadamente su relocalización con acompañamiento de un profesional veterinario y la autoridad ambiental.

2. Programas de capacitación y educación ambiental

En la inducción ambiental se deberá sensibilizar al personal sobre la importancia de la preservación de los recursos naturales entre ellas la protección de la fauna.

Los temas que se involucrarán serán los siguientes:

Normas generales de conducta dentro de la obra.
Manejo de la fauna silvestre en la zona del proyecto.
Leyes normativas sobre protección de fauna y las sanciones existentes para quienes las infrinjan.

Control del ruido en maquinaria y equipos
Los equipos de trabajo y la maquinaria deberán estar en adecuadas condiciones mecánicas y de ser necesario provistos de silenciadores para minimizar los niveles de ruido producido y evitar que sobrepasen los límites establecidos.

Así mismo no deben permanecer encendidos durante mucho tiempo si no es estrictamente necesario.

3. Prohibición de las actividades de caza y comercialización

Se prohibirá la caza por parte de los trabajadores vinculados de cualquier especie de fauna presente en la zona de intervención.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades de construcción y se mantendrá hasta su terminación.	En el área de obras de mitigación del barrio Gaitán.
RESPONSABLES Y PERSONAL REQUERIDO	
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental, biólogo o veterinario.	

Tabla 82. Evaluación de efectividad PMA-3

PMA - 3	**MANEJO DE EXCAVACIONES**
Con este programa se busca garantizar la estabilidad y la seguridad en las excavaciones o perfilamiento de taludes realizadas en el proyecto.	
Objetivo Prevenir la ocurrencia de derrumbes en el proyecto. Manipular correctamente los equipos y maquinaria para evitar de esta forma accidentes en el proyecto.	**Metas** # De derrumbes ocurridos durante las obras = 0 # de accidentes ocurridos durante las excavaciones = 0 Numero de frentes de obra cumpliendo con las medidas de manejo ambiental = 100%
Impactos a controlar Activación de procesos erosivos o derrumbes. Alteración de la calidad del aire Alteración de suelo orgánico	**Tipo de Medida** Prevención Corrección
DESARROLLO DEL PROGRAMA	
Las actividades de perfilado y excavación deben estar diseñadas de tal forma que se garantice la estabilidad del área intervenida, estas actividades se realizaran con la supervisión técnica de un profesional en seguridad y salud en el trabajo. De ser requerido se deberán establecer medidas activas de protección del talud ya sea mediante la ubicación de plástico grueso o chafarreo de zonas de riesgo. En el caso que se evidencie algún problema de inestabilidad se procederá a implementar medidas correctivas requeridas y la recuperación morfológica correspondiente. Los materiales excavados deberán ser ubicados en sitios de almacenamiento temporal, con una distancia mínima de 1.5 metros del borde de la excavación. Si se requiere el establecimiento de sitios de acopio temporales de material de excavación estos deberán ubicarse en sitios desprovistos de vegetación y cubrirse adecuadamente para evitar su dispersión.	

Durante el perfilado o intervención del talud, se recomienda la ubicación de protección mediante barricadas en la base del talud para evitar el desplazamiento de materiales hacia la vía, así como la ubicación de tela verde para prevenir el acceso a las zonas de excavación. No se podrá disponer materiales sobre vías, senderos peatonales o zonas verdes.

CRONOGRAMA DE EJECUCION	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades de excavación hasta la estabilización definitiva.	En el área de obras de mitigación del barrio Gaitán.

RESPONSABLES
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental

Tabla 83. Evaluación de efectividad PMA-4

PMA – 4	**MANEJO Y TRANSPORTE DE ESCOMBROS, MATERIALES SUELTOS Y AGREGADOS MINERALES Y RCD.**
Este programa busca establecer mecanismos que conduzcan a lograr adecuadas condiciones de almacenamiento, transporte y manejo de escombros y materiales sueltos para la construcción, derivados de las actividades del Proyecto.	
Objetivo Realizar un adecuado manejo, transporte y disposición final de los escombros y excedentes de excavación producidos en las actividades del proyecto.	**Metas** Evitar las emisiones de material particulado. Disponer el total de los escombros y materiales en sitios autorizados. Evitar la ocupación de áreas no permitidas por la disposición inadecuada de escombros.
Impactos a controlar Afectación a la comunidad Alteración de la calidad del suelo Alteración de la calidad del aire Deterioro del paisaje por inadecuada disposición de residuos de excavación y escombros.	**Tipo de Medida** Prevención Corrección

DESARROLLO DEL PROGRAMA

1. **Adquisición de materiales**

Los agregados minerales deben provenir de los sitios debidamente avalados, con sus permisos y licencias ambientales y mineras vigentes.

2. **Almacenamiento de Materiales de construcción**

Los materiales de construcción ubicados dentro del frente de trabajo o almacenados temporalmente en los sitios aprobados para tal fin deben permanecer perfectamente demarcados y cubiertos.

Todo material de construcción depositado a cielo abierto en los frentes de obra y que no pueda ser utilizado durante la jornada laboral permanecerá debidamente demarcado, cubierto y señalizado.

Los sitios de almacenamiento temporal deberán estar alejados de escorrentías, canaletas, obras hidráulicas y deberán estar protegidos para evitar el arrastre con el agua superficial.

Los materiales no deben ubicarse sobre zonas peatonales o predios privados sin previo permiso.

3. Medidas para el transporte de materiales

Asegurar que los vehículos que transportan escombros tengan los platones o carrocerías adecuados para asegurar que la carga quede contenida en su totalidad, evitando perdidas de material durante el traslado.

Se debe tener presente que al cargar la volqueta el material no debe sobrepasar el nivel de enrase del volco para evitar así el derrame de materiales.

Es obligatorio cubrir la carga transportada con el fin de evitar dispersión de la misma o emisiones fugitivas, la cobertura debe caer sobre el contenedor 30 cm a partir del borde superior del platón vehículo.

El contenedor o platón debe estar constituido por una estructura continua que en su contorno no contenga roturas, perforaciones, ranuras o espacios.

Se deberá garantizar medidas de protección para evitar que el material de corte se desplace a zonas verdes.

En caso de presentarse algún derrame accidental de concreto o algún material, éste deberá recogerse de forma inmediata.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio Gaitán.
RESPONSABLES	
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental	

Tabla 84. Evaluación de efectividad PMA-5

PMA - 5	**MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y RCD**
En la etapa de construcción es necesario contar con un programa para clasificar, almacenar correctamente, reutilizar, reciclar y disponer adecuadamente los residuos sólidos generados y material sobrante de la obra, con el fin de prevenir, controlar o mitigar los efectos adversos que puedan generarse como: contaminación del agua y suelo, generación de olores, vectores y roedores, generación de lixiviados, contaminación visual.	
Objetivo Garantizar la recolección, almacenamiento y disposición final de los residuos sólidos generados en el campamento y en las instalaciones provisionales de la obra. Establecer e implementar un programa de separación, manejo, transporte y disposición final para todos los residuos sólidos generados en el proyecto que tienda a minimizar la generación de residuos y promover medidas de reciclaje.	**Metas** Mantener condiciones adecuadas de orden y aseo en la obra. Gestionar adecuadamente todos los residuos generados. Contar con el 100% de las certificaciones de disposición de residuos generados durante la ejecución de las obras.
Impacto a controlar Proliferación de roedores y vectores Generación de olores ofensivos. Contaminación del suelo Problemas paisajísticos Contaminación del agua	**Tipo de Medida** Prevención Mitigación

DESARROLLO DEL PROGRAMA

1. **Clasificar y reducir en la fuente.**

Se ubicarán puntos de acopio de residuos en cada uno de los frentes de trabajo de acuerdo con el código de colores establecido mediante la resolución 2184 de 2019.

Se debe garantizar la separación de aquellos materiales RCD que son susceptibles de aprovechamiento. De acuerdo con la resolución 472 de 2017.

De acuerdo con las características del proyecto los residuos más comunes podrían ubicarse de la siguiente forma:

Se marcarán los recipientes así:

A. Residuos ordinarios o comunes (Color negro). Dentro de este recipiente se ubicarán todos los residuos de tipo ordinario que no representan valor comercial tales como: Residuos de alimentos, papel y plástico contaminados con alimentos, icopor papel aluminio, papeles sanitarios entre otros.
B. Reciclaje de vidrio, papel y cartón. (color blanco). Dentro de este recipiente se ubicarán aquellos residuos de cartón provenientes de los empaques de los insumos del proyecto, papel de oficinas, envases de vidrio entre otros materiales reciclables.
C. Residuos Orgánicos aprovechables. (Color verde).



Imagen 6. Código de colores, manejo de residuos

D. Residuos Peligrosos (Color Rojo): Los residuos de tipo peligroso tales como envases o elementos contaminados con combustibles, residuos de enfermería, pegantes u otros insumos que hayan tenido con sustancias químicas peligrosas deberán disponerse en este tipo de color. Así como los elementos contaminados con combustibles y sustancias químicas.

E. Los RCD que puedan generarse tales como chatarra, sobrantes de excavación y escombros deberán manejarse de manera separada en los sitios de generación.

2. Almacenamiento

Los recipientes para el almacenamiento de residuos deben ser apropiados para la cantidad de residuos a generar, deben ser lavables y de fácil manipulación.

Los puntos ecológicos deben estar ubicados en sitios cubiertos del sol y la lluvia o en su defecto con una tapa protectora y ubicarse lo más cerca posible de los sitios de generación.

Todas las canecas utilizadas deberán contar con bolsas de colores de acuerdo con el tipo de color del recipiente.

Los residuos de tipo reciclable y ordinario se almacenarán en bolsas plásticas, en un sitio cubierto del sol y la lluvia y alejado de los cuerpos de agua, y en sitios que permitan controlar la presencia de roedores el tiempo de permanencia en la obra no superará las 24 horas.

3. Disposición final —reutilización, reciclaje y tratamiento—.

Se deberán informar sobre los horarios de recolección de residuos y realizar acuerdos con la empresa de aseo para la entrega de los residuos generados durante las obras.

Los residuos aprovechables que puedan generarse, como cartón, PET, PVC deberán entregarse a un gestor autorizado.

Los residuos peligrosos deberán ser entregados a un gestor autorizado del municipio y se deberán anexara los informes los certificados de esta disposición.

Para la disposición de los escombros y material sobrante, en el área metropolitana se cuenta actualmente con las siguientes escombreras autorizadas:

- Escombrera “Rancho Grande”, ubicada en el Km 2 Vía Piedecuesta – Bogotá antiguo INTRA, en el municipio de Piedecuesta. Autorizado mediante Radicado CDMB 11581 de 2009.

- Escombrera “El Parque”, ubicada en la escarpa del costado sur occidental de la meseta de Bucaramanga sobre la calle 104 del Barrio Porvenir de la ciudad de Bucaramanga. Autorizado mediante Radicado CDMB 11877 de 2013.

- Escombrera Cemex Suratá, ubicada en el Km4 de la vía al mar desde el municipio de Bucaramanga. Autorizado mediante Radicado CDMB 12235 de 2020.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	LUGAR DE APLICACIÓN
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio Gaitán. Áreas de Campamentos.
RESPONSABLES	
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental Trabajadores vinculados al proyecto	

Tabla 85. Evaluación de efectividad PMA-6

PMA – 6	**MANEJO AMBIENTAL DE CAMPAMENTOS E INSTALACIONES PROVISIONALES**
La implementación de este programa permite que el proyecto cuente con sitios adecuados para el aseo personal, consumo de alimentos y cambio de ropa de los trabajadores; oficinas de obra y sitios para almacenamiento de materiales necesarios para el desarrollo de las actividades propias de construcción.	
Objetivo Realizar un adecuado manejo, transporte Minimizar el impacto ambiental durante la adecuación, instalación y funcionamiento del campamento e instalaciones provisionales.	**Metas** Asegurar que la totalidad de las aguas residuales generadas sean gestionadas adecuadamente. Dotar la obra de instalaciones provisionales para el personal.
Impactos a controlar - Alteración del paisaje. - Alteración de la capa orgánica y contaminación de suelos. Generación de olores.	**Tipo de Medida** Prevención Corrección
DESARROLLO DEL PROGRAMA	
1. Instalación de campamento Se deberá contar con un campamento de obra con condiciones adecuadas para que el personal guarde sus pertenencias, donde puedan consumir sus alimentos y contar con un espacio para el descanso. Se deberá contar con servicio de agua para la hidratación y la higiene de manos. Se deberá contar con instalaciones sanitarias portátiles suficientes para el personal presente en el proyecto o garantizar la disponibilidad de uso en una oficina o bodega cercana los frentes de trabajo, lo importante es que se encuentre conectada a la red de alcantarillado local. Se debe realizar un adecuado control de los residuos líquidos que se generan en el proyecto, por ningún motivo se podrán disponer sobre el espacio público, sumideros o zonas verdes.	

El campamento deberá contar con los elementos mínimos para la atención de emergencias los cuales se describen en el programa de educación, inducción y seguridad industrial. Al finalizar las obras se deberán desmantelar todas las instalaciones provisionales que se hayan establecido en el sitio del proyecto.	
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio Gaitán. Campamentos.
RESPONSABLES	
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental	

Tabla 86. Evaluación de efectividad PMA-7

PMA – 7	**SEÑALIZACIÓN TEMPORAL Y AISLAMIENTO DEL ÁREA DE CONSTRUCCIÓN**
Este programa comprende la implementación de medidas encaminadas a garantizar la adecuada demarcación e información de las actividades a desarrollar durante la construcción, con el fin de brindar seguridad e integridad física de los trabajadores, visitantes y comunidad del municipio para evitar en lo posible la ocurrencia de accidentes y alteraciones a los flujos peatonales y vehiculares.	
Objetivo Garantizar una adecuada señalización y aislamiento del área de construcción.	**Metas** Aislar el 100% del área de construcción y garantizar la restricción de entrada y salida de personal no autorizado. Instalación de las señales requeridas en el desarrollo de la obra. Cero accidentes interno y externo que puedan ser atribuibles a deficiencias en la señalización.
Impactos a controlar Alteración del flujo peatonal y vehicular Alteración del entorno paisajístico Incomodidades a la comunidad Riesgos de ocurrencia de accidentes	**Tipo de Medida** Prevención Corrección
DESARROLLO DEL PROGRAMA	
Señalización preventiva Se deberá contar con señalización adecuada en el área del proyecto, con el fin de prevenir el acceso de personal no autorizado a sitios de obra y proteger a la comunidad vecina de cualquier contingencia. Si se requiere la ocupación de la vía, se deberá contar con señalización preventiva vial, de acuerdo con lo establecido Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte – Resolución 1050 de 2004. Ubicar señalización de áreas de interés de la obra, tales como punto de acopio de residuos, campamento, almacén, elementos de atención de emergencias entre otras. etc.	

La señalización instalada deberá retirarse una vez finalicen las actividades de obra. Deberá instalarse protección de sumideros, alcantarillas y demás elementos que puedan saturarse o afectarse con sedimentos el desarrollo de las obras. Garantizar siempre que la maquinaria cuente siempre con un auxiliar de tráfico para sus desplazamientos.	
CRONOGRAMA DE EJECUCION	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio Gaitán. Campamentos.
RESPONSABLES	
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental	

Tabla 87. Evaluación de efectividad PMA-8

PMA – 8	**CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS Y RUIDO**
Este programa comprende todas aquellas medidas que permitan impedir o controlar las emisiones de gases de combustión, material particulado, polvo y ruido.	
Objetivo Establecer las medidas necesarias para prevenir y mitigar la alteración de la calidad del aire y ruido debido a fuentes fijas y fuentes móviles, durante las etapas de obras preliminares y construcción del proyecto. Establecer medidas para el control de olores ofensivos.	**Metas** Mantener controladas las fuentes de emisiones y ruido del proyecto, de tal forma que no se registren quejas y reclamos por parte de la entidad contratante. Reducir los riesgos sobre la salud de los trabajadores Mitigar los efectos del proyecto sobre la calidad del aire derivadas del movimiento de tierra y maquinaria. Minimizar la generación de ruido por acción de la operación de maquinaria y equipo.
Impacto a controlar Molestias a la comunidad Alteración de la calidad del aire Generación de ruido	**Tipo de Medida** Prevención Mitigación
DESARROLLO DEL PROGRAMA	
1. Manejo y control del material particulado Es muy importante para el desarrollo de este programa asegurar el adecuado aislamiento de las áreas de construcción. Seguimiento al humedecimiento periódico de las áreas o focos que puedan generar emisión de material particulado en exceso (excavación, traslado de materiales, traslado de escombros, aseo, entre otras). Asegurar que los vehículos involucrados en el proyecto cuenten con revisión tecnicomecanica vigente y se le realicen mantenimientos preventivos.	

Las volquetas deberán cubrir adecuadamente la carga transportada de acuerdo a lo establecido en el programa para el manejo y transporte de materiales de construcción y demolición.

2. Control del ruido

Garantizar el uso de elementos de protección auditiva para los trabajadores del proyecto en las actividades que sea necesario. (uso de taladros, maquinaria y equipo).

Las actividades generadoras de altos niveles de ruido deberán desarrollarse en horarios adecuados diurnos, suspendiendo actividades durante las horas de descanso, con el fin de evitar molestias a la comunidad.

De requerirse jornadas extendidas de trabajo se deberá tramitar el respectivo permiso con la entidad territorial y socializar las actividades con la comunidad vecina a las obras.

CRONOGRAMA DE EJECUCION	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio Gaitán.
RESPONSABLES	
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental	

Tabla 88. Evaluación de efectividad PMA-9

PMA – 9	**MANEJO AMBIENTAL DE VEHÍCULOS, MAQUINARIA Y EQUIPOS**
Este programa busca garantizar que la maquinaria y vehículos vinculados al proyecto cumplan con la normatividad ambiental y se incorporen sin causar mayor deterioro en el área de influencia del proyecto.	
Objetivo Establecer los requerimientos y procedimientos para el manejo de los vehículos, maquinarias y equipos de construcción que presten sus servicios al proyecto, cumpliendo con las normas ambientales y de transporte.	**Metas** Realizar mantenimiento preventivo - rutinario a toda la maquinaria, equipos y vehículos (cada 200 horas aproximadamente según horómetro) Cumplir el 100% de las medidas ambientales establecidas para minimizar los impactos ambientales en la operación de los vehículos maquinarías y equipos.
Impacto a controlar Alteración de la calidad del aire por gases y material particulado. Alteración de los niveles de ruido.	**Tipo de Medida** Prevención
DESARROLLO DEL PROGRAMA	
1. Documentos del vehículo y estado general: En el proyecto solo se contratarán vehículos que tengan actualizados los Certificados de Revisión Técnico Mecánica y el Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito, SOAT. Previo al inicio de una maniobra u operación, el Residente Ambiental y de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional verificará el estado de mantenimiento y conservación de los vehículos, la maquinaria y equipo destinado para atender las actividades de construcción, ordenando, si es del caso, su retiro del área de trabajo, al encontrar una novedad que no se le pueda dar solución en el sitio. **2. Capacitación de los conductores:**	

Se verificará constantemente las competencias de los conductores y operadores de los vehículos, maquinaria y equipos, a su ingreso, revisando que tengan la Licencia de Conducción vigente o los Certificados de Idoneidad, según el caso.

3. Manejo de combustibles

El mantenimiento a la maquinaria debe hacerse en centros autorizados (cambio de aceite y limpieza de filtros) de acuerdo al modelo y a sus necesidades de mantenimiento, según el trabajo de la misma o según el cronograma de mantenimiento de cada máquina.

Si se almacenan combustibles en el sitio de trabajo se deberá contar con un kit para atención de derrames, y deberá estar cerca de las zonas de abastecimiento de combustible.

El abastecimiento de combustibles deberá realizarse con ayudas mecánicas para evitar derrames accidentales.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio Gaitán.
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental	

Tabla 89. Evaluación de efectividad PMA-10

PMA – 10	**EDUCACIÓN, INDUCCIÓN DE PERSONAL Y SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**
Este programa se constituye como una herramienta para lograr un desarrollo del proyecto evitando los accidentes de trabajo, de igual forma es de vital importancia las capacitaciones al personal de la obra en los temas de manejo ambiental con el fin de concientizar y promover el cuidado al medio ambiente y la efectiva aplicación de los programas de manejo ambiental.	
Objetivos Minimizar los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales, brindado al personal de obra y a la comunidad en general un ambiente seguro; basados en la normatividad de riesgos profesionales vigente. Promover en los operarios el interés por el cuidado del medio ambiente	**Metas** Mantener las condiciones de vida y de salud de todos los trabajadores y mantenerlo en su más alto nivel de eficiencia, bienestar físico, mental y social. Minimizar la ocurrencia de accidentes leves, cero accidentes mortales y cero accidentes graves Proteger a las personas que visitan la zona de influencia del proyecto al igual que todos los trabajadores. Mitigar y controlar los impactos negativos al medio ambiente.
Impacto que controlar Afectación de la salud del personal de la obra por ocurrencia de accidentes de trabajo o enfermedades profesionales. Afectación de la salud de la comunidad que reside o transita por el sector.	**Tipo de Medida** Prevención
1. Capacitación de personal Todo el personal del proyecto deberá recibir charla de inducción donde se socialice el contenido de los programas del plan de manejo ambiental. De forma periódica se deberán realizar charlas sobre los siguientes temas propuestos: - Normas generales de conducta dentro del proyecto. - Manejo de la fauna silvestre en la zona del proyecto.	

- Leyes normativas sobre protección de fauna y las sanciones existentes para quienes las infrinjan.
- Manejo integral de residuos sólidos.
- Manejo ambiental de campamentos e instalaciones provisionales
- Orden y aseo.
- Capacitaciones diarias en temas de seguridad y salud en el trabajo.

Se deberán tratar como mínimo 2 temas de capacitación mensual.

2. Seguridad y salud en el trabajo

Se deberá contar con un programa de Seguridad y Salud en el trabajo para la ejecución del proyecto.

Se deberá contar en el proyecto con un profesional en el área de seguridad y Salud en el trabajo que realice inspecciones planeadas que permitan garantizar la seguridad y salud de los trabajadores.

Se deberá contar con los elementos de atención de emergencias. (Extintor, camilla y botiquín). Elementos que deben ser adecuados y suficientes de acuerdo al número de personas y campamentos.

CRONOGRAMA DE EJECUCION	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio Gaitán.
RESPONSABLES	
Ing. Residente de obra. Profesional ambiental	

Tabla 90. Evaluación de efectividad PMA-11

PMA – 11	**INTERVENTORÍA Y MONITOREO AMBIENTAL**
Este programa tiene como finalidad principal, darles estricto cumplimiento a los programas definidos en el Plan de Manejo Ambiental.	
Objetivo Controlar y garantizar el cumplimiento de los lineamientos ambientales establecidos, para mitigar, compensar y prevenir los impactos ambientales negativos que se puedan generar durante en la construcción del proyecto.	**Metas** Dar cumplimiento a los programas establecidos en el plan de manejo ambiental. Establecer un seguimiento y control ambiental durante todas las etapas del proyecto.
DESARROLLO DEL PROGRAMA	
1. Seguimiento por parte de personal idóneo Se recomienda contar con un profesional en el área de la ingeniería ambiental para la ejecución y seguimiento de los programas establecidos en el presente Plan de Manejo Ambiental. El personal responsable deberá encargarse del estricto cumplimiento de las medidas de manejo establecidas en los programas y cumplir con las siguientes actividades propuestas: **2. Actividades de seguimiento** Efectuar comprobaciones, chequeos, inspecciones para verificar la ejecución de los programas. Consignar las observaciones en una bitácora o libro de obra sobre las actividades realizadas. Verificar el cumplimiento de los correctivos, compromisos y responsabilidades que surjan de la Autoridad Ambiental o la entidad contratante.	

Verificar la eficiencia y eficacia de los diferentes programas para el adecuado manejo ambiental de obras civiles, y en caso necesario llevar a cabo las correcciones necesarias. Consignar en la bitácora las actividades realizadas, las inconsistencias de tipo ambiental que se detecten, solicitando las oportunas reparaciones y correcciones, según el caso.

Constatar las sugerencias, inquietudes y reclamos relacionados con los asuntos ambientales formulados por los empleados y trabajadores, por la comunidad en general, por la Autoridad Ambiental, o demás Autoridades, dejando constancia de ellas en la bitácora.

Realizar la medición de cada uno de los indicadores sugeridos en los programas de manejo.

Verificar el cumplimiento de la compensación solicitada dentro del permiso de aprovechamiento forestal.

El profesional ambiental deberá emitir los informes mensuales sobre el avance de la implementación de los programas de manejo ambiental.

CRONOGRAMA DE EJECUCION	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio Gaitán.
RESPONSABLES	
Profesional ambiental.	

Tabla 91. Evaluación de efectividad PMA-12

PMA – 12	**INFORMACIÓN Y PARTICIPACIÓN COMUNITARIA**
Este programa se realiza con el objetivo de involucrar de manera positiva a las comunidades del área de influencia del proyecto, con el fin de lograr el desarrollo del proyecto en armonía con las comunidades.	
Objetivo Mantener informada la comunidad sobre el tipo de obras a ejecutar y sus impactos a la comunidad y al área de influencia. Realizar una identificación de los aspectos sociales del área del proyecto, con el fin de establecer actividades de manejo para disminuir las afectaciones al área de influencia directa.	**Metas** Quejas y reclamos asociados al proyecto: 0 Actividades programadas con la comunidad / actividades ejecutadas con la comunidad * 100 = 100% Dar respuesta efectiva al 100% de quejas y reclamos interpuestos por las autoridades y comunidades del área de influencia. Actas de vecindad requeridas y ejecutadas al 100%
DESARROLLO DEL PROGRAMA	
1. Actas de vecindad Se deberán realizar las actas de vecindad y obtener los permisos requeridos por los propietarios de los predios a intervenir y los cercanos a ellos. Estas actas deben ser firmadas por sus propietarios o por quien este autorice de manera formal. **2. Información a la comunidad** Se deberá realizar una reunión de inicio del proyecto con la comunidad, donde se presenten las fases, la organización de las obras y las afectaciones y medidas de control y mitigación que se van a implementar.	

Se debe informar a la comunidad sobre los mecanismos para la presentación de peticiones quejas y reclamos asociados con las obras, así como la forma de atención de los mismos, de acuerdo a lo que se determine ya sea en horarios de atención física, a través de correos electrónicos o líneas telefónicas. Lo importante es que exista un medio de comunicación para la comunidad y los líderes comunales.

CRONOGRAMA DE EJECUCION	**LUGAR DE APLICACIÓN**
El presente programa entra en vigencia desde el inicio de las actividades hasta el fin del proyecto.	En el área de obras de mitigación del barrio Gaitán.

RESPONSABLES
Ing. Residente de obra. Profesional social o ambiental.

7.2 PLAN DE MANEJO DE TRANSITO

7.2.1 Tipo de obra

Este proyecto pretende realizar obras de mitigación puesto que se presentó un deslizamiento de tipo traslacional, que afecto un área aproximada de 1 hectárea.
En las inspecciones de campo se identificó un antiguo muro en gaviones, el cual resulto afectado por la magnitud del deslizamiento.
En este sector, los deslizamientos están relacionados con la saturación de suelos sueltos y rellenos antrópicos, que conforman en su mayoría la ladera y sobre los cuales se han construido gran parte de las viviendas en este sector.

En este sector se plantean las siguientes obras de mitigación:

- Construcción de anclajes activos sobre los taludes expuestos, con separación vertical y horizontal de 2.0 metros.
- Como medida de control de erosión para evitar que se sigan aumentando los problemas de inestabilidad, se recomienda el uso de concreto lanzado.
- Con el fin de disminuir la probabilidad de ascensos de los niveles freáticos en el área en estudio, se recomienda la construcción de drenes de penetración, en la parte baja del proyecto con un espaciamiento de 6.0m horizontalmente.
- Para el manejo de las aguas de escorrentía directa, se proponen zanjas de coronación y estructuras de disipación de energía

7.2.2 Tiempo de Ejecución

El tiempo de ejecución del proyecto es de diez (10) meses, contados desde la fecha establecida mediante la orden de inicio impartida por la entidad contratante.

Ver documento adjunto – Cronograma de Obra

Horario de trabajo: de 7:00 am a 05:00 pm de lunes a viernes y sábados de 07:00 am a 12:00 pm

7.2.3 Equipo a emplear

En esta etapa de construcción del proyecto se empleará la siguiente maquinaria, las cuales tendrán inspecciones permanentes para verificar el cumplimiento de la señalización, transporte de materiales, entre otras, dando cumplimiento al Código Nacional de Tránsito.

Tabla 92.Relación de maquinaria
Fuente: Elaboración propia.

HERRAMIENTAS Y EQUIPOS MÍNIMOS PARA OBRA CIVIL		
DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD
Volquetas	Capacidad mínima de 6 metros cúbicos	3
Mezcladora Concreto	Capacidad Mínimo de un (01) bulto	3
Vibrador de Concreto	Eléctrico tipo agua	3
Retroexcavadora	Automática	1
Compactador Manual tipo rana	Compactador manual (saltarín) peso operación mayor 52 (Kg).	3
Martillo demoledor	Demoledor hexagonal mínimo 30 Jis	3
Pulidora	Manual de 7 a 9 pulgadas	6

7.2.4 Características de la zona de influencia

7.2.4.1 Zona de Influencia

De acuerdo con los lineamientos establecidos en el Manual de Señalización en su capítulo 4, Numeral 4.7, relacionado con planes de manejo de tráfico, la zona de influencia para obras de interferencia media como lo es este proyecto.
A partir de la anterior consideración y de acuerdo con las características de la vialidad y los usos del suelo predominantes (Residencial 4).



Figura 60.Área de influencia del Proyecto.
Fuente: POT ONLINE.

Tabla 93.Usos del suelos por sector.
Fuente: Elaboración propia.

ID	DIRECCIÓN	USO DEL SUELO								
		R 1	R 2	R3	R4	C1	C2	C3	M1	D
1	calle 17 #9 a la altura del barrio Gaitán				X					

7.2.4.2 Normas de ordenamiento territorial

De acuerdo con el Plan de Ordenamiento territorial de Bucaramanga tenemos que el área objeto de la intervención del proyecto, corresponde a los siguientes subsistemas normativos.

De acuerdo con el Plan de Ordenamiento territorial de Bucaramanga tenemos que el área objeto de la intervención del proyecto, corresponde a los siguientes subsistemas normativos.

- **Subsistemas de Infraestructura vial**



Figura 61.U1 Subsistema de infraestructura Vial.
Fuente:POT 2da generación Bucaramanga.

El proyecto se encuentra generalmente en vías de orden Red Local Nivel 2 como lo son las calles 17 y la carrera 9.

Tabla 94.Tipología vial por sectores.
Fuente: Elaboración propia.

ID	DIRECCIÓN	Red Local Nivel 2	Red Local Nivel 1	Arteria Terciaria	Arteria secundaria	Arteria Primaria
1	Calle 17	x				
2	Carrera 9	x				

7.2.4.3 Sitios especiales de Influencia

En el área de influencia descrita se ubican lugares que por su actividad afectan de manera particular la movilidad del sector.

- **Inventario de sitios especiales sobre zona de influencia**

En la zona de influencia se encuentran locales comerciales y viviendas residenciales, los cuales generan conflictos por el manejo de los peatones los cuales hacen referencia a estudiantes y visitantes, también cuenta con un número importante de vehículos que transitan por los diferentes sectores.

Tabla 95.Sitios especiales
Fuente: Elaboración propia.

ID	DIRECCIÓN	Sitios Especiales
1	**Calle 17#9 Barrio Gaitán**	**Duvautos, Plastilina Gaitana, IE Jorge Eliecer Gaitan**

7.2.4.4 Señalización existente y sentidos viales

Debido al tipo de proyecto, no se pudo establecer un inventario de todas las señales existentes; sin embargo, se aclara que toda señal vertical que implique el desmonte con el fin de realizar las adecuaciones en los andenes, debe ser nuevamente instalada en la posición inicial para no generar conflictos de movilidad y garantizar la seguridad vial en el sector.
El inventario de señalización afectada se ira adelantando en los comités de tráfico mensuales y debidamente reemplazadas por otras definitivas.

Tabla 96.Señalizacion existente.
Fuente: Elaboración propia.

Ítem	Ubicación	Descripción
a		Vía con sentido Sur Norte, cuenta dos calzadas de un carril con líneas blancas en los extremos y línea amarilla continua en su interior, lo que indica que es una vía con doble flujo. Esta vía se encuentra ubicada en el Calle 17#9 Barrio Gaitán y se trata de una zona residencial, rodeada de edificios y casas residenciales, por lo cual su velocidad es de 30 km.
b		Vía con sentido occidente oriente, cuenta dos calzadas de un carril con líneas blancas y los extremos y línea amarilla continua en su interior, lo que indica que es una vía con doble flujo. Esta vía se encuentra ubicada en la Calle 17#9 Barrio Gaitán y se trata de una zona residencial, rodeada de edificios y casas residenciales, por lo cual su velocidad es de 30 km.

7.2.4.5 Perfiles Viales

A continuación, se presentan los diferentes perfiles viales encontrados en las vías directamente afectadas por la obra. Cabe aclarar que se tomaron medidas tipo y que la sección transversal puede cambiar en algunos segmentos de la vía.

Tabla 97.Perfiles viales
Fuente: Elaboración propia.

ID	DIRECCIÓN	Anden 1	Calzada	Anden 2	Pavimento	Estado	Sentido Vial
1	Calle 17#9 Barrio Gaitán	2	7	2	FLEXIBLE	BUENO	UNIDIRECCIONAL

El inventario especifico se ira registrando en los comités mensuales de tránsito y que serán evaluados para su debida implementación.

7.2.4.6 Accidentalidad

Los accidentes se deben prevenir, evaluando sus causas se toman previsiones que mejoren las condiciones de operación a los conductores y establezcan elementos de seguridad para los peatones. Se debe determinar puntos críticos de accidentalidad se deben llevar estadísticas de los accidentes y localización a fin de tomar las medidas correctivas a que haya lugar.

7.2.4.7 Manejo de Tipologías de transporte

Las obras que se realizan en las vías públicas representan un riesgo a la seguridad de los usuarios, ya sea peatones, conductores y/o trabajadores. Por lo tanto, es necesario establecer medidas de control y mitigación, de tal forma que se minimice la posibilidad de ocurrencia de accidentes o bien disminuir sus consecuencias.
La legislación vigente indica claramente que quien ejecute trabajos en las vías públicas, está obligado a instalar y mantener de día y de noche la señalización, además de seguridad adecuada a la naturaleza de los trabajos. Con el fin de orientar de manera precisa a los usuarios de la vía, se debe implantar señales informativas, reglamentarias y preventivas, junto con la debida señalización de primer nivel, aproximación a obra y la canalización mediante dispositivos canalizadores de tránsito.
En cuanto a la responsabilidad ante daños producidos en accidentes por incumplimiento de esta legislación, ésta recae en los que ejecutan la obra y en los que la encargan.

7.2.4.7.1 Tránsito vehicular particular

El proyecto no contempla intervención de las vías adyacentes al proyecto, por lo que la circulación se mantendrá sobre los carriles existentes; Así mismo si es necesario resaltar que debido al alcance del proyecto no se generaran desvíos sobre este tránsito.

7.2.4.7.2 Tránsito de Peatones

En caso de presentarse restricciones al espacio público, se dispondrá de todos los elementos necesarios exigidos por las normas para dar seguridad y accesibilidad a los peatones, se implementarán señales verticales y horizontales.
En caso tal de que un peatón presente alguna discapacidad o se presente una emergencia, se le prestara la debida ayuda por medio del personal encargado especialmente para dichos eventos.
Este proyecto abarca todo el campo peatonal directo y que dispondrá de senderos perimetrales a la zona de obra, debidamente señalizados con pendones informativos, cinta y colombinas.
Cada uno de los esquemas específicos serán presentados en los comités de tránsito mensuales.

7.2.4.8 Tránsito de peatones

En caso de presentarse restricciones al espacio público, se dispondrá de todos los elementos necesarios exigidos por las normas para dar seguridad y accesibilidad a los peatones, se implementarán señales verticales y horizontales.
En caso tal de que un peatón presente alguna discapacidad o se presente una emergencia, se le prestara la debida ayuda por medio del personal encargado especialmente para dichos eventos.
Este proyecto abarca todo el campo peatonal directo y que dispondrá de senderos perimetrales a la zona de obra, debidamente señalizados con pendones informativos, cinta y colombinas.
Cada uno de los esquemas específicos serán presentados en los comités de tránsito mensuales.

7.2.4.8.1 Tránsito vehículos de carga

- Para la circulación de vehículos de carga, se mantendrán en circulación con paso restringido, igual que los demás tipos de vehículos, de acuerdo a la restricción de 2.5 y superiores a 5 Toneladas para las vías del Área Metropolitana, de acuerdo a las disposiciones vigentes determinadas por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga. En caso de requerir cierre parcial de un carril con el fin de realizar maniobras de cargue y descargue de materiales, se podrá realizar la restricción vial en los horarios permitidos por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga, de acuerdo a la normatividad vigente.

- El Contratista gestionará por escrito a la Dirección de Tránsito de Bucaramanga (DTB) el permiso especial para la movilidad de los vehículos de

carga, para lo cual deberá presentar, la documentación de las volquetas vinculadas al proyecto.

- Igualmente es responsabilidad del Contratista realizar un procedimiento para el transporte de maquinaria dentro y fuera de la zona de obra, el cual será avalado por la DTB, así mismo deberá gestionar el permiso especial para el tránsito de los vehículos de carga superiores a 15 Toneladas, en la cual se presenta la relación de los vehículos a utilizar, con las respectivas copias de SOAT, Revisión Técnico Mecánica, SIMIT y Tarjeta de Propiedad.

7.2.4.8.2 Ruta evacuación de escombros

Para las zonas de cargue, descargue de materiales y retiro de escombros, el contratista dispondrá espacios suficientes dentro de la zona donde se realiza la actividad cumpliendo con las medidas de seguridad industrial y normatividad ambiental para este tipo de actividades asegurando que no se genere ninguna clase de impacto en el flujo vehicular ni peatonal en la zona de influencia directa donde se llevaran a cabo las actividades, igualmente, con el objeto de mitigar alguna posibilidad de conflicto con el peatón y demás usuarios de las vías al sitio donde estarán las actividades el contratista mantendrá ubicado en el cerramiento de la zona un paletero debidamente capacitado para garantizar el paso seguro de los peatones.

NOTA: En ningún caso se hará uso de corredores viales donde se señala expresamente la prohibición del paso de vehículos de carga, en especial, sobre las indicadas en la Resolución 080 y las que la señalización lo indique. Se recomienda trazar variantes que se unan a los corredores viales en los horarios dispuestos para el transporte y acarreo de materiales indicados en la Resolución 080 de 2021 de la DTB.
Para efectuar el desplazamiento de escombro y/o residuos de las actividades se dispondrá de las rutas generales de la Resolución 080 del 2021 expedida por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga para realizar respectiva disposición en Escombrera El PARQUE de ser necesario.

7.2.5 Plan específico de manejo de trafico

El Plan general de Manejo de Tráfico tiene como objetivo mitigar el impacto que puedan ejercer las obras de **“CONTRATO DE OBRA EN LAS MODALIDADES CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN Y ESTABILIZACIÓN EN EL**

SECTOR DE LA CALLE 17 #9 A LA ALTURA DEL BARRIO GAITÁN EN EL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA – SANTANDER"



Figura 62.Plano de Señalización general

Este PMT está basado en el estudio de campo realizado para determinar el uso de vías alternas, desvíos, restricciones y control de tráfico vehicular, además de los principios del Manual de Señalización Vigente, en donde se resalta que se debe garantizar la disponibilidad de la vía al tránsito en la forma más eficaz posible.
La dinámica de intervención de este proyecto plantea la ejecución de cierres viales de manera secuencial, la cual se describe junto con el plan de movilidad para cada intervención.

7.2.5.1.1 Esquemas de intervención con cierres de vías parciales

Con el fin de indicar la señalización que debe ser tenida en cuenta en los diferentes cierres viales, a continuación, se presentan los diferentes esquemas de señalización típicos para las restricciones viales que se pueden presentar.

7.2.5.1.2 Plan de manejo de trafico típico para intervenciones en anden

El esquema de señalización para intervenciones sobre andén que permita asegurar un sendero peatonal mínimo de 1.00 m de ancho, en los cuales no se va a ejecutar

obra civil, pero que implica acumulación de materiales. (No se permite el parqueo de vehículos de obra al lado de la zona de afectación).

muestra el esquema de señalización para intervención total del andén y traslado del sendero peatonal a la vía con ancho mínimo de 1.00 m, en los cuales no se va a ejecutar obra civil que implique acumulación de materiales. (No se permite el parqueo de vehículos de obra al lado de la zona de afectación).

El área libre para la circulación vehicular debe ser mínimo de 6 m. Aplica para vía unidireccional.

LOS PMT ESPECÍFICOS SE IRÁN ADELANTANDO CON EL AVANCE DE LA OBRA Y LOS COMITÉS DE TRAFICO QUE SE AGENDARÁN MENSUALMENTE CON EL CONTRATISTA DE OBRA, CONTRATISTA DE INTERVENTORÍA Y EL ENCARGADO DE LA DIRECCIÓN DE TRANSITO.

- **Cierres totales**

En casos de fuerza mayor como condiciones climáticas muy adversas, accidentes de tránsito, accidentes comunes que generen obstrucción de las vías o procesos constructivos que impliquen alto riesgo para el usuario al momento de transitar la vía, se deberán realizar cierres totales, requiriendo desviar el flujo vehicular por las vías alternas existentes, para lo cual se deberá obtener aprobación del plan de manejo de tránsito especifico el cual será gestionado en comité de tránsito.

7.2.6 Señalización y adecuaciones temporales

En el presente proyecto se establece claramente la forma como se abordará la seguridad vial durante la ejecución de trabajos, por lo tanto se elabora un Plan de Señalización y Medidas de Seguridad, donde se instituyen las condiciones técnicas mínimas para una correcta disposición de elementos de seguridad transitorios, así mismo, se resalta como afecta la obra al normal desplazamiento de vehículos, ciclistas y peatones, y se implementan medidas técnicas apropiadas con el objeto de reducir el riesgo de accidentes del flujo vehicular (conductores), el flujo peatonal (transeúntes) y personal de la obra que intervienen en el mismo.

Se debe cumplir con las especificaciones establecidas en el Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte Resolución 1885 de 2015, en el que se destacan los

elementos de señalización a utilizar por obras, tales como señales preventivas, señales reglamentarias, señales informativas, barreras, conos, canecas, cintas reflectivas y demás elementos de señalización, las cuales deberán cumplir con las especificaciones establecidas en dicho manual.

La señalización debe disponerse en la zona aledaña a la zona de trabajos, de tal forma de advertir con la suficiente anticipación de la existencia de trabajos, equipos y otros elementos distintos a lo que habitualmente se encuentra en la vía.

En caso de requerirse cierres parciales de vía en horarios nocturnos, se deberá hacer uso de elementos de señalización en las condiciones más desfavorables de visibilidad, esto se debe hacer según las especificaciones Generales de Construcción del Instituto Nacional de Vías vigentes, las cuales son:

- Reflectividad de todas las señales de tránsito
- Reflectividad de todos los elementos de direccionamiento (barricadas, canecas, barreras plásticas, entre otros).
- Utilización de luces intermitentes que permitan garantizar la visibilidad de las barricadas o elementos de direccionamiento. En caso de barreras se deberán colocar luces de advertencia que permitan mayor visibilidad.
- Utilización de señales luminosas que generen luz propia.

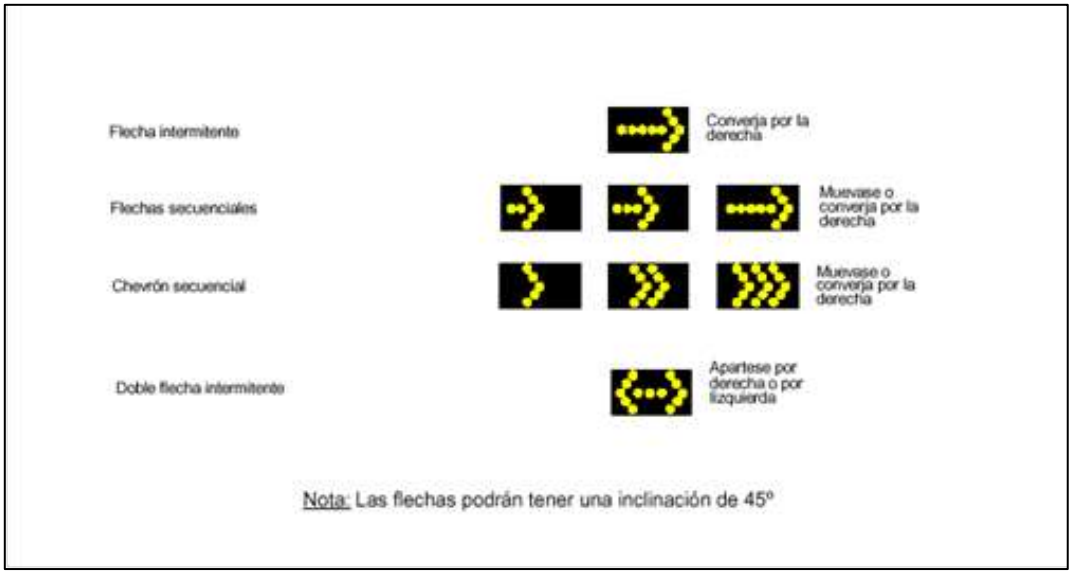


Figura 63.Flecha luminosas



Figura 64.Flecha luminosas
Fuente:http://bmargentina.com/Balizas/index.htm

7.2.6.1 Señales informativas

Tienen por objeto advertir a los usuarios de la vía sobre los peligros potenciales existentes en la zona, cuando existe una obra que afecta el tránsito y se presente un cierre parcial de la vía.

Estas señales deberán ubicarse con suficiente anticipación al lugar de inicio de la obra, tienen forma de rombo y sus colores serán naranja para el fondo y negro para símbolos, textos, flechas y orla, en cuanto a su dimensión es de 0.80 m de alto por 1.20 m de ancho. Se colocarán a el (los) lado(s) (derecho y/o izquierdo) de la vía que se afecte por la obra.

En la ejecución de este proyecto se utilizarán las siguientes señales:

7.2.6.1.1 SP-01. Trabajos en la vía

Esta señal se empleará para advertir la proximidad a un tramo de la vía que se ve afectado por la ejecución de la obra que perturba el tránsito por la calzada o sus zonas aledañas.



Figura 65.Señal SPO-01 trabajo en la vía.

7.2.6.1.2 SP-03. Auxiliar de transito

Esta señal se utilizará con anticipación a cualquier punto donde se haya asignado a un hombre con una bandera, con el fin de regular el tránsito a través del tramo donde se están realizando los trabajos de mantenimiento o construcción.



Figura 66.Señal SPO-03 Auxiliar de tránsito.

7.2.6.1.3 SPO-02. Desvió

Se usará esta señal para reglamentar el paso alternado de los vehículos sobre el carril o la calzada que se cierre.



Figura 67.Señal SRO-02 Desvió.

7.2.6.1.4 SPO-01. Aproximación a obra en la vía.



Figura 68.SPO-01. Aproximación a obra en la vía.

7.2.6.1.5 SIO-02 y SIO-03. Inicio y fin de la obra.

La primera de estas señales indica el inicio de los trabajos en la vía o zona adyacente a ella, por consiguiente, la otra señal indica el sitio de finalización de la obra. Las letras tendrán una altura de mínimo 0.20 metros.



Figura 69.SIO-02 y SIO-03. Inicio y fin de la obra.

7.2.6.2 Dispositivos para la canalización del transito

La función de estos elementos es dirigir el tránsito a través de la zona de trabajos, marcando las transiciones graduales necesarias en los casos en que se reduce el ancho de la vía o se generan movimientos inesperados. Deberá poseer características tales que no ocasionen daños serios a los vehículos que lleguen a impactarlos.

Todos los elementos de señalización y de aislamiento se deben mantener perfectamente limpios y bien colocados. Se debe separar el flujo peatonal de los trabajos propios de la obra y del flujo vehicular. Los senderos peatonales deben ser protegidos con barreras, para los casos en que exista riesgo de que el flujo vehicular invada el espacio destinado para dichos senderos.



Figura 70.Elementos canalizadores.
Fuente: **Seguridad vial: equipos e implementos.**
http://www.reygada.cl/nuestros-productos/seguridad-vial/

Una vez se han terminado las obras proyectadas, se debe retirar la señalización provisional instalada por obras y se debe instalar inmediatamente la señalización definitiva vertical y horizontal de acuerdo al diseño aprobado de esta, antes de dar oficialmente circulación a los usuarios.

Los elementos canalizadores aceptados por ley son los siguientes:

7.2.6.2.1 Barricadas

Serán utilizadas principalmente para delimitar las zonas de trabajo y de circulación de vehículos, previniendo el paso de éstos en las zonas de construcción y para indicar la imposibilidad de utilizar una vía producto de las obras, para cercar la zona de trabajos y en general para advertir y alejar a los usuarios de las zonas de alto riesgo.

En el caso de los desvíos de tránsito, las barreras se deben complementar con la señal “Desvío” y con dispositivos luminosos. Cuando existen desvíos hacia la izquierda y la derecha, las franjas deberán dirigirse hacia ambos lados, partiendo desde el centro de la barrera.

Las barricadas se utilizarán sobre el carril o la calzada que se programe cerrar totalmente y se colocarán perpendicularmente al eje de la vía, obstruyendo el carril o la calzada inhabilitada para la circulación del tránsito vehicular, indicando el sentido de desvío del flujo vehicular.

Su diseño cuenta con franjas inclinadas en 45º de colores alternados naranjo y blanco. Al igual que en el caso de los delineadores verticales, la dirección de sus bandas diagonales refuerza e indican el lado por el cual pueden transitar los vehículos. Los soportes y el reverso de la barrera serán de color blanco. Las franjas deberán ser elaboradas en material reflectivo Tipo III, de tal manera que sean visibles, bajo condiciones atmosféricas normales, a una distancia mínima de 300 m, cuando se iluminen con las luces altas de un vehículo normal.



Figura 71.Barricada con desvió y sin desvió.

Fuente: **Manual de señalización vial Colombia Ministerio de Transporte,2015.**

7.2.6.2.2 Canalizadores tubulares

Es un dispositivo de señalización para zonas de trabajo con espacios reducidos como canalizador vial, peatonal, cerramientos de obras y aseguramientos de áreas peligrosas. Son fabricados en material plástico anaranjado y unido por cinta de señalización.



Figura 72.Delineador tubular y canalización con cinta de señalización.
Fuente: **Manual de señalización vial Colombia Ministerio de Transporte,2015.**

7.2.6.2.3 Auxiliares de trafico

Su función principal es la de controlar el tránsito peatonal y vehicular, por lo tanto, la seguridad de los usuarios dependerá en gran medida de su trabajo. En lo que respecta a la entrada y salida de materiales, equipos y salida de escombros, para cada frente en ejecución se contará con personas que den las indicaciones necesarias y oportunas para el manejo del tráfico de equipos y materiales de construcción.



Figura 73.Controlador de Trafico.



Figura 74.Controlador de Riesgos en obras de construcción.
Fuente: **Señales en obra para vía pública.**

7.2.6.2.4 Barreras plásticas flexibles

Son dispositivos de plástico, utilizados para restringir y canalizar el tránsito vehicular, cuando se genera un cierre total o parcial de la vía.

Se colocan en serie a una distancia máxima de separación de 3m, su color deberá ser naranja y contaran con franjas de lámina reflectiva Tipo III o IV, distribuidas en sentido horizontal y vertical



Figura 75.Controlador de Riesgos en obras de construcción.
Fuente: **Señales en obra para vía pública.**

7.2.6.3 Señalización de primer nivel

Esta señalización tiene por objeto informar a los conductores acerca de los sectores intervenidos invitándolos a tomar vías alternas para sus desplazamientos, previniéndolos sobre las restricciones que se presentan sobre el corredor intervenido.

Como parte de las señales informativas de primer nivel, se instalarán pasacalles previamente metros antes de los corredores a intervenir, se deben ubicar 15 días antes del inicio de las obras y 15 días después del inicio de los trabajos de conformidad con las restricciones viales programadas.

Esta señalización, consiste en pasacalles en tela color naranja y caracteres negros, afiches o vallas fijas.
Con el fin de advertir a los conductores sobre las restricciones viales presentadas, como la entrada y salida de volquetas y/o maquinaria, el cierre de un carril, entre otros, se debe instalar pasacalles informativos metros antes de las intervenciones en el sentido de circulación afectado.

7.2.6.4 Señalización de segundo nivel

Corresponde a la señalización preventiva, informativa y reglamentaria que se ubica en la zona de influencia para guiar a los usuarios de las vías en los desvíos o restricciones viales, para el correcto funcionamiento del Plan de Manejo de Tráfico. La señalización se hará de acuerdo con el “Manual de señalización vial – Resolución 1885 de 2015”

7.2.6.5 Señalización de tercer nivel

La señalización de tercer nivel corresponde a toda la señalización preventiva, informativa, reglamentaria y señalización luminosa, además de los dispositivos de seguridad vial, que se ubican en el sector de la obra con el objeto de informar, prevenir y reglamentar las actuaciones de conductores y peatones para hacer seguro su tránsito por la zona de obra.

De igual forma, la señalización luminosa deberá instalarse en sitios en donde el flujo vehicular se encuentre con obstáculos de manera frontal y en todo lugar donde las condiciones de intervención generen una situación de accidentalidad potencialmente alta.

7.2.6.6 Adecuaciones temporales

Se deben instalar las señales de aproximación respectivas, a las intersecciones a regular, a fin de prevenir a los conductores sobre la entrada y salida de maquinaria del frente de obra, zonas de procesos, campamentos o sitios de disposición de materiales.

Tabla 98.Elementos mínimos de adecuación

ÍTEM	CÓDIGO	ESQUEMA	UNIDAD	CANTIDAD INICIAL
1	Paletas pare y siga de 45 cm		UND	2
2	Cinta plástica “peligro no pase”		ML	10
3	Chalecos reflectivos		UND	4
4	Pitos para auxiliares de tránsito		UND	4
6	Barreras plásticas (maletines tipo new jersey)		UND	10

7	Delineadores Tubulares (colombinas)		UND	100
8	Barricada de desvió		UND	6

7.2.7 Información y divulgación del plan

Una vez aprobado el PMT, se debe llevar a cabo una serie de reuniones con la comunidad, con las junta de acción comunal y con el sector educativo con el fin de mantenerlos informados sobre los trabajos a realizar y los cambios en su movilidad habitual, en donde se haga divulgación del Plan de Manejo de Tráfico, señalización y desvíos, la cual se realiza por medio de piezas de divulgación masiva tales como prensa, pasacalles y volantes entre otros, de acuerdo a los requerimientos de las entidades controladoras el tránsito.

El punto de atención a la comunidad estará ubicado dentro de las Instalaciones del Proyecto en la calle 17#9 del barrio Gaitán en el Municipio de Bucaramanga – Santander.

La socialización de cada una de las intervenciones debe ser informada con anticipación y soportado por medio de las actas y compromisos que se adquieran con la comunidad.

7.2.8 Control y seguimiento de la puesta en marcha del pmt

7.2.8.1 Campamento

El campamento estará adecuado para llevar a cabo las labores de seguimiento del plan de manejo y para dirigir todas las adecuaciones del personal de campo. Esta interacción es muy importante para verificar el buen funcionamiento del plan de manejo y para realizar los correctivos necesarios.

7.2.8.2 Personal y equipo requerido

Una vez puesto en marcha el Plan de Manejo de Tráfico, el contratista deberá disponer del personal suficiente y de los elementos necesarios para llevar un adecuado seguimiento del mismo.

De este seguimiento y de las acciones a realizar durante el mismo, dependerá el buen funcionamiento del Plan de Manejo de Tráfico, se contará con la siguiente organización:

7.2.8.3 Controladores viales

Son las personas encargadas de guiar a los peatones por los senderos establecidos y controlar el tránsito de vehículos dentro de la zona afectada por la obra, además debe estar pendiente de la entrada y salida de volquetas.

7.2.9 Seguridad vial

En todo momento se deberá mantener una adecuada señalización de la vía, de acuerdo con las normas de seguridad vial y las condiciones topográficas y geométricas de la vía. Además, se deberán realizar campañas de información e inducción a los trabajadores encargados de la regulación del tránsito, ya que la seguridad vial es el objetivo principal del Plan de Manejo de Tráfico, y por lo tanto debe apoyar a las autoridades del control del tránsito e implementar las metodologías de seguimiento en tramos de concentración de accidentes, para la prevención de estos y contribuir en reducir los índices de accidentalidad tanto en número como en gravedad.

A continuación, se relacionan aspectos que deberán ser respetados e implementados por estar en el código nacional de tránsito, Ley 769, en materia de seguridad vial.

Los trabajadores del Contratista que desempeñen labores de conducción de vehículos ya sean contratados o vinculados directamente a la empresa, deberán conocer y respetar el código de tránsito vigente, y contar con la licencia de conducción vigente.

Los vehículos deberán contar con cinturones de seguridad y será de responsabilidad del conductor su uso obligatorio para todos los ocupantes.

Además de las normas fundamentales de tránsito vehicular, se deberán seguir las siguientes normas específicas:

- No superar los límites máximos de velocidad establecidos para las zonas de las obras objeto del Contrato y urbanas del Municipio.
- Si se requiere hacer traslados nocturnos, se deberá realizar un manejo preventivo, con dispositivos luminosos.
- En caso de lluvia torrencial se deberá extremar la conducción preventiva y la circulación con luces encendidas y estacionarias.
- Al ingresar a las zonas de obra se deberá disminuir la velocidad a 20 KPH.
- Los vehículos de carga como volquetas, cama-bajas, tracto-camiones, entre otros, deberán estar debidamente señalizados.
- Los vehículos y la maquinaria pesada deberán contar con dispositivos sonoros para reversa.

En el caso de transporte de materiales desde las fuentes de materiales a sitios de obra, de sitios de obra a zonas de depósito o cualquier otro recorrido que deba hacerse con volquetas cargadas, éstas deberán siempre llevar su carga cubierta con lonas de alta resistencia de tal forma que se eviten los regueros de materiales sobre las vías.

Los vehículos participantes en la ejecución de los trabajos del Contrato deberán contar con equipo básico de carretera y primeros auxilios, además de tener vigente el certificado de emisión de gases y el Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito – SOAT y deberán cumplir con las normas básicas de seguridad al manejar, tales como:

- Cualquier falla o deficiencia que haga riesgosa la operación de los vehículos, motivará que éste quede por fuera de servicio hasta tanto no se hagan las correcciones requeridas.
- Antes de iniciar labores deberá hacerse una inspección de seguridad en la que se incluyan como mínimo los sistemas de frenos y dirección, llantas, limpia-brisas, luces y equipo de carretera.
- Utilizar el cinturón de seguridad. Todo vehículo de transporte de personal deberá estar dotado de cinturones de seguridad y el Contratista deberá garantizar su utilización por parte de los ocupantes.

- No se deberán exceder las velocidades máximas establecidas.

- Los vehículos de transporte de materiales o equipos deberán estar dotados de los elementos de protección y de primeros auxilios básicos.

Los accidentes se pueden prevenir, si evaluando sus causas se toman medidas que mejoren las condiciones de operación a los conductores y establezcan elementos de seguridad para los trabajadores expuestos al tráfico.

7.2.9.1 Procedimientos para la movilización de maquinaria y equipos.

En caso de requerirse la movilización de maquinaria y equipos especiales al frente de la obra, se describe a continuación el procedimiento para implementar las medidas pertinentes.

7.2.9.1.1 Traslado de Equipos o Maquinaria a la Zona de Obra

Cuando la altura máxima del vehículo medida desde el pavimento y hasta la cota superior de la maquina o hasta el punto máximo del vehículo no sobrepase de 4.10 m y el ancho total no sobrepase los 2.60 m. El transporte de maquinaria y equipo no necesitara escolta, no requiere de avisos de “peligro carga ancha” como tampoco permiso de la autoridad respectiva.

Cuando el ancho de maquina sobrepase los 2.60 m y sea inferior o igual 3.0m, la circulación del vehículo de carga se desarrollará a una velocidad de 40 KPH, colocando avisos de “Peligro Carga Ancha” en la parte delantera y trasera del vehículo. Las dimensiones de este aviso serán de 1.5 m de largo por 0.60 m de alto, de fondo amarillo y letras y orlas negras, colocados en la parte delantera y trasera del vehículo. La altura de la letra será de 10 cm y el fondo será en lámina retro reflectiva.

7.2.9.1.2 Traslado de Equipos o Maquinaria Dentro de la Zona de Obra

Todos los equipos sin importar las dimensiones y características podrán circular por sus propios medios por las zonas requeridas, siempre y cuando estas zonas estén cerradas al uso público, las cuales deben estar debidamente señalizadas. Esta señalización se realizará de acuerdo con la normatividad vigente sobre la materia y específicamente las contenidas en el Manual de dispositivos para la regulación del tránsito en Calles y Carreteras del Ministerio de Transporte, el Plan de manejo de Tráfico aprobado y las condiciones particulares establecidas contractualmente.

7.2.9.1.3 Traslado de Equipos y Maquinaria a la Zona de Obra

Todos los equipos sin importar las dimensiones y características podrán circular por sus propios medios por las zonas requeridas, siempre y cuando estas zonas estén cerradas al uso público, las cuales deben estar debidamente señalizadas.

7.3 PLAN DE GESTIÓN SOCIAL

Las obras civiles constituyen hechos sociales, pues se ejecutan con y para los(as) ciudadanos(as) y comunidades en general, a partir de la transformación de los espacios socialmente construidos. En las comunidades el concepto “intervención social en obra” adquiere múltiples sentidos ya que toda obra que realiza el Estado tiene un sentido social, porque busca mejorar la calidad de vida de quienes habitan y laboran en ella. “Los estudios de gestión social se abordan desde una perspectiva socio- antropológica y una completa caracterización económica y cultural de las comunidades y su entorno departamental, municipal o regional, para posteriormente priorizar los efectos inducidos y proponer las medidas para potenciar, mitigar y/o compensar dichos efectos”; así como promover el reconocimiento, apropiación, cuidado y sostenibilidad de los nuevos espacios construidos, para lo cual se hace necesaria la realización de reuniones con la comunidad donde se identifiquen las problemáticas y se busquen alternativas de solución conjuntamente con las comunidades.

El Plan de Gestión Social en Obra es un mecanismo para ayudar a vincular la comunidad en la ejecución de la obra de una manera voluntaria, comprometida y desinteresada, haciendo que se sientan beneficiarios de la misma y garantizar su participación activa, es decir, los planes de gestión social pretenden la creación de puestos de trabajo, el cooperativismo y empoderamiento de las comunidades, esto implica como primera medida hacer a la población participe directa en los procesos que se llevarán a cabo por las empresas contratistas haciendo uso del recurso legal de participación ciudadana; el proceso de comunicación entre diversos actores sociales que buscan transformar mediante acciones concretas una relación socio-ambiental para el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Por último, los contratistas de obras civiles deben tener en cuenta que el Plan de Gestión Social de Obras es un instrumento de planificación que busca garantizar la participación activa, el compromiso de la comunidad, y de los trabajadores.

7.3.1 Alcance

El presente documento establece los requisitos mínimos para prevenir, reducir, controlar y/o mitigar de manera oportuna y eficiente el impacto que generan las obras civiles relacionadas con la construcción de pantallas ancladas para mitigación del

riesgo por deslizamientos presentados en la zona de impacto de los sectores Miramanga, Independencia y Gaitán del municipio de Bucaramanga.

7.3.2 Objetivos

7.3.2.1 Oobjetivo general

Contribuir a la reducción y mitigación de los impactos generados por las obras en sus áreas de influencia, a través de los contratistas, trabajadores y demás actores que participan, mediante procedimientos de acompañamiento a la comunidad y de herramientas sociales adecuadas.

7.3.2.2 Objetivos específicos

- Dar a conocer el proyecto a ejecutar por parte del contratista a la comunidad, así como las actividades que se desarrollarán antes, durante y después de la obra.
- Sensibilizar a los actores que participan en la ejecución de las obras sobre la responsabilidad que se tiene al intervenir el espacio público, socializando las políticas y medidas diseñadas para la adecuada intervención de éste y el respeto a su uso.
- Dar respuesta oportuna a las inquietudes de la comunidad y propender por su bienestar, así mismo por el de los trabajadores y contratistas, respetando y protegiendo el entorno natural y urbano.
- Promover la participación de la comunidad en la ejecución de la obra y cuidado del medio ambiente.
- Promover la vigilancia y control de las obras de infraestructura por medio de auditorías visibles, conformadas por la comunidad quienes son beneficiarios directos.

7.3.3 Marco legal

El presente documento está elaborado teniendo en cuenta lo establecido en la siguiente normatividad:

Lo dispuesto en la Constitución Política de Colombia en los artículos:

- ARTICULO 20. Se garantiza a toda persona la libertad de expresar y difundir su pensamiento y opiniones, la de informar y recibir información veraz e imparcial, y la de fundar medios masivos de comunicación.
- ARTICULO 23. Toda persona tiene derecho a presentar peticiones respetuosas a las autoridades por motivos de interés general o particular y a obtener pronta resolución. El legislador podrá reglamentar su ejercicio ante organizaciones privadas para garantizar los derechos fundamentales.
- ARTICULO 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.
- ARTICULO 88. La ley regulará las acciones populares para la protección de los derechos e intereses colectivos, relacionados con el patrimonio, el espacio, la seguridad y la salubridad pública, la moral administrativa, el ambiente, la libre competencia económica y otros de similar naturaleza que se definen en ella. También regulará las acciones originadas en los daños ocasionados a un número plural de personas, sin perjuicio de las correspondientes acciones particulares. Así mismo, definirá los casos de responsabilidad civil objetiva por el daño inferido a los derechos e intereses colectivos.

Reglamentado por la Ley 472 de 1998

- ARTICULO 103. Son mecanismos de participación del pueblo en ejercicio de su soberanía: el voto, el plebiscito, el referendo, la consulta popular, el cabildo abierto, la iniciativa legislativa y la revocatoria del mandato. La ley los reglamentará. El Estado contribuirá a la organización, promoción y capacitación de las asociaciones profesionales, cívicas, sindicales, comunitarias, juveniles, benéficas o de utilidad común no gubernamentales, sin detrimento de su autonomía con el objeto de que constituyan mecanismos democráticos de representación en las diferentes instancias de participación, concertación, control y vigilancia de la gestión pública que se establezcan.

Reglamentado por la ley 131 de 1994

- ARTICULO 270. La ley organizará las formas y los sistemas de participación ciudadana que permitan vigilar la gestión pública que se cumpla en los diversos niveles administrativos y sus resultados.
- ARTICULO 311. Al municipio como entidad fundamental de la división político-administrativa del Estado le corresponde prestar los servicios públicos que determine la ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su territorio, promover la participación comunitaria, el mejoramiento social y cultural de sus habitantes y cumplir las demás funciones que le asignen la Constitución y las leyes.

Ley 489 de 1998, en la cual se asigna al Departamento Administrativo de la Función Pública, la responsabilidad específica frente al tema de control social capítulo 8 artículo 35, el diseño y promoción del Plan Nacional de Formación de Veedores. Se refuerza esta facultad por lo establecido íntegramente en el capítulo 8 de la citada ley, articulo 33, 34, y 35 en lo que se precisa que los organismos de administración pública deben incentivar la formación de mecanismo de control social y prestarles el apoyo requerido.

7.3.4 Perfil profesional

El Plan de Gestión Social de Obras debe ser implementado por profesionales de las ciencias sociales como: Trabajador Social, Sociólogo y/o Psicólogo Comunitario, que desarrollen su labor en obras de infraestructura, y quienes deben tener experiencia en trabajo con comunidad, manejo y resolución de conflictos, habilidades comunicativas y expositivas, capacidad de trabajo en equipo, liderazgo, excelentes relaciones interpersonales e iniciativa.

Para el desarrollo del Plan de Gestión Social en Obra, el contratista deberá:

- Contratar mínimo uno (1) o más profesionales del área social (según términos de referencia del contrato) dependiendo de la complejidad del proyecto, que cumpla con el perfil requerido para el acompañamiento y seguimiento a las obras civiles.
- Asignar un espacio físico y los elementos necesarios para el desempeño profesional según sea el caso durante la obra.

- Realizar reuniones periódicas con el Profesional Social y entregar los informes que den cuenta de los avances del Plan de Gestión Social de Obras, donde se evidencie el cumplimiento del mismo, como parte de los hitos de pago del contrato suscrito.
- Asegurar los elementos necesarios para la convocatoria y celebración de reuniones con la comunidad relacionados con la ejecución de las obras.

7.3.5 Preliminares de obra

Culminados los trámites de legalización del contrato y antes de iniciar con las obras, los profesionales del Área Social deberán ejecutar las siguientes actividades en campo.

7.3.5.1 Diagnostico zona de influencia directa del proyecto

Se requiere determinar la zona directa de la obra, mediante un plano de localización general y planos específicos por tramo o sector a intervenir, con la ubicación de manera detallada (lista) de barrios, número de viviendas, establecimientos comerciales e institucionales.

Se debe realizar un inventario del estado, tipo y número de instalaciones existentes parques, vías, andenes, sardineles, antejardines, senderos peatonales, ciclo rutas, mobiliario urbano, (bancas, canecas, señalización y luminarias), incluidos dentro de la zona directa de la obra, con su respectivo registro fotográfico y audiovisual. El estado actual de los espacios de sensibilidad ambiental como: Humedales, zonas recreativas, zonas verdes, zonas de ronda y manejo y preservación ambiental y describir las actividades a realizar para proteger el patrimonio cultural y ecológico.
Hacer un inventario de todos los accesos que se afectarán por la obra, así como de su estado, para ello, se debe recorrer el área en el momento del replanteo, definir las medidas a implementar como: Pasos provisionales, parqueaderos alternos, senderos peatonales entre otros.

Es responsabilidad del contratista garantizar siempre el acceso a las viviendas y establecimientos, en los casos en que el acceso sea interrumpido permanentemente sin posibilidad de utilizar medidas temporales, si es necesario el contratista debe coordinar con el propietario de la vivienda o pagar parqueaderos alternos hasta que se restablezca el acceso.

Determinar en planos actualizados y a escala adecuada, la existencia de redes de acueducto, alcantarillado, energía, gas, teléfonos, fibra óptica entre otros.

Realizar inventario de los árboles, arbustos, cercas, postes (en caso de no aplicar omitir el ítem) de la zona de influencia directa del proyecto y establecer las acciones de protección que se requieran.
Es de anotar que todos los inventarios que se realicen deben estar soportados con registros fotográficos y audiovisuales.

7.3.5.2 Censos de inmuebles

Realizar el inventario del número de viviendas, lotes y negocios que están incluidos dentro de la zona de influencia directa de la obra por barrio o sector a intervenir.

Una vez realizado el inventario se debe proceder con la realización de los censos al 100% de cada uno de los predios, lotes y negocios incluidos en la zona de influencia directa de la obra, esto con el fin de determinar su estado antes de iniciar las labores físicas. La identificación se debe realizar a través del diligenciamiento del formato se establezca, de igual manera de registros fotográficos, dependiendo de las condiciones de la vivienda y del criterio del profesional encargado y también de un material audiovisual de cada vivienda y negocio.

Para la realización de esta actividad se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:
Se debe propiciar el espacio (reunión preliminar de obra) o el medio para informar a la comunidad de la realización de los censos con mínimo 15 días de anticipación y/o también suministrar la información con la entrega de un volante, a cada una de las viviendas a censar, con la firma del recibido por parte del propietario, arrendatario o tenedor con mínimo 5 días de aviso previo para la realización del censo.

7.3.5.3 Aplicación actas de vecindad

Las Actas de Vecindad consisten en la elaboración de un concepto técnico acerca del estado actual de las edificaciones que colindan con una construcción en obra. El acta de vecindad es un documento de carácter privado, que constituye una prueba para establecer el estado en que se encontraba la casa u otros inmuebles vecinos, cuando se iniciaron las obras y que cobra mucha importancia en caso de que la nueva obra les cause daños. Es el documento privado, libre de formalidades, suscrito entre el titular de la licencia o el constructor y los propietarios o poseedores de los inmuebles colindantes al predio en que se desarrollará la obra, en el que se consignarán con máximo grado de detalle el estado en que se encuentran los inmuebles vecinos antes de comenzar la obra. Se levantarán actas de vecindad para las construcciones,

infraestructura y cultivos, aledañas al área de influencia directa definida, para verificar el estado inicial de las mismas, identificar riesgos y prevenir demandas. Previo al inicio de las actividades constructivas, el profesional del área social a través de volantes o visita comunicará a los propietarios, arrendatarios o tenedores, el levantamiento de las actas, explicando el objeto de las mismas. Las actas de vecindad serán levantadas por un ingeniero civil, acompañado por la residente social, a través del diligenciamiento del formato respectivo y debe estar presente el responsable del predio.

7.3.5.4 Base de datos de actores

Se requiere hacer una recopilación de un conglomerado de los diferentes actores institucionales, gremiales, entre otros, que están presentes en el municipio, la población beneficiada con las inversiones , teniendo en cuenta: género, edad, población minoritaria, (Indígenas, desplazados, reinsertados, victimas, etc.), actores políticos, económicos, religiosos, educativos, culturales, lideres, comunitarios, agremiaciones y otros que presenten relevancia para constituir una red de apoyo durante la ejecución del Plan de Gestión Social en la obra, e identificar la población objeto de la obra

7.3.5.5 Recorrido de la obra ruta inicial

Una vez realizadas las actividades preliminares en campo, el contratista debe programar un recorrido con los líderes comunitarios, funcionarios de la Alcaldía Municipal e interventoría, en donde se especifique y se deje constancia a la comunidad y demás participantes de la extensión de la zona de influencia directa del proyecto, el estado actual de la infraestructura existente de los sistemas de acueducto y alcantarillado y la proyección de obras a desarrollar

7.3.5.6 Auditorias visibles

Las Auditores Visibles es un programa que diseñó el Gobierno Nacional para controlar la ejecución de los recursos en los departamentos y municipios en el cual la ciudadanía participa de una manera activa. Serán los beneficiarios inmediatos de obras de mitigación quienes vigilen y controlen la ejecución de las obras.
Con esta nueva herramienta se busca que los proyectos de infraestructura pública se ejecuten de acuerdo con lo estipulado en el contrato de cada obra y evitar que se cometan irregularidades en el proceso de ejecución y construcción de los mismos.

Su finalidad es realizar un seguimiento visible y efectivo a la inversión pública mediante el control social a obras; también busca informar a los beneficiarios sobre la naturaleza de la obra, los plazos, el presupuesto y el origen de los recursos.

Para lo anterior, se conforma un grupo de beneficiarios del proyecto quienes participan activamente en todo el proceso. El consultor coordinará la realización de una socialización de inicio, una socialización de seguimiento y una socialización de finalización del proyecto con la participación de la firma contratista e interventora, la supervisión, los beneficiarios y demás personas y entidades relacionadas con el proyecto. En este espacio los beneficiarios del proyecto, contratistas, interventores y supervisores, pueden suministrar información, resolver inquietudes, plantear observaciones y recomendaciones y llegar a acuerdos y compromisos relacionados con el desarrollo del contrato, los cuales quedan registrados en un acta elaborada.

Como principales productos del ejercicio, se producen los siguientes documentos:

- Formatos con información general de la obra y los documentos soporte que se recopilen en el proceso.
- Acta de cada una de las socializaciones donde se plantean las conclusiones, acuerdos, compromisos y recomendaciones.
- Registro fotográfico tanto de las socializaciones como del avance en la ejecución del contrato.
- Acta de conformación del grupo de beneficiarios.
- Fichas con seguimiento periódico a las observaciones planteadas por las personas y entidades vinculadas al proyecto.
- Informe final del ejercicio de auditorías visibles.
- Sondeo de opinión, resultados y análisis sobre la percepción de los beneficiarios que participaron en el ejercicio de seguimiento visible al proyecto.
- El profesional del Área Social debe colaborar con la elección, capacitación, coordinación y seguimiento del plan de trabajo del grupo de Auditorias Visibles en compañía con el área social del Gestor.

7.3.6 Reuniones con la comunidad

El profesional del Área Social del contratista debe coordinar la realización de las actividades de socialización con la comunidad

7.3.6.1 Reunión inicial de obras

Con el fin de informar a la comunidad el inicio de las obras, se debe realizar una reunión por cada barrio o sector a intervenir. Dentro del contenido de las presentaciones se debe tener como mínimo la siguiente información:

- Objeto del contrato
- Número del contrato
- Objetivos de la reunión
- Responsables de la ejecución: Contratistas e interventoría.
- Beneficios de la obra.
- Impactos que pueden generarse y esquema de mitigación.
- Actividades de gestión social a realizar: Reuniones con la comunidad, recorridos, capacitaciones, entre otras)
- Conformación de auditorías visibles (diligenciar acta de constitución de auditorías visibles).
- Coordinación con entidades locales
- Contratación Mano de Obra no Calificada
- Funcionamiento de Puntos de Atención a la Comunidad (Ubicación, horarios de atención, profesional a cargo)
- Proceso constructivo con cada uno de sus componentes.
- Cronograma de actividades
- Ubicación de la zona(s) a intervenir (plano de localización)
- Dudas e inquietudes.
- Compromisos

Las presentaciones de las reuniones deben ser enviadas con previa anticipación al área social del Gestor e interventoría del Área de Gestión Social, para su respectiva revisión y aprobación.

Para la reunión de inicial de obras se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- A la Alcaldía Municipal y demás autoridades locales, se les debe remitir una carta informando el inicio de las obras, el tiempo de duración, los datos de la oficina de atención de a la comunidad.

- Datos del profesional social responsable, dirección, barrio, teléfono, email, días, horarios de atención y el trámite de atención a la comunidad, de igual manera la fecha y lugar de la reunión.
- Con respecto a la comunidad de la zona de influencia del proyecto, se debe convocar con 1 semana de anticipación, haciendo entrega del volante de la reunión de inicio a cada una de las viviendas, la entrega debe ser personalizada con firma de recibido del volante y en los casos en que no se encuentre al propietario, arrendatario o tenedor, se debe fijar el volante en la puerta y tomar un registro fotográfico como evidencia de que se informó.
- En los equipamientos públicos, privados y comunitarios se debe fijar un (1) afiche a color en medio pliego, informando la realización de la reunión.
- Los espacios logísticos sugeridos para las reuniones con la comunidad deben ser en lo posible de fácil traslado, central, que no requiera de sistema de transporte, que garantice lo mínimo de atención a la reunión, amplio con sillas, adecuada visibilidad para la proyección del video bean. Se recomienda gestionar con los líderes de la comunidad para el trámite del préstamo o alquiler del sitio.
- Con respecto a la metodología a utilizar debe ser de manera participativa ya que se busca tener una visión amplia de la realidad, generar en la comunidad sentido de pertenencia y empoderamiento antes, durante y después de las obras.
- Expositiva, con presentación en video bean, modelo plantilla aprobada por el Área de Gestión Social.
- Los productos mínimos a requerir de la reunión inicial de obras son:
- Elaborar acta de la reunión, haciendo relevancia de aspectos importantes del proceso constructivo y de la comunidad, compromisos acordados por parte del contratista, la interventoría, alcaldía y/o líderes o representantes de la comunidad. Una vez finalizada la reunión se deben divulgar los compromisos resultantes de la reunión a los cuales se les debe hacer seguimiento.
- Registrar listados de asistencia de cada uno de los participantes, tomar registros fotográficos de la reunión.
- El profesional social encargado de la reunión debe portar al igual que todo el equipo de profesionales de la obra, el carnet, camiseta, chaleco y/o algún distintivo que lo identifique ante el auditorio.

7.3.7 Interferencias presentadas durante la obra

Durante la ejecución de la obra, es posible que se presenten algunas interferencias, las cuales el profesional del área social del contratista debe prevenir, mitigar y/o controlar con la implementación de las siguientes actividades:

7.3.7.1 Accesibilidad a viviendas y establecimientos

En los casos en que se presenten interferencias en la accesibilidad a viviendas y negocios, el profesional del área social debe realizar una visita a cada uno de los predios afectados, levantar un acta individual que contenga los datos del predio y del propietario y acordar en común acuerdo cuáles serán las medidas que se tomarán para garantizar el acceso.

7.3.7.2 Daños a edificaciones, mobiliario y zonas verdes

Cuando se presenten situaciones de daños a edificaciones, mobiliario y zonas verdes, se debe entregar un volante informativo al propietario para que conozca cual debe ser el mecanismo a utilizar.

7.3.7.3 Suspensión de servicios públicos

Con respecto a los posibles cortes o suspensiones de servicios públicos efectuados por la ejecución de las obras, el contratista debe informar a toda la comunidad afectada con tres días de anticipación, esta suspensión debe ser coordinada con la empresa prestadora del servicio, en los casos en que se presenten suspensiones de servicio diferentes a las programadas por el contratista, será responsabilidad exclusiva del prestador del servicio.

7.3.7.4 Trabajos nocturnos

Cuando se requiera la realización de trabajos nocturnos, se debe informar al 100% de los propietarios con tres días de anticipación. Como mínimo entregar volantes al 100% de los ciudadanos afectados, así como carta a las autoridades locales respectivas

7.3.8 Actividades a realizar durante la ejecución de las obras

Con el propósito de hacer un adecuado seguimiento a las obras, con el acompañamiento de la comunidad se deben ejecutar las siguientes actividades:

7.3.8.1 Recorridos por los frentes de obra

El profesional del área social y el profesional en salud ocupacional deben permanentemente realizar recorridos con el fin de acompañar, informar e interactuar con las comunidades y los trabajadores además de recopilar la información que alimente la línea base.

7.3.8.2 Rutas saludables

Se deben realizar recorridos por las obras de infraestructura adelantadas en el municipio, con el fin de que la comunidad tenga conocimiento de los beneficios particulares de las inversiones y exista claridad de que las obras son del Municipio y por ninguna razón serán cobradas a los usuarios vía tarifas. De igual manera se pretende empoderar a la comunidad de sus bienes y beneficios derivados de la tal forma que se asegure la sostenibilidad de las inversiones y el mejoramiento en la prestación del servicio.

7.3.8.3 Reunión de avance de obra

El contratista debe realizar las reuniones que sean solicitadas de manera (verbal o escrita) por parte de la ciudadanía, las autoridades municipales y/o los organismos de control. Las reuniones de avance de obra, tienen por objeto realizar seguimiento a las obras y al cumplimiento de las obligaciones, así como informar a la comunidad el estado de la obra civil y los posibles impactos generados con la ciudadanía. Los demás aspectos a tener en cuenta serán los mismos establecidos para la reunión de inicio de obras, pero informadas como seguimiento.

7.3.8.4 Punto de atención a la comunidad

A partir de la fecha en que se dé inicio a las obras, se debe brindar un espacio físico de atención a la comunidad, el cual debe ser atendido por el profesional del área social quien recibirá y tramitará todas las inquietudes de la comunidad relacionadas específicamente con las obras.

De igual manera el contratista está obligado a cumplir con los siguientes requerimientos de los puntos de Atención a la Comunidad:

- La ubicación de la oficina se debe hacer en un lugar central a la zona de influencia directa de la obra garantizando el fácil acceso de la ciudadanía, este no podrá funcionar en el campamento de obra.
- El Punto de Atención debe contar con un pendón informativo del mismo.

- Debe estar equipado cómodamente para ofrecer un buen servicio a la comunidad y con un espacio mínimo para reuniones de comités, veedurías ciudadanas, etc.
- El horario de atención para la comunidad debe ser mínimo de (16) horas semanales de las cuales ocho (8) deben ser de recorrido por cada uno de los frentes de obra de la zona de influencia directa, esto con el propósito de recepcionar y aclarar cualquier inquietud ciudadana relacionada con los proyectos de obra.
- Los días y horarios de atención se deben establecer mediante consenso con los líderes comunitarios representativos del sector a intervenir, teniendo en cuenta la disponibilidad de tiempo de la comunidad. Estos acuerdos se deben mantener hasta que se culminen las obras.
- El Profesional del Área Social debe presentar, el cronograma de atención a la comunidad con los recorridos por los frentes de obra.
- El punto de atención a la comunidad, se mantendrán en funcionamiento desde el inicio de la ejecución de la obra física hasta la fecha de firma del acta de terminación, cumpliendo con todas las especificaciones del Plan de Gestión Social.
- Los horarios y fechas de atención se deben difundir en el 100% de las actividades comunitarias realizadas por el contratista, así como mediante la entrega de volantes informativos al 100% de los predios ubicados en la zona de influencia directa del proyecto.
- De todas las consultas generadas en los puntos de atención se deben presentar informes mensuales con su respectivo trámite y solución, el cual será remitido a la profesional social del gestor.

7.3.8.5 Comités de obra

El Profesional del Área Social, debe realizar una reunión de socialización, capacitación con los ingenieros y personal de mano de obra no calificada, sobre el plan de trabajo a desarrollar con la comunidad, esta reunión se debe hacer en compañía de la profesional del Área Social de la interventoría y la supervisión, espacio en el cual se debe presentar la matriz de impactos y los productos mínimos.

7.3.8.6 Acompañamiento y seguimiento al plan de trabajo del grupo de auditores visibles

Es necesario que el profesional del Área Social del gestor apoye a la profesional social de la obra para la conformación del grupo de auditores visibles, de acuerdo con el

procedimiento definido por el programa de Anticorrupción de la Presidencia de la República, se definirá con ellos un plan de trabajo que se ejecutara durante el tiempo que dure la obra; el objeto de estas auditorías es acompañar el desarrollo de la obra desde el inicio hasta la finalización y garantizar su impecable ejecución; para lo cual la profesional social de la obra se le brindará capacitación sobre sus funciones, objeto, deberes y derechos, programación de visitas, etc.

7.3.9 Actividad de entrega de obra a la comunidad

7.3.9.1 Comité informativo para entrega de obra

El profesional del Área Social debe programar un comité de obras, con el propósito de coordinar de manera unificada la entrega oficial de las obras a la comunidad, a este comité se debe convocar a la Interventoría y la supervisión.

7.3.9.2 Recorrido ruta final

Una vez culminado todo el proceso constructivo y realizado el comité de obras, el profesional del Área Social, debe programar un recorrido por las obras de infraestructura culminadas. Para el desarrollo de esta actividad se debe convocar con mínimo 8 días de anticipación a los líderes de la comunidad, comités, juntas de acción comunal, auditorias visibles, la Interventoría, Alcaldía Municipal y demás autoridades locales.

Durante este recorrido se debe hacer el Acta de Entrega Protocolaria de Obras, de igual manera se debe levantar registro de asistencia de los participantes al igual que las evidencias con registros fotográficos y video.

7.3.9.3 Cierre de los puntos de atención a la comunidad

El profesional del Área Social, una vez culminado el proceso constructivo, debe hacer el cierre de todas las reclamaciones que se encuentren pendientes, en el caso de que exista alguna dificultad de cierre, el profesional social debe informar en el último comité de obra de manera escrita las razones por las cuales no se ha podido realizar el trámite y de esta manera poner a discusión en comité acuerdos y/o compromisos para los cierres, los cuales se deben evacuar antes de la reunión de finalización de obras con la comunidad, la firma de acta de liquidación y entrega de informe final.

7.3.9.4 Reunión de finalización

Con el propósito de informar al 100% de la comunidad la finalización de las obras, se debe realizar una reunión por cada barrio o sector intervenido.
Durante este escenario se debe presentar a la comunidad el siguiente contenido:

- Objeto del contrato
- Número del contrato
- Objetivos de la reunión
- Responsables de la ejecución: Contratistas e interventoría.
- Beneficios de la obra
- Impactos generados e impactos mitigados.
- Actividades de gestión social realizadas: Reuniones con la comunidad, recorridos, capacitaciones, entre otras)
- Comités conformados (Datos generales: Nombres, apellidos cargos, teléfonos)
- Actividades realizadas con los comités (Auditorias Visibles)
- Coordinación con entidades locales
- Contratación Mano de Obra no Calificada
- Puntos de Atención a la Comunidad presentados y cerrados
- Proceso constructivo con cada uno de sus componentes.
- Planos de obra realizada.
- Actividades realizadas.
- También es importante mostrar que con la obra se reduce las enfermedades siendo este un indicador del mejoramiento calidad de vida.
- Dudas e inquietudes.
- Cierre
- Para todas las presentaciones se deben incluir registros fotográficos de las actividades realizadas durante la ejecución de las obras y deben ser enviadas con mínimo 8 días de anticipación a la interventoría para su respectiva revisión y aprobación.
- Las actividades de gestión a realizar para la reunión de finalización a tener en cuenta son las siguientes:
- A la comunidad de la zona de influencia del proyecto, se debe convocar con 1 semana de anticipación, haciendo entrega del volante de reunión de finalización de obras a cada una de las viviendas, la entrega debe ser personalizada con firma de recibido del volante y en los casos en que no se encuentre al propietario, arrendatario o tenedor, se debe fijar el volante en la puerta y tomar un registro fotográfico como evidencia de que se informó de la actividad.

- En los equipamientos públicos, privados y comunitarios se debe fijar un (1) afiche en medio pliego, informando la realización de la reunión.
- Los espacios logísticos sugeridos para las reuniones con la comunidad deben ser en lo posible de fácil traslado, central, que no requiera de Sistema de transporte, que garantice lo mínimo de atención a la reunión, amplio con sillas, buena visibilidad para proyectar la presentación. Se recomienda gestionar con las juntas acción comunal para el trámite del préstamo o alquiler del sitio.
- Con respecto a la metodología a utilizar debe ser de manera participativa y expositiva, con presentación en video bean, modelo plantilla aprobada por el área de gestión social.
- A la Alcaldía Municipal y demás autoridades locales, se les debe remitir una carta informando el lugar, fecha y hora de la reunión de finalización de las obras.
- Los productos mínimos de la reunión de finalización de obras son:
- Elaborar acta de la reunión, haciendo relevancia de aspectos importantes del proceso constructivo y de la comunidad. Una vez finalizada la reunión se deben divulgar los compromisos resultantes de la reunión los cuales son de obligatorio cumplimiento de forma inmediata.
- De igual manera se debe levantar listado de asistencia de cada uno de los participantes, tomar registros fotográficos de la reunión). El profesional social encargado de la reunión debe portar al igual que todo el equipo de profesionales de la obra, el carnet, camiseta, chaleco y/o algún distintivo que lo identifique ante el auditorio.

7.3.9.5 Evento masivo con la comunidad

El profesional del área social deberá hacer entrega de una propuesta del evento de la entrega de las obras a la comunidad, la cual debe llevarse a cabo una vez se concluyan las obras por parte del contratista y cuya preparación y costos está a cargo del contratista.

7.3.9.6 Indicadores de gestión

El control del impacto de trabajo realizado con la comunidad durante la ejecución del contrato de obras, se debe medir a través de la repetición de la recolección de información de la línea base, la cual se debe aplicar a una muestra representativa, de acuerdo con el número de personas intervenidas; la diferencia en los hábitos, conductas y percepciones de la comunidad frente a los temas relacionados con las

capacitaciones, lo cual permitirán observar el impacto de las mismas en la cultura del agua en los municipios.

7.3.10 Presentación de informes

De todas las actividades que se realicen antes, durante y finalizadas las obras se deben presentar informes ejecutivos con los respectivos soportes, teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en el Plan de Gestión Social de Obras, incluidos los PQRS con su respectivo tramite.

7.3.11 Informes preliminares

Una vez realizadas las actividades en campo, el profesional del Área Social, debe entregar un informe en Excel tabulado del diagnóstico de la zona de influencia directa del proyecto, la línea base de datos y las estadísticas de atención a la población.

7.3.12 Matriz de impactos generados durante la obra

Durante la realización de las actividades en campo, el profesional del Área Social, debe elaborar la matriz de identificación de impactos, de acuerdo a los criterios que el profesional social considere pertinentes de medir.

7.3.13 Cronograma de actividades

A partir de la fecha de inicio de las actividades del Profesional del Área Social en campo, debe enviar el día viernes de la semana anterior a la interventoría, el cronograma quincenal de las actividades a realizar durante el periodo siguiente, de igual manera debe enviar de manera semanal la programación de actividades tales como: Reuniones de comunidad, comités de obra, recorridos de obra, capacitaciones entre otras actividades de índole comunitario, estos cronogramas serán monitoreado por la interventoría quien será encargado de realizar verificación del cumplimiento del Plan de Gestión Social. En cada una de las auditorías realizadas en campo, se debe registrar acta de visita con las observaciones encontradas y las respectivas recomendaciones, las cuales serán remitidas al contratista. Es de anotar que, si por alguna circunstancia se modifica alguna de las actividades programadas, se debe reportar de forma inmediata, a la interventoría con copia a la supervisión.

7.3.14 Censos de inmuebles

Para la realización del informe se debe recopilar la información de cada una de las fichas, las cuales deben estar debidamente diligenciadas y con las respectivas firmas del ciudadano, los profesionales encargados y el visto bueno de la interventoría. Posteriormente se deben organizar en medio digital los registros fotográficos en carpetas por direcciones o cuadras y luego armar las subcarpetas de cada vivienda. En el informe físico se debe colocar en la ficha de registro de fotografías una o dos fotos principales de cada vivienda o negocio censado, los datos generales: Tipo de proyecto, barrio, No de contrato, Contratista, dirección del predio, estado de las paredes internas, fachada, pisos, cubierta (techo), antejardín, anden, sardinel, la fecha del registro fotográfico y las observaciones generales.

Los productos a entregar en el informe son:

- Informe físico con datos estadísticos de cada uno de los componentes.
- Un fólder. Carpeta de los censos originales, debidamente organizados por barrio o zonas de influencia, en cada censo debe estar el formato del registro fotográfico debidamente diligenciado.
- Una USB con la información debidamente organizada y de fácil acceso.
- Un video marcado con su respectivo registro de tomas y tiempo de duración.
- Las Actas de entrega de inmuebles una vez culminadas las obras.

7.3.15 Informes mensuales

Como anexo al informe técnico en los tres primeros días hábiles de cada mes y cada vez que se presente un acta para pago, el contratista y los profesionales sociales, deben entregar, un informe del avance de las actividades, dichos informes serán revisados por el interventor, verificando que estos cumplan con los lineamientos establecidos en el Plan de Gestión Social de Obras, luego serán enviados para aprobación y respectivo tramite. Los informes que no cumplan con los requisitos mínimos, serán devueltos al profesional del área social con las observaciones requeridas, las cuales se deben evacuar de forma inmediata.

7.3.16 Informe final

Una vez finalizada la obra y antes de firmar el acta de liquidación del contrato, el profesional del área social debe presentar un informe final ejecutivo, con los respectivos soportes de todas las actividades generadas durante la ejecución de la obra, de los cuales están:

- Informe físico con los lineamientos establecidos para informes con los productos finales.
- Informe final impreso con fotografías a color y en medio digital.
- Copia de los registros levantados de todas las actividades realizadas con la comunidad. Acta de reuniones, comités de control social, comités de obra, entre otras actividades.
- Material audiovisual: Registros fotográficos y videos.
- Recepción de los PQRS y su respectivo tramite
- Temario de los talleres o capacitaciones que lleven a cabo
- La organización y entrega de esta información debe ser por sector o barrio intervenido, la documentación debe estar organizada cronológicamente de forma ascendente.

7.3.10 Valla informativa

Vallas en las obras: se instalarán en sitios visibles previamente determinados por el interventor o por el supervisor del contrato el anclaje de las vallas.

Plazo: las vallas de información deberán instalarse por parte del contratista, al momento del inicio de ejecución de la obra.

Sostenibilidad: las vallas de información deberán mantenerse siempre en perfecto estado de legibilidad, en el caso en que estas se encuentren deterioradas o que no cumplan con los requisitos estipulados deberán ser retiradas y reemplazadas en un plazo no mayor de (15) días calendario. En los contratos de obras se deberán incluir estas disposiciones con el fin de hacerlas cumplir por parte del contratista y verificado por el interventor del contrato.

7.3.11 Cuñas radiales

El profesional del Área Social, debe hacer un levantamiento de información de los medios de comunicación (radio) que se encuentran en la zona de influencia, y a través del mismo debe informar de las acciones ejecutadas para las obras contratadas.

7.3.12 Contratación mano de obra

La generación de empleo en los municipios es uno de los indicadores más importantes, por lo tanto, el control de este, es de carácter prioritario. El contratista

deberá contratar la mano de obra no calificada en el municipio donde se realicen las obras, el Profesional del Área Social deberá incluir en los informes mensuales, un reporte de la mano de obra calificada y no calificada, esto junto con los respectivos pagos de los parafiscales acordes a la fecha de entrega del informe.

7.4 PLAN DE MANEJO FORESTAL O ARBOLEO

ANEXO 2. FICHA DE MANEJO FORESTAL O ARBÓREO
UBICACIÓN: El deslizamiento del Barrio Gaitán, Comuna 4 Municipio de Bucaramanga con coordenadas N 7,128953, W 73,134076**,** como se observa en la foto: 
DESCRIPCIÓN DE LAS COBERTURAS EXISTENTES
Según la metodología CORINE (Coordination of Information on the Environmental) Land Cover adaptada para el país, El área de estudio se encuentra en la unidad de cobertura; ***Arbustal abierto:*** *Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos arbustivos regularmente distribuidos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) discontinuo y cuya cubierta representa entre 30% y 70% del área total de la unidad. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales*. En el sitio que presenta erosión y su afectación no presenta vegetación arbórea si no presenta en algunos espacios gramínea de porte bajo y escarpas sin vegetación producto de los deslizamientos. La vegetación arbórea rodea el sitio en la parte alta y baja de la zona afectada.

REGISTRO FOTOGRÁFICO








TIPO VEGETACIÓN EXISTENTE EN EL SITIO

El sitio de estudio se observa una vegetación boscosa donde se observan especies como: *Ficus (Ficus sp), ficus benjamin (Ficus benjamina), Higurron (Ficus glabrata),*

Matarraton(Gliricidia sepium) Mamon(Melicoccus bijugatus), Bambu (Bambusa vulgaris), Yarumo (Cecropia peltata), Chitato (Muntingia Calabura), Orejo (Enterolobium cyclocarpum), Angelino (Platymiscium pinnatum), Macanillo (Platymiscium pinnatum), Saman (Samanea saman), Cedro (Cedrela odorata), Ceiba (Ceiba pentandra), Copiillo (Xylopia aromatica),Curo macho (Persea caerulea),Falso balso (Heliocarpus popayanensis), Guacharaco (Cupania cinérea), Tibigaro (Astronium graveolens), Hobo (Spondias mombin), Mano de oso (Oreopanax floribundum), Moncoro (Cordia gerascanthus), Palma de corozo (Acrocomia aculeata), Tachuelo (Zanthoxylum rhoifolium), Swinglea (Swinglea glutinosa) esta última como setos plantada por comunidad. El sitio presenta un deslizamiento de tipo traslacional que afecto un área de parte superior nororiental, oriental la cual limita con la infraestructura urbana.
RECOMENDACIONES GENERALES DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN.
Se debe realizar el inventario forestal de especies arbóreas con DAP superiores a 10 cm. Se recomienda realizar una evaluación ecológica rápida utilizando la observación directa en el área de estudio para identificar fauna presente área estudio. Y de acuerdo con la evaluación forestal y por la intervención de árboles a talar para la realización de obras de protección mitigación y corrección de erosión se deben realizar medidas de compensación con espeséis forestales y arbustivas como: *guadua (Guadua angustifolia), guamo (Inga sp.), Guacimo (Guazuma Ulmifolia), Aro (Trichantera gigantea), Trompeto (Bocconia frutescens). Cordoncillo (Piper bogotense), Orejo (Enterolobium cyclocarpum), Saman (Samanea saman), Cedro (Cedrela odorata).*

8. SOCIALIZACIÓN

8.1 METODOLOGÍA

8.1.1 Convocatoria a la socialización de inicio

Para dar inicio a la ejecución del proyecto y actividades en campo se contactó la presidenta de la junta de acción comunal y demás líderes comunitarios con el fin de concretar fecha, hora, lugar para la socialización y medios para la convocatoria de la comunidad.

Dentro de las estrategias establecidas se diseñaron volantes, los cuales se entregaron a las personas habitantes del área directa de estudio.



Figura 76. Folleto Convocatoria Socialización de Inicio de Proyecto.

8.1.2 Desarrollo de la socialización

8.1.2.1 Presentación del consorcio y del equipo de trabajo

El director del proyecto realiza apertura a la socialización, da la bienvenida a la comunidad y presenta el consorcio y su equipo de trabajo el cual está conformado por profesionales en geología, topografía, ingenieros civiles, trabajo social entro otros.

Indica que dentro del proyecto se requieren ayudantes de obra, vigilancia para cuidado de máquinas y acompañamiento para seguridad al personal en campo y refiere que se dará participación a la comunidad para desarrollar dichas labores.

Finalmente solicita a los asistentes la colaboración con la entrega de información que se requiere y recuerda el principio de solidaridad social contemplado en la ley 1523 de 2012.

8.1.2.2 Desarrollo de la temática

Mediante uso de proyector video beam se expuso a la comunidad las técnicas a emplear para el estudio y los componentes del mismo.

- Cartografía base digital y modelado 3D, la cual se compone por ortomosaico, levantamiento Lidar, levantamiento topográfico.
- Geología y Geomorfología
- Hidrología.
- Análisis detallado por movimientos en masa.
- Diseño de obras de mitigación.
- Socialización

8.1.2.3 Cierre

Para concluir la socialización se generó un espacio de preguntas e inquietudes, dando participación a la comunidad y procurando respuestas contundentes a las mismas.

8.2 TIEMPO DE EJECUCIÓN

El contrato tiene un tiempo de ejecución de dos meses a partir de la firma del acta de inicio.

- Fecha de firma de acta de inicio: 08 de mayo de 2023

8.3 ASISTENCIA

La socialización se llevó a cabo con la participan de la comunidad con una asistencia de doce (12) personas y dos (2) profesionales de la consultoría.



Fotografía 1.Socialización

9. PRESUPUESTO DE LAS OBRAS DE MITIGACIÓN

De acuerdo al orden de priorización de las obras de mitigación, se definieron dos sectores de obras de mitigación para el Barrio Gaitan.

Se establecieron dos sectores, dado que el sector 1 corresponde al talud por el cual se genero la emergencia en el año 2022, sin embargo dentro de la ejecución de los presentes estudios se identifico que el talud del costado norte presenta amenaza por remoción en masa y por tanto se diseñaron obras de mitigación y se establece como sector 2.



Figura 77. Priorización de las obras de mitigación por sectores.

9.1 SECTOR 1 – OBRAS DE MITIGACION COSTADO SUR

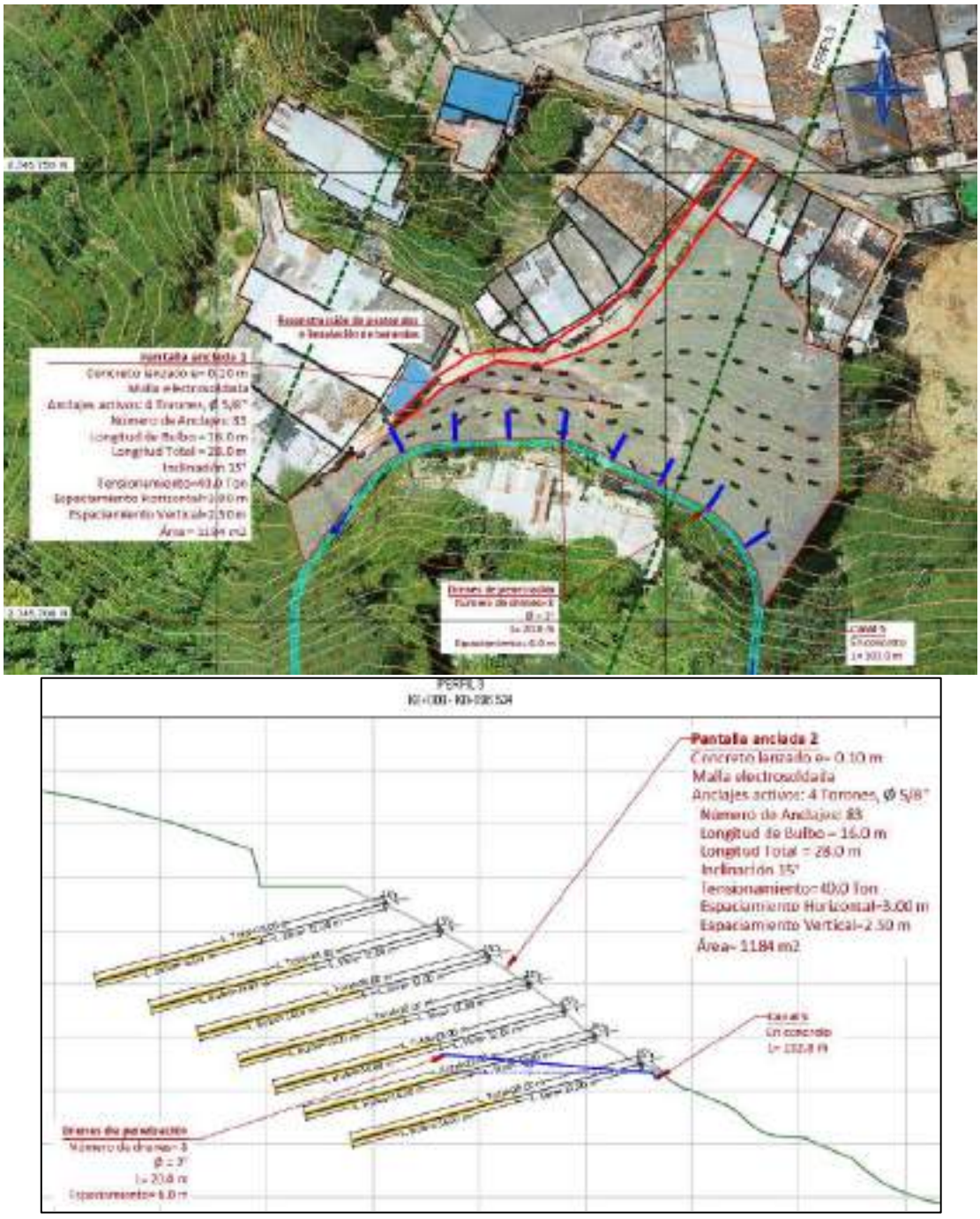


Figura 78. Obra de Mitigación Gaitán Sector 1

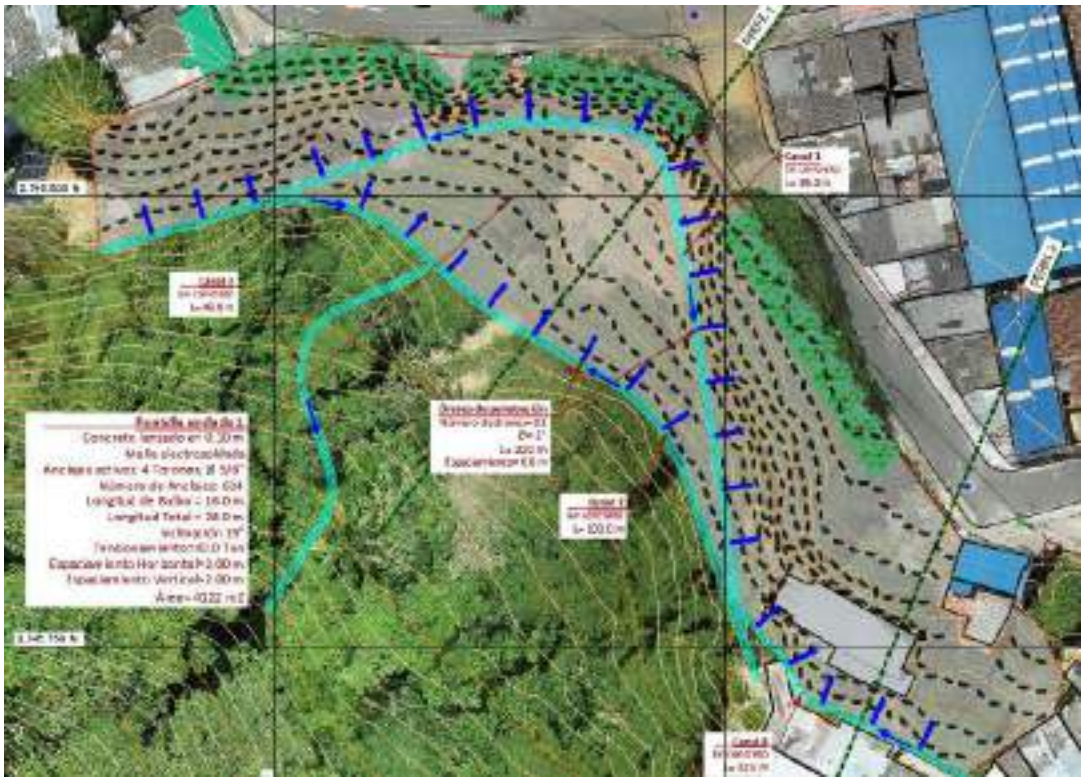
ESTUDIO Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES MIRAMANGA, LA INDEPENDENCIA, GAITÁN PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PUBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER

MUNICIPIO	Bucaramanga	CONTRATO No.		VERSION	
PRESUPUESTO DE OBRA					
BARRIO GAITAN - SECTOR 1					

ITEM	ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	VUNITARIO	VPARCIAL
1	SECCION PRIMERA - PRELIMINARES				$ 340,500,661.04
1.1	REPLANTEO, CONTROL Y MEDICIÓN DE LA OBRA	M2	1184.00	$ 4,050.00	$ 4,795,200.00
1.2	DESMONTE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS	M2	947.20	$ 8,127.00	$ 7,697,894.40
1.3	REMOCION DE ESPECIES VEGETALES H-1DM	UND	30.00	$ 263,064.00	$ 7,891,920.00
1.4	ENCERRAMIENTO EN LONA VERDE Y POSTE DE MADERA	ML	186.00	$ 35,812.00	$ 6,660,632.00
1.5	CAMPAMENTO	GLB	1.00	$ 5,314,047.33	$ 5,314,047.00
1.6	DEMOLICION DE PISOS, ANDENES DE CONCRETO Y CUNETAS	M2	273.44	$ 293,014.00	$ 80,128,459.04
1.7	VALLA TIPO 1A (6.09M X 2.80M)	UND	1.00	$ 2,865,356.33	$ 2,865,356.00
1.8	RETIRO DE BASURAS Y ESCOMBROS	M3	947.20	$ 57,895.00	$ 54,838,144.00
1.9	CERRAMIENTO MALLA ESLABONADA CAL 12, H =2.2 M, Y MAMPOSTERIA H=2, H = 0.5	ML	194.00	$ 1,061,674.33	$ 205,964,756.00
2	SECCION SEGUNDA - MOVIMIENTOS DE TIERRA				$ 515,691,868.10
2.1	EXCAVACION A MANO DESCOLGADO PARA ZAPATAS	M3	24.90	$ 264,573.00	$ 6,590,267.70
2.2	CONFORMACION Y PERFILADO DE TALUDES A MANO EN ALTURA	M2	2036.61	$ 161,745.00	$ 410,315,668.70
2.3	TRANSPORTE DE MATERIALES PROVENIENTES DE LA EXCAVACION DE LA EXPLANACION, CANALES Y PRESTAMOS PARA DISTANCIAS MAYORES DE MIL METROS (1.000 M) MEDIDO A PARTIR DE (3M METROS (100 M) INCLUYE CONFORMACION DE BOTADERO)	M3-KM	59863.15	$ 1,637.00	$ 98,004,886.70
3	SECCION TERCERA - ESTRUCTURAS				$ 100,574,276.36
3.1	CONCRETOS				$ 11,551,421.74
3.1.1	CONCRETO DE 4000 PSI PARA CUNETAS Y CANALES	M3	17.42	$ 663,579.00	$ 11,551,421.74
3.2	ACEROS				$ 116,583,863.60
3.2.1	ACERO DE REFUERZO Fy 4200 MPa	KG	2178.04	$ 18,869.00	$ 40,943,515.63
3.2.2	MALLA DE REFUERZO Fy 4200 MPa	M2	1184.41	$ 24,469.00	$ 28,981,328.29
3.2.3	BARANDAS PERMANENTES	ML	64.51	$ 743,419.00	$ 47,957,383.69
4	SECCION CUARTA - VIAS Y ANDENES				$ 90,638,639.40
4.1	CONCRETO DE 3000 PSI PARA RECONSTRUCCION PEATONALES	M3	24.55	$ 678,406.00	$ 16,650,639.42
5	SECCION QUINTA - ESTABILIZACION DE TALUDES				$ 2,186,346,211.00
5.1	PERFORACION PARA ANCLAJES EN TALUDES CON EQUIPO DESCOLGADO HASTA 15 METROS	ML	1245.00	$ 368,100.00	$ 458,269,500.00
5.2	PERFORACION PARA ANCLAJES EN TALUDES CON EQUIPO DESCOLGADO MAYORES A 15 METROS	ML	1019.00	$ 448,215.00	$ 456,742,285.00
5.3	ENCAMISADO DE ANCLAJES - DRENES	ML	2484.00	$ 158,166.00	$ 392,741,880.00
5.4	INYECCION LECHADA DE CEMENTO RESISTENCIA ±267 PSI	M3	64.60	$ 1,437,320.00	$ 92,849,611.61
5.5	DADO EN CONCRETO (INCLUYE PLATINA)	UND	60.00	$ 817,607.00	$ 67,966,421.00
5.6	TENSIONAMIENTO DE ANCLAJES 40 TONELADAS	UND	60.00	$ 281,126.00	$ 16,693,458.00
5.7	PROTECTOR PUNTA ANCLAJE EN CONCRETO	UND	60.00	$ 33,400.00	$ 1,859,200.00
5.8	SUMINISTRO DE TUBERIA PARA DREN - LLORADERO DE 2" INCLUYE GEOTEXTIL	ML	245.00	$ 26,545.00	$ 6,491,349.00
5.9	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO LANZADO CON MEZCLA HUMEDA DE ESPESOR 10 cm 3000 PSI	M2	1184.41	$ 230,467.00	$ 296,888,619.47
5.10	SUMINISTRO DE KIT DE CUÑAS DE 0.6" Ø PARA ANCLAJE	UND	60.00	$ 66,843.00	$ 7,307,695.00
5.11	SUMINISTRO DE POLEAS CON 4 RUEDAS 0.6"	UND	60.00	$ 148,000.00	$ 16,280,478.00
5.12	SUMINISTRO DE ANCLAJE DE 30 METROS INCLUYE TORON DE .6/5" SEPARADORES Y TUBERIA Y DEMAS ACCESORIO PARA SU CORRECTA INSTALACION	UND	60.00	$ 2,064,051.33	$ 171,346,033.00
5.13	PERFORACION PARA DRENES EN TALUDES CON EQUIPO DESCOLGADO HASTA 15 METROS	ML	139.00	$ 368,154.00	$ 42,678,480.00
5.14	PERFORACION PARA DRENES EN TALUDES CON EQUIPO DESCOLGADO MAYORES A 15 METROS	ML	60.00	$ 369,603.00	$ 16,586,100.00
TOTAL COSTO DIRECTO					$ 3,266,594,167.20
			ADMINISTRACION	29%	$ 930,169,759.00
			IMPREVISTOS	1%	$ 32,665,942.00
			UTILIDAD	5%	$ 163,329,708.00
				6AU	$ 1,126,336,359
			ACTUALIZACION Y/O AJUSTES A LOS DISEÑOS		$ 33,004,543
			IMAUTILIDAD	10%	$ 33,405,215
SUBTOTAL BASICO OBRAS (2)					$ 4,352,665,667.36
		PLAN DE MANEJO AMBIENTAL		1.77%	$ 56,675,821
		PMA DE MANEJO DE TRAFICO		1.92%	$ 61,595,000
VALOR TOTAL OBRAS					$ 4,471,161,530.12
		INTERVENTORIA		23.35%	$ 747,391,400.00
TOTAL PROYECTO					$ 5,248,999,184.00

Figura 79. Presupuesto Gaitán sector 1

9.2 SECTOR 2 – OBRAS DE MITIGACIÓN COSTADO NORTE



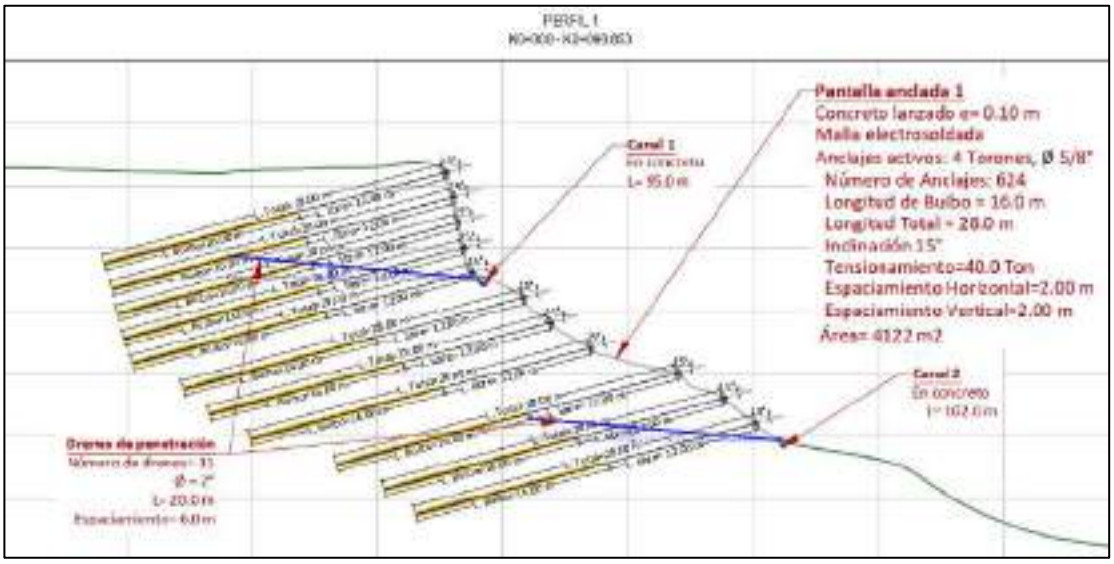


Figura 80. Obra de Mitigación Sector 2

ESTUDIO Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES MIRAMANGA, LA INDEPENDENCIA, GAITÁN
PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PUBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER.

MUNICIPIO	Bucaramanga	CONTRATO No.		VERSION	
PRESUPUESTO DE OBRA					
BARRIO GAITAN - SECTOR 2					

ITEM	ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	VR/UNITARIO	VR/PARCIAL
1	SECCION PRIMERA - PRELIMINARES				$ 647.944.514,16
1.1	REPLANTEO, CONTROL Y UBICACION DE LA OBRA	M2	4122,00	$ 4.640,00	$ 19.834.100,00
1.2	DESMONTE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS	M2	3297,60	$ 8.127,00	$ 26.790.955,20
1.3	REMOCION DE ESPECIES VEGETALES H<10M	UND	90,00	$ 353.024,00	$ 30.247.520,00
1.4	ENCERRAMIENTO EN LONA VERDE Y POSTE DE MADERA	ML	331,00	$ 28.912,00	$ 9.992.979,00
1.5	CAMPAMENTO	GLB	1,00	$ 6.314.647,00	$ 6.314.647,00
1.6	DEMOLICION DE PISOS, ANDENES DE CONCRETO Y CUNETAS	M3	135,66	$ 202.014,00	$ 24.081.041,24
1.7	VALLA TIPO 1A (4,00m X 3,00m)	UND	1,00	$ 3.359.356,00	$ 3.359.356,00
1.8	RETIRO DE BASURAS Y ESCOMBROS	M3	1297,60	$ 97.806,00	$ 126.934.867,20
1.9	CERRAMIENTO MALLA ESLABONADA CAL 12, H=2,2 M, Y MAMPOSTERIA H12, H = 0,5	ML	333,31	$ 1.051.574,00	$ 346.031.316,74
2	SECCION SEGUNDA - MOVIMIENTOS DE TIERRA				$ 1.020.699.730,72
2.1	EXCAVACION A MANO DESCOLGADO PARA ZAPATAS	M3	197,20	$ 244.673,00	$ 48.248.735,60
2.2	CONFORMACION Y PERFILADO DE TALUDES A MANO EN ALTURA	M3	6212,12	$ 161.728,00	$ 1.004.954.243,87
2.3	TRANSPORTE DE MATERIALES PROVENIENTES DE LA EXCAVACION DE LA EXPLANACION, CANALES Y PRESTAMOS PARA DISTANCIAS MAYORES DE MIL METROS (1.000 M) INCLUIDO A PARTIR DE CIEN METROS (100 M) (INCLUYE CONFORMACION DE BOTADERO)	M3-KM	129271,50	$ 1.937,00	$ 250.396.693,31
3	SECCION TERCERA - ESTRUCTURAS				$ 300.534.699,64
3.1	CONCRETOS				$ 62.045.899,51
3.1.1	CONCRETO DE 3000 PSI	M3	28,11	$ 956.227,00	$ 21.000.357,96
3.1.2	CONCRETO DE 4000 PSI PARA CUNETAS Y CANALES	M3	46,66	$ 905.379,00	$ 31.044.533,45
3.2	ACEROS				$ 226.548.893,13
3.2.1	ACERO DE REFUERZO Fy 4200 MPa	KG	23407,71	$ 10.668,00	$ 238.680.204,28
3.2.2	MALLA DE REFUERZO Fy 4200 MPa	M2	4121,61	$ 24.469,00	$ 100.868.688,85
4	SECCION CUARTA - VIAS Y ANDENES				$ 7.861.935,00
4.1	SUB-BASE GRANULAR CLASE C	M3	26,11	$ 300.979,00	$ 7.861.935,03
5	SECCION QUINTA - ESTABILIZACION DE TALUDES				$ 14.910.777.251,59
5.1	PERFORACION PARA ANCLAJES EN TALUDES CON EQUIPO DESCOLGADO HASTA 15 METROS	ML	6360,00	$ 369.160,00	$ 2.630.177.600,00
5.2	PERFORACION PARA ANCLAJES EN TALUDES CON EQUIPO DESCOLGADO MAYORES A 15 METROS	ML	5112,00	$ 445.915,00	$ 3.617.260.480,00
5.3	ENCAMISADO DE ANCLAJES - DRENAJE	ML	19392,00	$ 169.156,00	$ 3.049.301.183,00
5.4	INYECCION LECHADA DE CEMENTO RESISTENCIA a287 PSI	M3	485,66	$ 1.437.320,00	$ 698.050.092,35
5.5	CADO EN CONCRETO (INCLUYE PLATINA)	UND	824,00	$ 817.697,00	$ 673.217.968,00
5.6	TENSIONAMIENTO DE ANCLAJES 20 TONELADAS	UND	824,00	$ 261.126,00	$ 128.900.824,00
5.7	PROTECTOR CUNTA ANCLAJE EN CONCRETO	UND	824,00	$ 50.400,00	$ 41.527.200,00
5.8	SUMINISTRO DE TUBERIA PARA DREN - LLORADERO DE 3" INCLUYE GEOTEXTIL	ML	1044,00	$ 26.343,00	$ 30.770.592,00
5.9	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO LANZADO CON MEZCLA HUMEDA DE REFUERZO 210 (40) 3000 PSI	M2	4124,61	$ 280.467,00	$ 1.036.128.796,27
5.10	SUMINISTRO DE KIT DE CUÑAS DE 6" * 4 PARA ANCLAJE	UND	824,00	$ 66.242,00	$ 54.599.408,00
5.11	SUMINISTRO DE PLACAS CON 4 HUECOS 3/8"	UND	824,00	$ 109.096,00	$ 89.899.904,00
5.12	SUMINISTRO DE ANCLAJE DE 30 METROS INCLUYE TORON DE 0,6" DESARMADORES Y TUBERIA Y DEMAS ACCESORIO PARA SU CORRECTA INSTALACION	UND	824,00	$ 2.564.051,00	$ 1.267.067.824,00
5.13	PERFORACION PARA DRENES EN TALUDES CON EQUIPO DESCOLGADO HASTA 15 METROS	ML	485,00	$ 350.156,00	$ 169.541.910,00
5.14	PERFORACION PARA DRENES EN TALUDES CON EQUIPO DESCOLGADO MAYORES A 15 METROS	ML	155,00	$ 389.653,00	$ 60.396.215,00
TOTAL COSTO DIRECTO					$ 17.279.271.203,82
	ADMINISTRACION			23%	$ 3.974.228.740,90
	IMPREVISTOS			1%	$ 172.792.712,04
	UTILIDAD			5%	$ 863.763.560,20
				AIU	$ 5.046.545.991
	ACTUALIZACION Y/O AJUSTES A LOS DISEÑOS				$ 172.792.712
	IVA/UTILIDAD			19%	$ 164.113.079
SUBTOTAL COSTO OBRAS (1)					$ 22.656.363.093,68
	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL			1,11%	$ 264.295.250
	PLAN DE MANEJO DE TRANSITO			1,04%	$ 193.455.000
VALOR TOTAL OBRAS					$ 23.308.303.343,68
	INTERVENTORIA			6,11%	$ 1.421.328.571,20
TOTAL PROYECTO					$ 24.904.403.486,88

Figura 81. Presupuesto Gaitán sector 2.

9.3 PRIORIZACIÓN DE LAS INTERVENCIONES

Para el sector del barrio Gaitán, y en función del nivel de amenaza, se recomienda priorizar las intervenciones así:

- Iniciar con las obras de la fase 1, las cuales tienen un valor de $5,248,959,154.00
- Seguidamente, se deben ejecutar las obras de la fase 2, que corresponde al sector norte, las cuales tienen un valor de $ 25,504,403,496.00

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente documento, denominado TOMO II – DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACIÓN, se presentan el resumen de los diferentes trabajos realizados para la caracterización del suelo del presente estudio.

Las medidas de reducción de la amenaza están orientadas a mitigar o reducir los efectos de inestabilidad de sectores que se zonificaron con amenaza alta.

A partir de la exploración de campo, ensayos de laboratorio y la geología realizada en el área de estudio, se identificaron cinco (5) unidades geológicas las cuales son:

- Suelos del Miembro Limos Rojos de la Formación Bucaramanga.
- Suelos del Miembro Gravoso de la Formación Bucaramanga.
- Suelos del Miembro Finos de la Formación Bucaramanga.
- Suelos del Miembro Órganos de la Formación Bucaramanga.
- Deposito coluvial activo.

10.1 EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LAS CONDICIONES ACTUALES

La evaluación de la amenaza se efectuó teniendo en cuenta la metodología propuesta por la Guía Metodológica del Servicio Geológico Colombiano, la cual se basa en el cálculo de probabilidades de falla, obteniéndose al determinar la probabilidad anual de falla considerando los eventos sísmicos y de lluvia.

Adicionalmente se realizó el análisis de amenaza como lo establece el decreto 1807 de 2014 mediante el análisis de mínimo tres (3) escenarios, sin embargo, para el presente estudio se consideró el análisis de cuatro escenarios.

Para determinar la zonificación de la amenaza más real, se ponderaron los diferentes escenarios, en donde se aprecia, que la probabilidad de ocurrencia de un deslizamiento es mayor para aquellos escenarios en los cuales no se registraría un evento sísmico.

Para la ponderación se tuvo en cuenta el periodo de exposición (50 años) el cual está relacionado con los periodos de retorno del evento sísmico.

Tabla 99.Ponderación propuesta para los escenarios de análisis de la evaluación de la amenaza.

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN %
1	Estático	43.4
2	Estático saturado	41.7
3	Dinámico	10.5
4	Dinámico Saturado	4.4

De acuerdo a los resultados se pudo concluir que el costado nor occidental, donde actualmente se presentó un deslizamiento se encuentra en amenaza alta, y los demás sectores analizados presentan una amenaza media a movimientos en masa, condicionados especialmente por los materiales existentes y las pendientes fuertes.

Los principales factores detonantes para activar los movimientos en masa, son los niveles freáticos o niveles de agua subterránea y el sismo.

10.2 OBRAS DE MITIGACIÓN

Se recomienda realizar un desabombe de los taludes y construir un sistema de anclajes pretensionados de mínimo 400 kN.

En la pantalla 1 (Perfil 1), separación horizontal y vertical cada 2.0 metros y ángulo de inclinación con respecto a la horizontal es de 15°, longitud total del anclaje de 28.0 metros y una longitud de bulbo de 16.0 metros.

En la pantalla 2 (Perfil 2), separación horizontal cada 2.5 metros y separación vertical de 2.0 metros, ángulo de inclinación con respecto a la horizontal es de 15°, longitud total del anclaje de 28.0 metros y una longitud de bulbo de 16.0 metros.

En la pantalla 3 (Perfil 3), separación horizontal cada 3.0 metros y separación vertical de 2.5 metros, ángulo de inclinación con respecto a la horizontal es de 15°, longitud total del anclaje de 28.0 metros y una longitud de bulbo de 16.0 metros.

Los anclajes están compuestos por cuatro (4) torones de 0.6” tensados a una carga de 40 toneladas/ancla. Los anclajes se apoyarán sobre dados en concreto reforzado de dimensiones mínimas de 1.0x1.0 metros y de espesor mínimo de 0.25 metros, el cual debe quedar embebido en el talud (empotrado).

Para el diseño estructural del dado se debe contemplar un Kv de 25000 kN/m3.

10.3 OBRAS DE SUBDRENAJE

Se recomienda construir drenes de 20.0 metros de longitud, con separación horizontal de 6.0 metros y una inclinación de 6º, en la base de los taludes.

10.4 MANEJO DE LA EROSIÓN

Se recomienda en los taludes que se van a construir los anclajes pretensionados la implementación de concreto lanzado y malla electrosoldada como medida de protección contra la erosión la cual debe cumplir la especificación INVIAS 812-22, en las demás áreas no intervenidas se recomienda la revegetalización y/o empradización de los taludes.

10.5 MANEJO DE LA ESCORRENTÍA

Para el manejo de las aguas de escorrentía se recomienda en la base del talud, construir un canal trapezoidal en concreto reforzado de 0.30m de base menor, 0.80m de base mayor y 0.50m de altura.

10.6 RECOMENDACIONES GENERALES

Teniendo en cuenta las características de los suelos presentes en el área de estudio, se recomienda implementar las siguientes medidas de manejo para garantizar un mejor comportamiento a futuro.

- No dejar las excavaciones expuestas a las infiltraciones de agua.
- De igual forma se evitará la exposición prolongada de las excavaciones, a intemperismos, para lo cual se recomienda programar las excavaciones de tal forma que transcurra el menor tiempo posible entre su terminación y las operaciones de mejoramiento proyectadas, vaciado de los cimientos y/o construcción de la estructura.
- Se recomienda construir las obras proyectadas en temporadas de verano, con el fin de evitar problemas de estabilidad al momento de realizar los cortes proyectados.

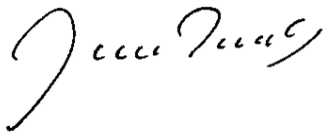
- Se recomienda colocar un sistema de monitoreo permanente durante la construcción de las estructuras de estabilidad, para chequear cualquier tipo de desplazamiento.
- El óptimo comportamiento de las estructuras de estabilidad diseñadas depende del procedimiento constructivo y del seguimiento riguroso del mismo. Es muy importante que el diseñador realice el acompañamiento durante la construcción.
- Realizar mantenimiento y limpieza de los canales para prevenir obstrucciones y que estos se rebosen, generando focos de erosión.
- Control de resistencia de la lechada de cemento utilizada de acuerdo a especificación INVIAS.
- Se recomienda al inicio del proyecto realizar pruebas de carga a los anclajes. Si se produce falla de los anclajes, se requiere ajustar el diseño aumentando la longitud de bulbo o mejorando el sistema de inyección.
- Es muy importante la supervisión técnica de la obra durante la construcción.
- Se deberá consultar con el Ingeniero Geotecnista, cualquier cambio que se realice al proyecto en cuanto a su nivel de cimentación y excavaciones planteadas

10.7 LIMITACIONES

Los resultados, conclusiones y recomendaciones fueron obtenidos a partir de los resultados de la exploración de campo y ensayos de laboratorio realizados, visitas de campo y otras actividades relacionadas en capítulos anteriores. En caso de encontrarse condiciones del subsuelo diferentes a las descritas en este informe, en el momento de la construcción de obras o geometría general del esquema de cortes y rellenos para el área de trabajo, se deberá comunicar al Ingeniero Geotecnista para emitir las observaciones que amerite el caso.

10.8 FIRMA DEL ESPECIALISTA

El ingeniero da fe que conoce el sitio y lo ha visitado para efectos de la elaboración del presente estudio.



_____

MIGUEL SILVA – Ingeniero Civil - Magister en Geotecnia

ESTUDIO Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MI TIGACIÓN SECTORES JOSÉ ANTONIO GALÁN, CLUB GALLINERAL Y CRISTAL BAJO. PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PUBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER

SECTOR JOSE ANTONIO GALÁN



BUCARAMANGA, SANTANDER

JULIO DE 2023

1 TABLA DE CONTENIDO

1 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 4
1.1 GEOLOGÍA REGIONAL 4
1.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 4
1.3 GEOLOGÍA LOCAL 4
1.3.1 Suelo aluvial de cauce activo (Sal) 4
1.3.2 Suelos de terrazas bajas (Sat) 4
1.3.3 Suelo de lleno antrópico de basuras y escombros (Stlab) 5
1.4 GEOMORFOLOGÍA 5
2 EVALUACIÓN DE AMENAZA POR INUNDACIÓN 5
3 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN 6
3.1 SUSCEPTIBILIDAD DE LAS VIVIENDAS 7
3.2 INTENSIDAD 7
3.3 ZONIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD 7
4 EVALUACIÓN DEL RIESGO 8
5 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS 10
6 DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN 10
6.1 Estimación de la aceleración sísmica 12
6.2 Capacidad portante del suelo de cimentación 14
7 REVISION DOCUMENTAL 14
8 CONCLUSIONES 19

TABLA DE IMAGENES

Figura 1. Mapa de amenaza por inundación del río de oro en el sector del barrio Jose A. Galán. 6
Figura 2. Mapa de zonificación de la vulnerabilidad física de edificaciones. Tomado del informe de consultoría. 8
Figura 3. Mapa de riesgo por inundación del río de oro en el sector Jose A. Galán. 9
Figura 4. Propuesta de medida de control de inundación – muro en gavión H=6.0m 11
Figura 5. Propuesta de medida de control de inundación – muro en gavión H=7.0m 11
Figura 6. Propuesta de medida de control de inundación – muro en gavión H=8.0m 12

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de riesgo aplicada. 9
Tabla 2. Comparativo de las alternativas de estabilización. 10
Tabla 3. Cálculo del coeficiente de aceleración máxima para análisis pseudoestático de taludes. 12
Tabla 4. Factores de seguridad objetivo. 13
Tabla 5. Resumen de factores de seguridad con obras – muro en gavión H=6.0m 13
Tabla 6. Resumen de factores de seguridad con obras – muro en gavión H=7.0m 13
Tabla 7. Resumen de factores de seguridad con obras – muro en gavión H=8.0m 13

1 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

1.1 GEOLOGÍA REGIONAL

El área de estudio se localiza al suroccidente del municipio de Bucaramanga en el barrio El Galán junto al rio de Oro. Se ubica en el punto de final de afloramiento de uno de los brazos de la formación Bucaramanga donde continúa el depósito aluvial del río de Oro (Qal).

Dada su cercanía con el río de oro, la zona se caracteriza por la heterogeneidad de tamaños y compuestos litológicos producto del transporte de material de las partes alta por arrastre del agua.

Los depósitos aluviales recientes presentan bloques, cantos, gravas arena y finos de cuarzo, chert, cuarcitas entre otros. Los bloques presentan forma redondeada y subredondeada.

1.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

A nivel regional, el área de estudio se ubica en el bloque central del esquema tectónico de Santander, limitando al oriente con el sistema de fallas de Bucaramanga y al occidente con el sistema de fallas La Salina. Localmente, el área de estudio se ubica al occidente de la falla Suárez.

1.3 GEOLOGÍA LOCAL

Las unidades geológicas superficiales se proponen de manera que se agrupan en función de la clasificación litológica, dureza o resistencia, sistema de discontinuidades, grado de meteorización y rasgos estructurales.

Las unidades geológicas superficiales propuestas se pueden entender como depósitos cuaternarios recientes y antiguos. Se verifica el modelo geológico y a continuación, se presenta una breve descripción de las unidades cartografiadas.

1.3.1 Suelo aluvial de cauce activo (Sal)

Materiales sueltos y heterogéneos de suelo y rocas subredondeadas a redondeadas depositados por la acción del de los cauces activos en el ancho de la llanura de inundación. Matriz areno-limosa en condición suelta. Espesor de 0.5 a 1.0 metros.

1.3.2 Suelos de terrazas bajas (Sat)

Depósitos aluviales con matriz areno-arcillosa, altamente erodables, consistencia baja a media con cantos y bloques redondeados a subredondeados cuya litología depende de las unidades atravesadas por las corrientes. En la zona de estudio se observan terrazas bajas entre 1 a 2 metros.

1.3.3 Suelo de lleno antrópico de basuras y escombros (Stlab)

Material dispuesto por el hombre sin ningún tipo de control técnico ni control de desechos con presencia de material orgánico y escombros de construcción. Se observan en el parea de estudio fragmentos de concreto, plástico, ladrillos, vidrio, tuberías en PVC, entre otros.

Se considera apropiada y representativa la clasificación propuesta por el consultor respecto a los materiales encontrados en la zona de estudio.

1.4 GEOMORFOLOGÍA

Se identifican en campo las siguientes geoformas agrupadas según su origen en fluvialesy antrópicas.

De origen fluvial se identifica el cauce o lecho del rio de Oro (F1) y las llanuras de inundación (F2) que son zonas donde las corrientes permanentes inundan y generalmente trazan una morfología plana a ligeramente inclinada delimitada por el talud que conforma el cauce del cuerpo de agua.

Finalmente, en el grupo de geoformas de origen antrópico se observan llenos mixtos (A5) dispuestos de forma caótica por acción humana.

La descripción local se considera representativa del ambiente geomorfológico del sitio.

2 EVALUACIÓN DE AMENAZA POR INUNDACIÓN

La revisión de la metodología para la evaluación de la hidrología e hidráulica que soporta el estudio de amenaza por inundación del río de Oro se encuentra en el documento Hidrología e Hidráulica.

A continuación, se reproduce el plano de amenaza por inundación



Figura 1. Mapa de amenaza por inundación del río de oro en el sector del barrio Jose A. Galán.

3 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN

El consultor aplica una metodología ajustada para la evaluación de la vulnerabilidad física enfatizada en las edificaciones. El valor de la vulnerabilidad se determina como el producto de la intensidad del movimiento y la susceptibilidad del elemento expuesto.

3.1 SUSCEPTIBILIDAD DE LAS VIVIENDAS

El consultor presenta el cálculo de la susceptibilidad de las edificaciones en función de 2 parámetros: susceptibilidad asociada al tipo de estructura (Stipo) y la susceptibilidad asociada al estado de conservación o mantenimiento de las edificaciones (Smant).

Cada parámetro presenta una clasificación de cero a uno. Donde los valores cercanos a uno representan condiciones de la edificación que hacen menos susceptible la edificación.

Los valores de los parámetros de susceptibilidad se combinan con la siguiente ecuación para definir la susceptibilidad.

$$S = 1 - (1 - Stipo)(1 - Smant)$$

3.2 INTENSIDAD

La intensidad del fenómeno por inundación está asociada con la cota de inundación y la velocidad de flujo de la corriente. El consultor propone una evaluación ajustada de la intensidad de manera indirecta a las zonas de amenaza por inundación identificadas previamente en el modelo hidráulico. Asignando valores de intensidad de 0.5, 0.3 y 0.1 a las viviendas ubicadas en zonas de amenaza alta, media y baja, respectivamente.

3.3 ZONIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Las edificaciones ubicadas sobre la ladera en estudio se clasifican con una vulnerabilidad alta según como se presenta en la figura 32 del informe de consultoría. Estos resultados son congruentes con el comportamiento esperado de las viviendas al ser sometidas a deslizamientos con posibilidad física de generarse en dichas unidades de ladera

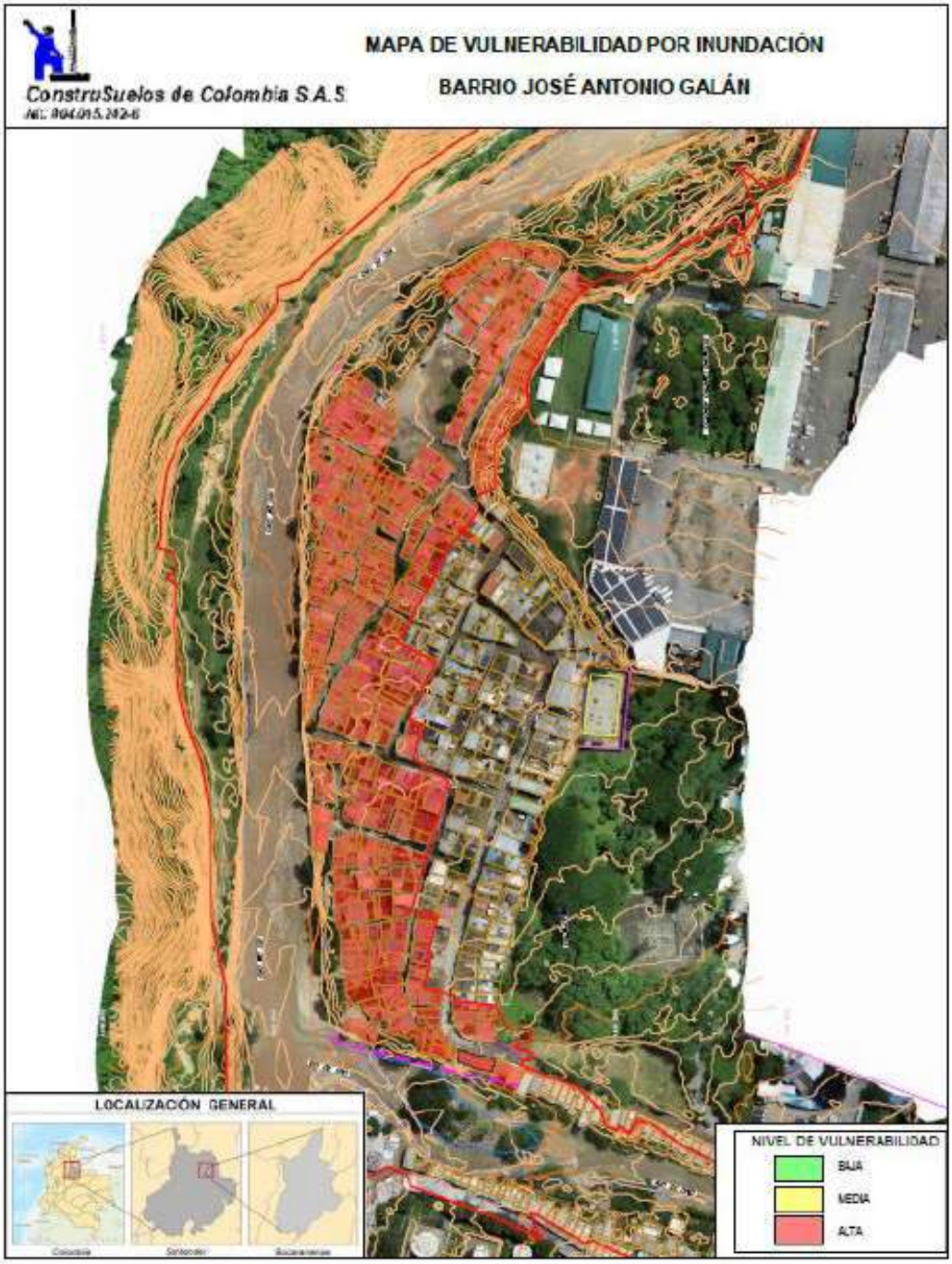


Figura 2. Mapa de zonificación de la vulnerabilidad física de edificaciones. Tomado del informe de consultoría.

4 EVALUACIÓN DEL RIESGO

El consultor aplica el método matricial para la evaluación del riesgo físico de las edificaciones. Este método propone el cruce de las variables de amenaza y vulnerabilidad de forma cualitativa según la matriz de riesgo presentada a continuación.

Tabla 1. Matriz de riesgo aplicada.

	Niveles de Amenaza		
Niveles de Vulnerabilidad	Alta	Media	Baja
Alta	Alto	Alto	Medio
Media	Alto	Medio	Medio
Baja	Medio	Medio	Bajo

Si bien la guía del servicio geológico colombiano presenta una metodología para la evaluación del riesgo en términos económicos y probabilísticos, el anexo técnico del proyecto no exige puntualmente una metodología para la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo, razón por la cual el consultor adopta una metodología que también es ampliamente aplicada y aceptada en los estudios de riesgo. A continuación, se presenta el plano de riesgo por inundación de las edificaciones.

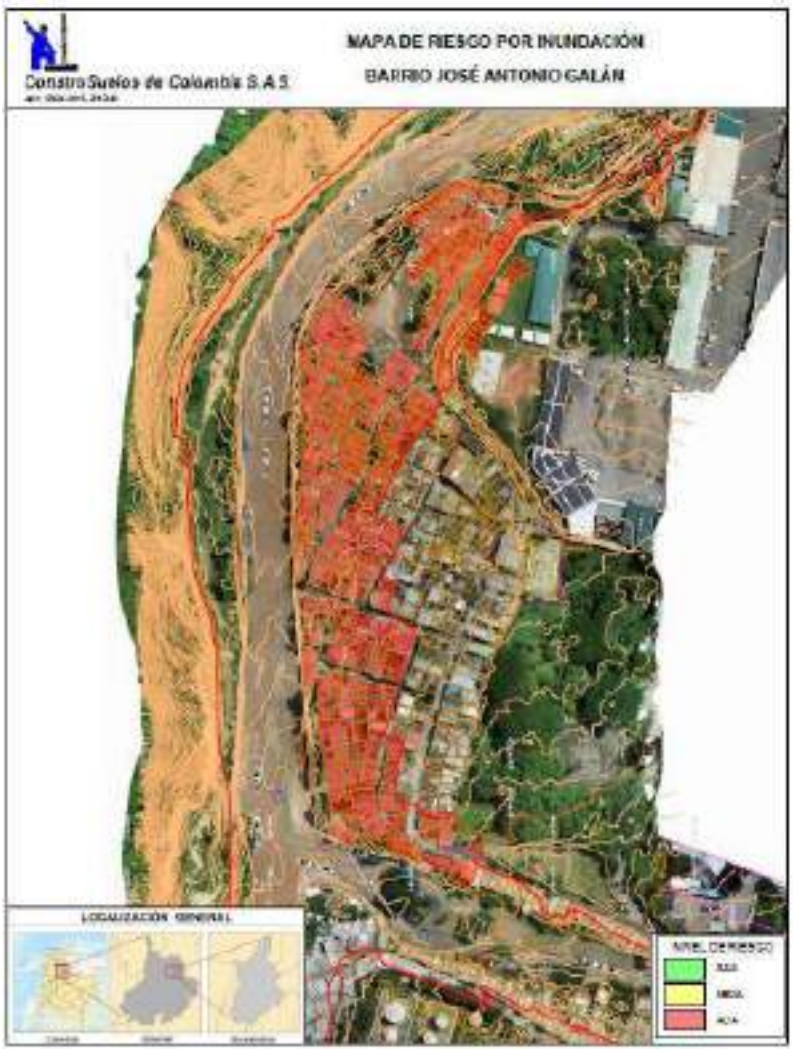


Figura 3. Mapa de riesgo por inundación del río de oro en el sector Jose A. Galán.

5 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

El consultor evalúa cualitativamente tres (3) alternativas para la estabilización del talud. Las tres alternativas propuestas se enmarcan dentro de una misma filosofía de mitigación del riesgo ya que las tres buscan reducir hasta un nivel bajo de amenaza. A continuación, se presenta un cuadro resumen comparativo de las alternativas.

Tabla 2. Comparativo de las alternativas de estabilización.

Alternativa 1	**Alternativa 2**
Muros en voladizo en concreto reforzado	**Muros en gaviones**
Esta tipología requiere de la construcción del talón del muro y por ende un movimiento de tierra mayor para garantizar su estabilidad. Económicamente presentan un costo elevado por el movimiento de tierra y la necesidad de implementar acero de refuerzo.	Sistema de muro de gravedad cuyo peso propio del cuerpo es el mecanismo para alcanzar la estabilidad local. Como medida de control de socavación se cimenta el muro en dentellones en concreto ciclópeo.
NO SELECCIONADA	SELECCIONADA

6 DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN

El consultor propone la construcción de un muro en gaviones de altura total de 6.0 metros, 7.0 metros y 8.0 metros, con ancho en la base de 6.0, 7.0 y 8.0 metros y ancho en la corona de 2.0 metros cimentados en un dentellón en concreto ciclópeo de 4.0 metros de alto y ancho de 1.50 metros, respectivamente. A continuación, se presentan esquemas de las propuestas de muros.

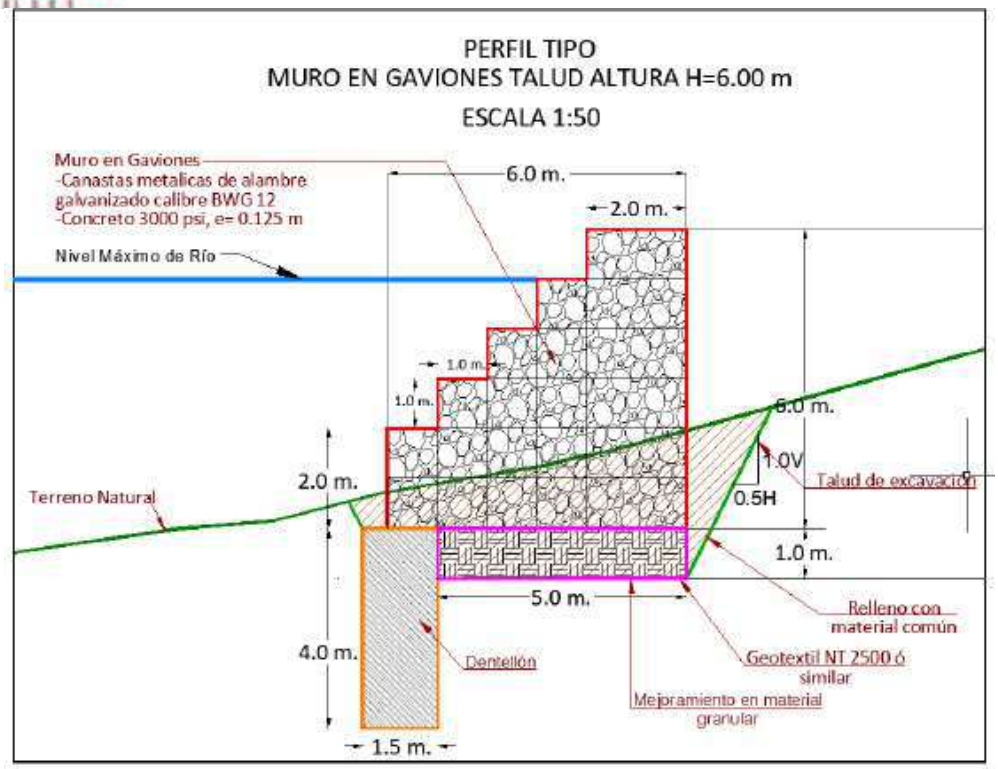


Figura 4. Propuesta de medida de control de inundación – muro en gavión H=6.0m

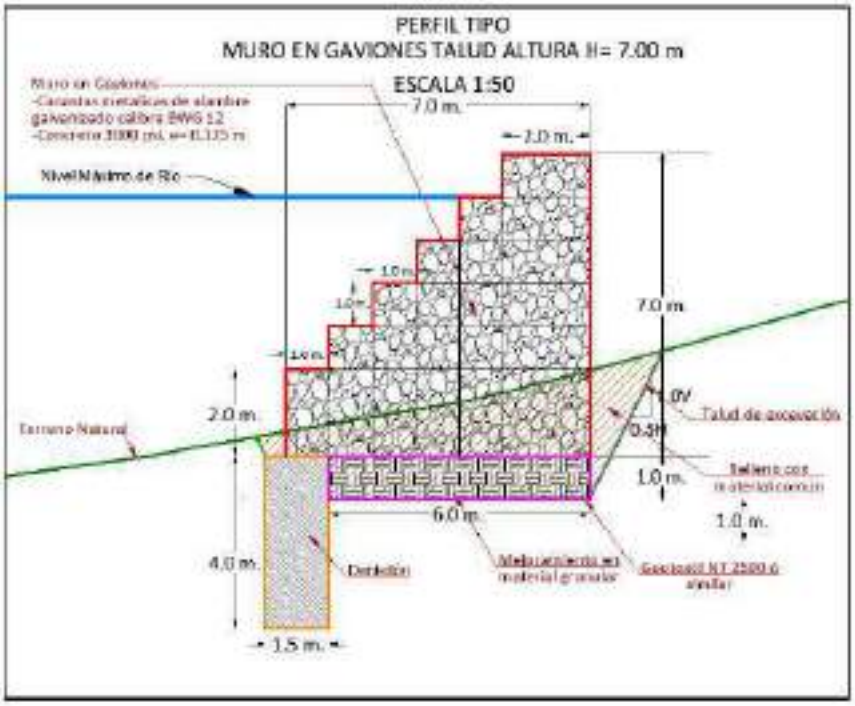


Figura 5. Propuesta de medida de control de inundación – muro en gavión H=7.0m

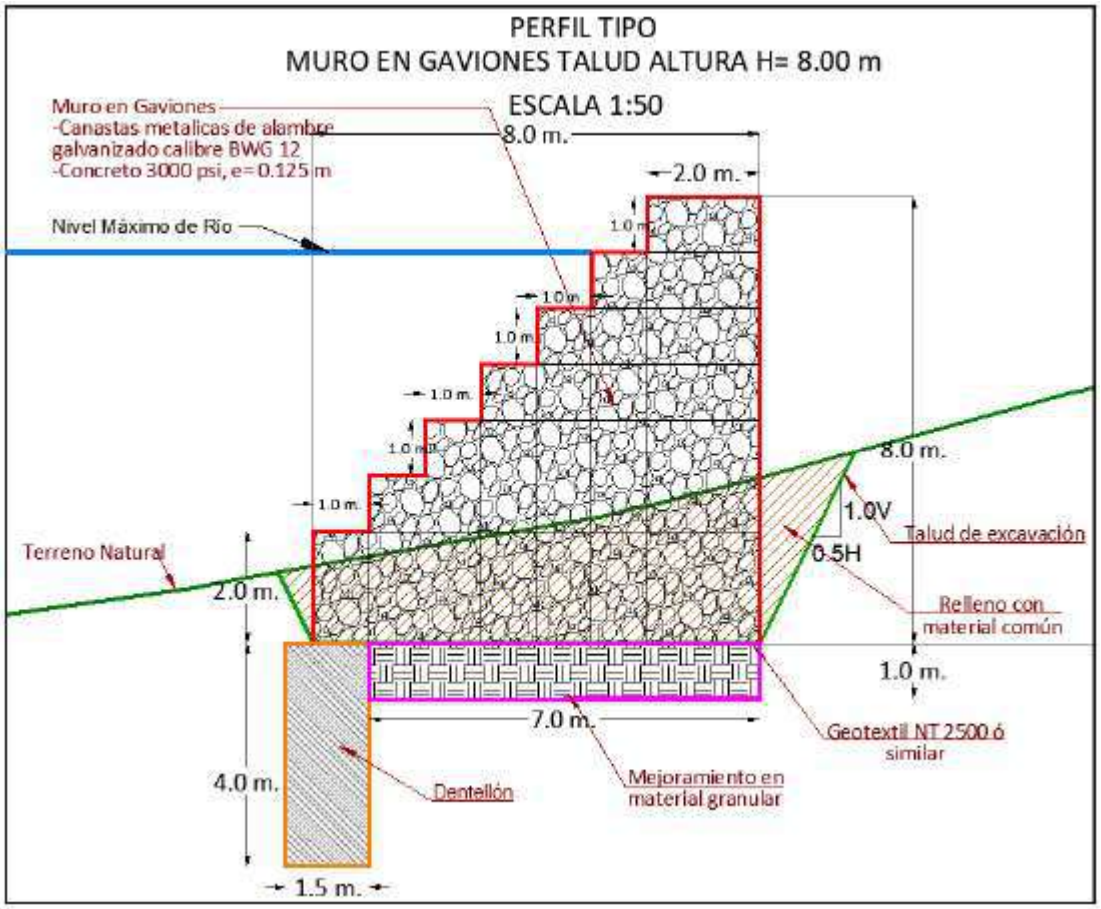


Figura 6. Propuesta de medida de control de inundación – muro en gavión H=8.0m

6.1 Estimación de la aceleración sísmica

Se emplean los parámetros sísmicos presentados en la NSR10 para evaluar la aceleración horizontal asociada a un evento con periodo de retorno de 475 años. Dado que la condición dinámica para el análisis de estabilidad de taludes corresponde a un análisis pseudo-estático, se emplea el coeficiente K_{ST} para obtener el valor de la aceleración máxima como fracción de la gravedad a_{max}.

Tabla 3. Cálculo del coeficiente de aceleración máxima para análisis pseudoestático de taludes.

COEFICIENTE DE ACELERACIÓN Aa	0.25
COEFICIENTE DE ACELERACIÓN Av	0.25
PERFIL DE SUELO:	TIPO D
COEFICIENTE Fa	1.30
COEFICIENTE Fv	1.90
COEFICIENTE K_{ST}	0.80
COEFICEINTE a_{max}	0.26g

A continuación, se presenta un cuadro resumen con los resultados de los análisis de estabilidad local y general en el escenario estático y pseudo estático. Se verifica que los factores de seguridad objetivo de la NSR10 sean atendidos.

Tabla 4. Factores de seguridad objetivo.

Estabilidad	**Condición**	**Estático**	**Pseudoestático**
Local	Deslizamiento	≥1.60	≥1.05
Local	Volcamiento	≥3.00	≥1.05
Local	Capacidad portante	<qadmisible	<qadmisible
Global	Estabilidad general – talud permanente	≥1.50	≥1.05

A continuación, se presentan los factores de seguridad calculados para cada uno de los muros en gavión propuestos.

Tabla 5. Resumen de factores de seguridad con obras – muro en gavión H=6.0m

CONDICION	**FACTORES DE SEGURIDAD CON OBRAS**		**CUMPLE**
	ESTATICO	**PSEUDOESTATICO**	
Deslizamiento	1000	2.80	SÍ
Volcamiento	1000	1.14	SÍ
Capacidad portante	57.28KPA<300KPA	71.25KPA<300KPA	SÍ
Estabilidad general – talud permanente	2.26	1.16	SÍ

Tabla 6. Resumen de factores de seguridad con obras – muro en gavión H=7.0m

CONDICION	**FACTORES DE SEGURIDAD CON OBRAS**		**CUMPLE**
	ESTATICO	**PSEUDOESTATICO**	
Deslizamiento	1000	3.09	SÍ
Volcamiento	1000	1.20	SÍ
Capacidad portante	64.62KPA<300KPA	75.52KPA<300KPA	SÍ
Estabilidad general – talud permanente	2.42	1.05	SÍ

Tabla 7. Resumen de factores de seguridad con obras – muro en gavión H=8.0m

CONDICION	**FACTORES DE SEGURIDAD CON OBRAS**		**CUMPLE**
	ESTATICO	**PSEUDOESTATICO**	
Deslizamiento	1000	2.92	SÍ
Volcamiento	1000	1.11	SÍ

Capacidad portante	69.37KPA<300KPA	82.81KPA<300KPA	SÍ
Estabilidad general – talud permanente	2.39	1.13	SÍ

6.2 Capacidad portante del suelo de cimentación

Se verifica el cálculo de la capacidad portante con la formulación de Meyerhof (1951) para suelos granulares con hipótesis de galla general por corte para cimentaciones superficiales empleando un factor de seguridad de 3.0.

Se valida el cálculo de asentamientos elásticos (inmediatos) para una capacidad de carga máxima en servicio de 30 tn/m^2.

7 REVISION DOCUMENTAL

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
1	CARTOGRAFÍA BASE DIGITAL Y MODELADO 3D	1.1	Recopilación y análisis de la información secundaria	1. Informe técnico.	X	
		1.2	Ortomosaico fotografía aérea digital UAV	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales *(PDF, MXD, MPK)* e impresos de: - Ortomosaico fotografía aérea digital UAV *(TIFF)*	X	
		1.3	Levantamiento LIDAR	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales *(PDF, MXD, MPK)* e impresos de: - Levantamiento LIDAR	X	
				3. Anexo digital de nube de puntos LIDAR (LAS)	X	
		1.4	Levantamiento topográfico	1. Informe técnico	X	
				2. Plano topográfico escala 1:1000 (DWG, PDF).	X	

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
1	CARTOGRAFÍA BASE DIGITAL Y MODELADO 3D	1.4	Levantamiento topográfico	3. Carteras topográficas (XISX, PDF)	X	
				4. Dos mojones de concreto ligado al sistema satelital de referencia.	X	
				5. Plano batimétrico con secciones transversales en planta y perfil indicando niveles de agua y estructuras hidráulicas presentes.	X	
2	GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	2.1	Caracterización Unidades Geológicas para Ingeniería y geología local	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Unidades Geológicas superficiales, escala 1:1.000.	X	
				3. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Geología estructural y Geología Local	X	
		2.2	Caracterización de Elementos Geomorfológicos	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Elementos Geomorfológicos, escala 1:1.000.	X	
				3. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Procesos morfodinámicos	X	
				4. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Pendientes	X	
3	EXPLORACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA	3.1	Ensayos para caracterización de muestras de suelos (humedad, granulometría, límites, compresión, peso unitario, cortes directos)	1. Informe técnico anexando registros y ensayos de campo	X	
				2. Informe técnico anexando registros fotográficos metro a metro de las muestras recuperadas.	X	

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
3	EXPLORACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA	3.1	Ensayos para caracterización de muestras de suelos (humedad, granulometría, límites, compresión, peso unitario, cortes directos)	3. Informe técnico anexando resultados de ensayos de laboratorio	X	
				4. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Puntos de exploración geotécnica directa, escala 1:1.000.	X	
		3.2	Ensayos de refracción sísmica para determinación de perfiles del suelo	1. Informe técnico	X	
				2. Planos digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de líneas de refracción sísmica, escala 1:1.000	X	
		3.3	Ensayo de MASW para detectar presencia de mantos de suelos duros o blandos en el perfil estratigráfico	1. Informe técnico	X	
				2. Planos digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de las Líneas de refracción sísmica, escala 1:1.000	X	
		3.4	Ensayo de tomografía eléctrica	1. Informe técnico	X	
				2. Planos digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de las Líneas de tomografía eléctrica, escala 1:1.000	X	
4	HIDROLOGÍA	4.1	Estudio Hidrológico y climatológico: delimitación y caracterización de cuencas, estimación estadística de crecientes para diferentes períodos de retorno	1. Informe técnico	X	
				2. Planos digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos	X	
				3. Anexo Récords (IDEAM, CDMB, etc.); datos hidroclimatológicos crudos	X	
				4. Anexo de tratamiento estadístico de datos hidroclimatológicos	X	
				5. Anexo de modelos hidrológicos	X	

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
5	ANALISIS DETALLADO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA	5.1	Caracterización, Zonificación y Modelación Geotécnica	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos	X	
		5.2	Determinación y Zonificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de zonificación de la amenaza por movimientos en masa, escala 1:1.000	X	
6	ANALISIS DETALLADO DE AMENAZA VULNERABILIDAD Y RIESGO POR INUNDACIÓN	6.1	Elaboración de Modelos hidráulicos bidimensionales de la red de drenaje superficial de agua limpia, para diferentes escenarios probabilísticos 1:1.000	1. Informe técnico	X	
				2.Anexo de modelos hidráulicos, profundidades y secciones.	X	
		6.2	Determinación y zonificación de la amenaza por inundaciones	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de zonificación de la amenaza por inundación, escala 1:1.000	X	
7	DISEÑO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	7.1	Diseño a nivel de ingeniería de detalle de obras de mitigación	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK, CAD) e impresos de localización de las obras de mitigación.	X	
				3. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK, CAD) e impresos Diseño Arquitectónico (Planta – Perfil).	X	
				4. Plano digital (CAD, PDF, MXD, MPK) que contenga Detalles de ingeniería (Planta – Perfil).	X	
				5. Especificaciones técnicas	X	

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
7	DISEÑO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	7.2	Elaboración de presupuestos, especificaciones técnicas y lineamiento ambientales	1. Presupuesto de obras de mitigación (XLS, PDF)	X	
				2. Especificaciones técnicas y lineamientos ambientales (XLS, PDF)	X	
				3. Programaciones de obra con recursos	X	
				4. Informe técnico (incluir precios de mercado)	X	
8	IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD	8.1	Recolección, análisis e interpretación de los documentos de propiedad de las construcciones del área de estudio, diagnóstico predial y catastral.	1. Informe técnico	X	
				2. Formato de recolección de información relacionada a la viabilidad jurídica para la inclusión en procesos de regularización de la ocupación del territorio en zonas susceptibles a amenazas por remoción en masa, inundación o avenidas torrenciales	X	
				3. Documentación anexa	X	
9	SOCIALIZACIÓN	9.1	Jornadas de socialización con la comunidad y la Alcaldía de Bucaramanga, para dar a conocer actividades de desarrollo y resultados obtenidos en el estudio	1. Informe técnico anexos de Actas de Reunión	X	
				2. Informe técnico anexos Registros Fotográficos	X	
10	PLANES DE GESTIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL	10.1	Plan de manejo Ambiental	1. Informe técnico	X	
		10.2	Plan de Manejo de Tránsito	1. Informe técnico	X	
		10.3	Plan de Gestión Social	1. Informe técnico	X	
		10.4	Plan de Manejo Forestal y arbóreo	1. Informe técnico	X	

8 CONCLUSIONES

La zonificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo presentada por el consultor se considera representativa del fenómeno por inundación. La problemática en el sector del barrio Jose Antonio Galán corresponde a una amenaza por inundación debido al aumento de niveles del río de oro. Los resultados obtenidos en el estudio realizado por el consultor son congruentes con los resultados del estudio de amenaza por inundación presentado por el “Convenio interadministrativo No.000301 de 2016 Actualización de los diseños de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del río de Oro (tramo Nuevo Girón – Café Madrid) y del Río Frío (Tramo PTAR – Girón)”.

La mitigación del riesgo se aborda activamente desde la propuesta de obras para controlar la inundación y el proceso progresivo de socavación.

La alternativa de mitigación propuesta cuenta con el soporte técnico y la viabilidad económica para su ejecución.

REVISION HIDROLÓGICA-HIDRÁULICA DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES JOSÉ ANTONIO GALÁN, CLUB GALLINERAL Y CRISTAL BAJO. PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PÚBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER.

SECTOR JOSE ANTONIO GALAN



BUCARAMANGA, SANTANDER

JULIO DE 2023

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 4

2. OBJETIVOS 5

2.1 OBJETIVO GENERAL 5

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 5

3. REVISIÓN HIDROLÓGICA 6

3.1 DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MICROCUENCAS 6

3.2 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE PRECIPITACIÓN 7

3.3 CURVAS IDF Y HIETOGRAMAS 7

3.4 VOLUMENES DE ESCORRENTIA E INFILTRACION y CAUDALES 8

4. REVISIÓN HIDRÁULICA 9

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA DINÁMICA FLUVIAL 9

4.2 MODELO HIDRÁULICO HEC-RAS 9

5. SOCAVACION 12

6. CONCLUSIONES 13

TABLA DE IMAGENES

Imagen 1. Ubicación del sitio de interés 6
Imagen 2. Estaciones hidrometeorológicas cercanas 7
Imagen 3. Secciones HEC-RAS mostradas por el consultor 10
Imagen 4. Perfil de inundación mostrado por el consultor 11
Imagen 5. Manchas de inundación mostradas por el consultor 11
Imagen 6. Curva granulométrica mostrada por el consultor 12

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cálculo de caudales mostrados por el consultor 8
Tabla 2. Clasificación de Rosgen utilizada por el consultor 9
Tabla 3. Rugosidad adoptada por el consultor 10

INTRODUCCIÓN

Colombia es un país ubicado en la zona de confluencia intertropical (ZCIT) lo cual propicia la variabilidad climática que cambia en función de la temperatura del océano pacífico sur dando paso a un fenómeno conocido como ENSO cuya oscilación se manifiesta en años predominantemente secos (años El Niño), años predominantemente húmedos (años La Niña) y años neutrales debido al cambio de la dirección de los vientos Alisios.

El 2022 y 2023 han sido años marcados por la predominancia de eventos de lluvia la mayor parte del tiempo en el territorio colombiano sobre todo en la zona Andina. Las precipitaciones presentadas han sido detonantes de eventos como inestabilidad de taludes, inundaciones y flujo hiperconcentrado dando paso a avalanchas. Específicamente en la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana se presentaron eventos de precipitación de alta intensidad que compromete la integridad de zonas específicas.

Es necesario resaltar la importancia del adecuado manejo del agua en la zona generada por eventos de lluvia, siendo la hidrología la herramienta con la cual se estima la escorrentía máxima de una cuenca aportante sobre una zona específica donde se diseñará obras hidráulicas para un periodo de retorno definido con el fin de mitigar los posibles riesgos y amenazas.

Para poder evaluar la cantidad de agua a ser manejada es necesario efectuar un estudio hidrológico de las cuencas que drenan hacia los tramos dicha zona. En este documento se presentan los cálculos y el procedimiento para estimar la cantidad de agua que pasará sobre el área del proyecto en eventos extremos de lluvia y los caudales de diseño para las obras hidráulicas que den lugar.

Para llevar a cabo este análisis es necesario analizar los datos de precipitación para la determinación de curvas Intensidad-Frecuencia-Duración, calculadas con base a las precipitaciones máximas en 24 horas. Para los parámetros hidrológicos e hidráulicos necesarios se deben tener en cuenta las normas del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básicos “RAS” 2000, como el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS.

El presente documento supone una exhaustiva revisión de los parámetros técnicos de referencia para el proyecto hidrológico e hidráulico correspondiente al sector llamado José Antonio Galán.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la revisión de los diseños hidrológicos e hidráulicos correspondientes de las obras propuestas de acuerdo a los apartados técnicos contratados y el compendio normativo vigente.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar la revisión de la delimitación y caracterización de microcuencas.
- Revisar el análisis estadístico de información histórica de precipitaciones en la zona.
- Revisar los criterios de obtención de las curvas IDF y las lluvias de diseño (Hietogramas) a partir de ellas.
- Revisar los volúmenes de escorrentía e infiltración de acuerdo con el modelo lluvia escorrentía adoptado.
- Revisión del modelo unidimensional de inundación para diferentes periodos de retorno según la normativa vigente.

3. REVISIÓN HIDROLÓGICA

3.1 DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MICROCUENCAS

El proyecto se ubica en el municipio de Bucaramanga en el departamento de Santander y pretende cubrir la necesidad de generar obras de mitigación para eventos de inundación y socavación en el margen derecho del Rio de Oro en el sector de José Antonio Galán en la comuna 5 del municipio.



Imagen 1. Ubicación del sitio de interés

En el estudio el consultor establece los parámetros espaciales correspondientes a la delimitación de una hoya hidrológica parcialmente urbana con aportes de escorrentía al punto de cierre en la entrega de las aguas de la quebrada Chimitá a su nivel base el Rio de Oro. El área delimitada presenta una forma irregular consecuente con la topografía propia de una intervención antrópica por urbanismos. Son verificados los tiempos de concentración que tienen que ver con parámetros espaciales como pendientes y longitudes. Las características morfométricas no se consideran relevante por cuanto la mayor parte de la hoya se encuentra en zona urbanizada. El tiempo de concentración estimado por los diferentes métodos enunciados en el Manual de Drenaje de Carreteras INVIAS 2009 permite apreciar el patrón del comportamiento del drenado y tiempo que tarda en evacuar la hoya todo el caudal captado por eventos de lluvia.

3.2 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE PRECIPITACIÓN

En el estudio presentado por el consultor se hace uso de la información histórica de precipitación correspondiente de las estaciones hidrológicas en la zona. La información se presume extraída de la página oficial del IDEAM y se desarrolla un tratamiento de datos para determinar la fiabilidad de las series encontrando datos particularmente altos o particularmente bajos (outliers). De igual manera, se genera un análisis de llenado de datos faltantes y prueba de bondad de ajuste para las series estudiadas.

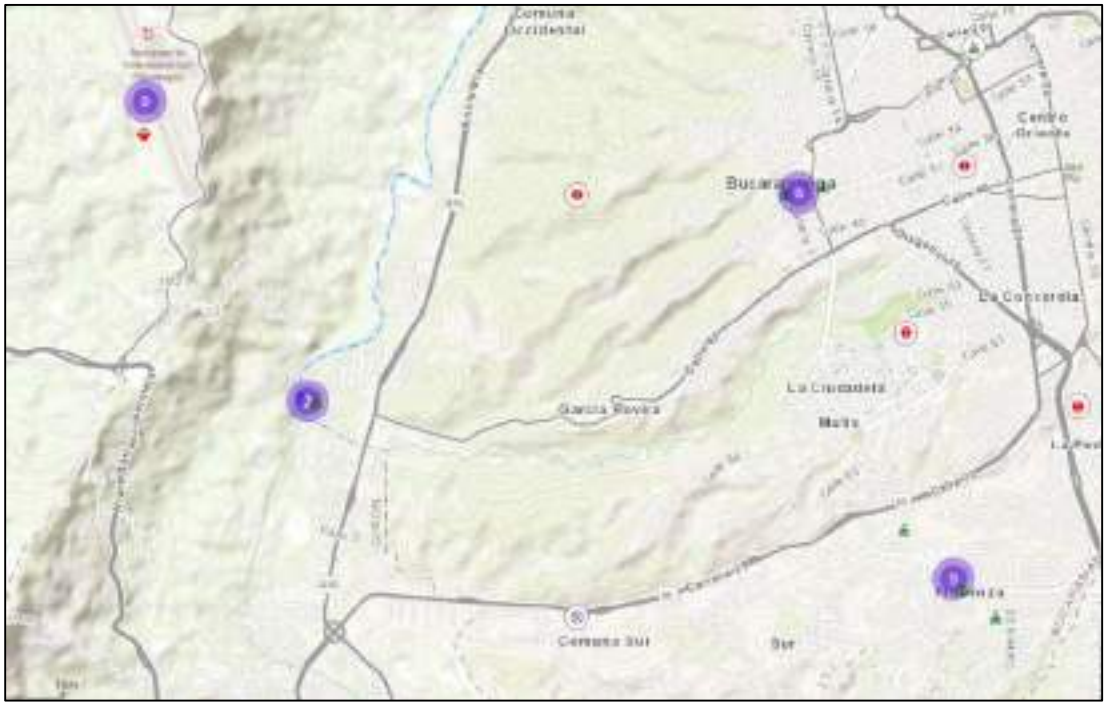


Imagen 2. Estaciones hidrometeorológicas cercanas

3.3 CURVAS IDF Y HIETOGRAMAS

Una vez revisado el tratamiento de datos de las series de lluvia de las estaciones aledañas se presentan las curvas IDF las cuales representan la probabilidad de ocurrencia de las precipitaciones intensas caracterizándose mediante períodos de retorno, obtenidos a partir de la inversa de la frecuencia acumulada. Se adoptan los periodos de retorno: 2.33, 5, 10, 25, 50, 100, 300 y 500 años.

Se revisan los hietogramas utilizados para la obtención del modelo hidrológico de lluvia escorrentía adoptado. Los cálculos son representados gráficamente y se presume que fueron desarrollados mediante el método de los bloques alternos.

3.4 VOLUMENES DE ESCORRENTIA E INFILTRACION y CAUDALES

Es adoptado un modelo de lluvia escorrentía mediante modelo semi distribuido en el software libre HEC HMS y se muestran los factores utilizados para su procedimiento, como numero de curva y tiempos de desfase de acuerdo con el cálculo de tiempos de concentración.

TRAMOS						Caudal Pico (m³/s)						
CAUCE	TRAMO #	DESDE	HASTA	ELEMENTO HID	ABSCISA	2 Años	5 Años	10 Años	25 Años	50 Años	100 Años	500 Años
RIO DE ORO	1	Inicio	Nuevo Girón	J814	21426.34	357.6	419.6	440.8	469.2	471	478.2	495.9
	2	Nuevo Girón	Confluencia RF	J883	19934.87	438.4	539.6	591.8	954.4	688.3	716	780.7
	4	Confl. RF-RO	Q. Las Macanas	J708	13774.21	524.6	675.3	765.3	889.3	966.9	1011.7	1151
	5	Q. Las Macanas	Q. La Iglesia	J880	11883.99	523.6	674.2	764.3	888.4	955	1010.9	1150.4
	6	Q. La Iglesia	Q. La Honda	J752	10324.57	552.3	719.8	822.7	960.7	1038.7	1102.6	1259.6
	7	Q. La Honda	Q. Chimitá	J705	9904.461	552	719.5	822.4	960.7	1038.9	1102.9	1260.2
	8	Q. Chimitá	Q. La Cuyamita	J737	9394.205	565.6	742.2	853.5	1002.5	1089.5	1159.2	1330.7
	9	Q. La Cuyamita	Q. Nápoles	J700	7984.336	564.9	741.4	853.1	1002.2	1089.6	1159.3	1331.2
	10	Q. Nápoles	Q. La Argelia	J716	7023.862	564.5	741.1	852.8	1001.9	1089.5	1159.3	1331.2
	11	Q. La Argelia	Q. Las Navas	J719	5791.841	564.4	741	852.5	1001.7	1089.2	1158.9	1331.1
	12	Q. Las Navas	Q. Chapinero	J731	4951.515	564	740.4	852.1	1001.4	1088.9	1158.7	1331.1
	13	Q Chapinero	Q. La Picha	J744	3958.454	551.2	726	837.6	986.6	1075.4	1145.6	1319.5
	14	Q. La Picha	Confl. Río Suratá	Salida	1561.574	533.7	706.1	817.1	965.2	1054.5	1125.4	1300.2
RIO FRIO	3	PTAR Río Frío	Confl. Q. Suratoque	J728	6237.184	57.2	91.6	115.4	159.4	166.8	187.3	229.7
	3.1	Confl. Q. Suratoque	Confl. RO	J794	4978.863	110.5	176.4	222.7	297.1	324.8	364.5	447.2

Tabla 1. Cálculo de caudales mostrados por el consultor

Se presentan los cálculos de caudales para la quebrada en estudio, los caudales son obtenidos del modelo HMS referido.

4. REVISIÓN HIDRÁULICA

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA DINÁMICA FLUVIAL

El consultor presenta la caracterización cualitativa de los sistemas fluviales en estudio en relación a la microcuenca y otras características como intervención antrópica en el cauce principal, márgenes y llanuras de inundación, complejidad fluvial, actividades biológicas, vegetación y procesos de depositación y transporte.

De igual forma clasifican el cauce a lo largo de la superficie de acuerdo a la relevancia del caudal sólido, geometría del recorrido y alineamiento del cuerpo de agua. La adecuada clasificación de la corriente hídrica ayuda a predecir comportamientos desde su apariencia, desarrollar relaciones empíricas para el tipo de corriente y extrapolar datos de corrientes con características similares.

Teniendo en cuenta las características del cauce en el sector de interés se clasifica el cauce como poco sinuoso con un atrinchamiento entre 1.4 y 2.2, con pendiente media de 2%-4% y una relación ancho-profundidad mayor a 12 de acuerdo a la clasificación de Rosgen.

Atrincheramiento	1.4-2.2
Pendiente	2% - 4%
Sinuosidad	<1.2
Relación Ancho / Profundidad	>12
Material Dominante	Grava
Clasificación de Corriente	**B4**

Tabla 2. Clasificación de Rosgen utilizada por el consultor

4.2 MODELO HIDRÁULICO HEC-RAS

El consultor presenta un modelo de cálculo hidráulico para crecientes y potencial inundación teniendo como base la información y tratamiento de datos hidrológicos calculados en los capítulos anteriores. Se muestran las secciones de análisis y la adopción del n de Manning el cual corresponde a 0.0049 para la sección del canal y de 0.054 para las bancas.

El modelo fue desarrollado en el software libre HEC-RAS versión 5.0.7 el cual contiene cuatro (04) módulos para el análisis unidimensional de ríos que corresponden a: uno para el cálculo de perfiles de flujo en régimen permanente, otro para simulación de flujo no permanente, el tercero para el cálculo de transporte de sedimentos y lecho móvil y un cuarto para análisis de calidad del agua.

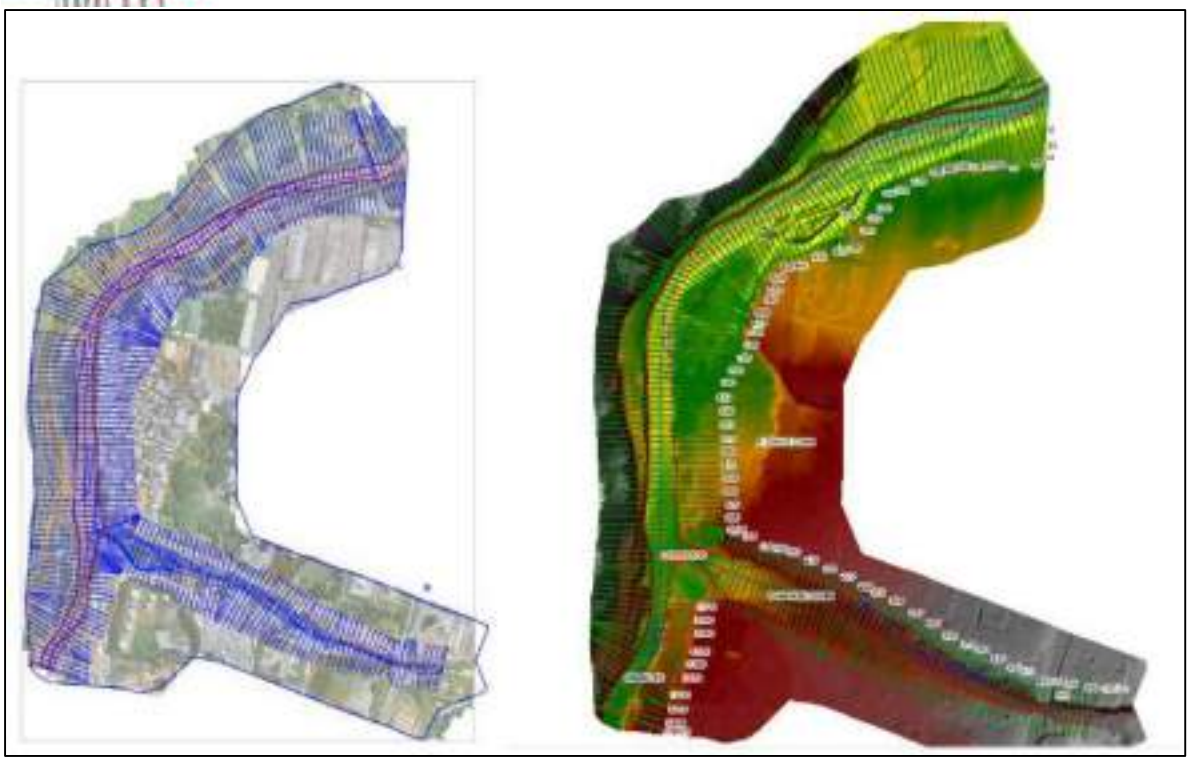


Imagen 3. Secciones HEC-RAS mostradas por el consultor

River: Rio de Oro | Edit Interpolated XS's | Channel n Values have a light green background

Reach: (All Reaches) | All Regions

Selected Area Edit Options

Add Constant ... | Multiply Factor ... | Set Values ... | Replace ... | Reduce to L Ch R ...

	Reach	River Station	Fr ctn (n,k)	n #1	n #2	n #3
1	Rio de Oro	1304.8	n	0.054	0.049	0.054
2	Rio de Oro	1300	n	0.054	0.049	0.054
3	Rio de Oro	1290	n	0.054	0.049	0.054
4	Rio de Oro	1280	n	0.054	0.049	0.054
5	Rio de Oro	1270	n	0.054	0.049	0.054
6	Rio de Oro	1260	n	0.054	0.049	0.054
7	Rio de Oro	1250	n	0.054	0.049	0.054
8	Rio de Oro	1240	n	0.054	0.049	0.054
9	Rio de Oro	1230	n	0.054	0.049	0.054
10	Rio de Oro	1220	n	0.054	0.049	0.054
11	Rio de Oro	1210	n	0.054	0.049	0.054
12	Rio de Oro	1200	n	0.054	0.049	0.054
13	Rio de Oro	1190	n	0.054	0.049	0.054
14	Rio de Oro	1180	n	0.054	0.049	0.054
15	Rio de Oro	1170	n	0.054	0.049	0.054
16	Rio de Oro	1160	n	0.054	0.049	0.054
17	Rio de Oro	1150	n	0.054	0.049	0.054
18	Rio de Oro	1140	n	0.054	0.049	0.054
19	Rio de Oro	1130	n	0.054	0.049	0.054
20	Rio de Oro	1120	n	0.054	0.049	0.054
21	Rio de Oro	1110	n	0.054	0.049	0.054
22	Rio de Oro	1100	n	0.054	0.049	0.054
23	Rio de Oro	1090	n	0.054	0.049	0.054

Tabla 3. Rugosidad adoptada por el consultor

Finalmente se presentan las manchas de inundación en el sitio de interés para diferentes periodos de retorno. De igual manera se presenta el perfil de inundación a lo largo del recorrido.

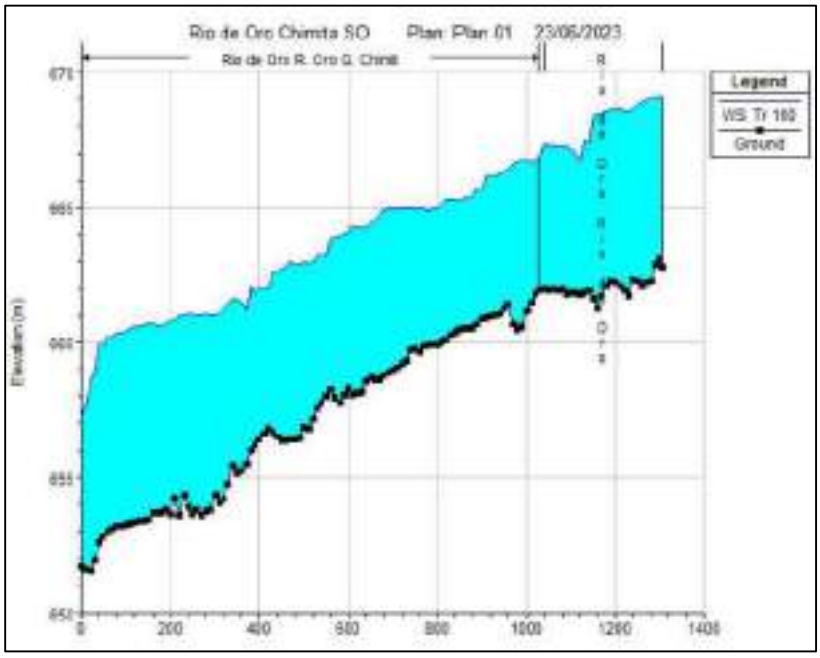


Imagen 4. Perfil de inundación mostrado por el consultor



Imagen 5. Manchas de inundación mostradas por el consultor

5. SOCAVACION

Para el estudio de socavación el consultor sigue las indicaciones consignadas en el Manual de Drenaje para Carreteras entendiendo que la profundidad de socavación, ya sea de tipo general o local, necesariamente está asociada a la creciente que pasa por la sección hidráulica en estudio. El caudal de creciente mínimo de diseño se debe considerar en cualquier análisis de socavación debe corresponder al de un periodo de retorno de 100 años.

Se describen los métodos de Lischtvan – Lebediev y la curva por el método de Maza. Se presenta la granulometría del lecho para los efectos del cálculo de socavación progresiva.

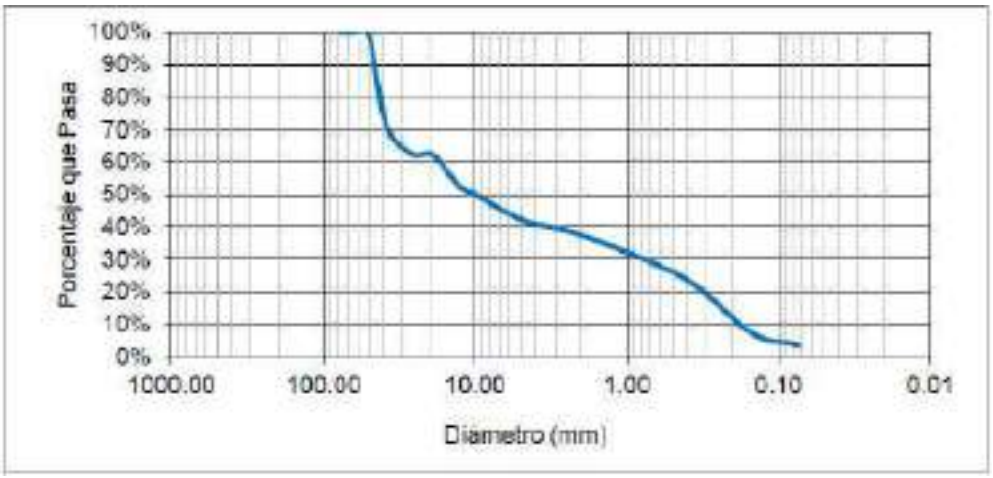


Imagen 6. Curva granulométrica mostrada por el consultor

En la tabla 10 del estudio el consultor muestra los resultados del análisis de cálculo en cada una de las secciones estudiadas tanto para la quebrada Chimitá como para el Rio de Oro. Se muestran los caudales de descarga y las velocidades en cada una de las mismas.

6. CONCLUSIONES

- Se realiza la revisión de los estudios hidrológicos, hidráulicos y de socavación de acuerdo con los parámetros normativos vigentes consignados en el Manual de Drenaje para Carreteras INVIAS y RAS 2017.

- Se encuentra una delimitación y caracterización de microcuencas realizada por el consultor como paso inicial para el procedimiento de cálculo.

- El consultor recopila información hidrológica de precipitación de las estaciones hidormeteorologico de la red dispuesta por el IDEAM y realiza el tratamiento de datos con los procedimientos estadístico necesarios para tal fin.

- El consultor hace referencia a curvas IDF estimadas para periodos de retorno de 2.33, 5, 10, 25, 50, 100, 300 y 500 años de acuerdo a los parámetros técnicos dispuestos para el proyecto.

- Se propone por parte del consultor el uso de un modelo semidistribuido en programa de uso libre HEC HMS para determinar los volúmenes de escorrentía y los caudales en punto de cierre de hoya hidrográfica de acuerdo a los parámetros anteriormente calculados.

- Se presenta por parte del consultor un modelo hidráulico en software libre HEC-RAS en donde involucra parámetros como rugosidad y la topografía analizada mediante Civil 3D y sistema de información geográfica correspondiente.

- El consultor muestra la respuesta de la modelación de los caudales en los cauces naturales, así como las manchas de inundación.

- Se realiza por parte del consultor la estimación de la socavación progresiva de acuerdo con la curva granulométrica propia del lecho lo cual permite la estimación de obras de control de socavación.

ESTUDIO Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES JOSÉ ANTONIO GALÁN, CLUB GALLINERAL Y CRISTAL BAJO. PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PUBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER.

JOSÉ ANTONIO GALÁN

TOMO II – DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACIÓN

Revisión	Modificaciones	Fecha
A	Emitido para comentarios del cliente	Julio de 2023

Revisión y aprobación						
Revisión	**Elaborado por:**		**Revisado por:**		**Aprobado por:**	
00						

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 12

2. OBJETIVOS 13

2.1 OBJETIVO GENERAL 13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 13

3. HIDROLOGÍA 14

3.1 GENERALIDADES 14
3.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 14
3.3 FASE HIDROLÓGICA 15

4. HIDRÁULICA 28

4.1 CONCEPTOS DE HIDRÁULICA FLUVIAL 28
4.1.1 Sistema fluvial y su zonificación 28
4.1.2 Zonificación del sistema fluvial 29
4.2 CLASIFICACIÓN DEL CAUCE 30
4.3 CONCEPTO DE LA HIDRÁULICA CANALES ABIERTOS 39
4.4 ESTIMACIÓN DE LOS NIVELES DE AGUA 40
4.4.1 Selección del coeficiente de rugosidad 40
4.4.2 Análisis hidráulico 44
4.5 MODELACIÓN HIDRÁULICA EN HEC-RAS 45
4.5.1 Modelamiento hidráulico para la zona de interés 46
4.6 SOCAVACIÓN 51

5. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 74

5.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 74
5.2 GEOLOGÍA 75
5.2.1 Geología Regional 75
5.2.2 Geología estructural 77
5.2.3 Unidades Geológicas para Ingeniería (Local) 81
5.2.4 Geomorfología 88
5.2.5 Unidades y Subunidades geomorfológicas de la Zona de estudio 93

6. ANÁLISIS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR INUNDACIÓN .. 97

6.1 ANÁLISIS DE AMENAZA 97
6.2 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD 101
6.2.1 Factores para determinar la vulnerabilidad 101
6.2.2 Análisis de la Vulnerabilidad 102

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

6.3 EVALUACIÓN DE RIESGO 107
6.3.1 Resultados de la Evaluación del riesgo 108
6.4 PLANTEAMIENTO, ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN 111
6.4.1 Medidas estructurales 111
6.4.2 Medidas No estructurales 111
6.5 ALTERNATIVA DE OBRAS DE MITIGACIÓN 111

7. DISEÑOS DE OBRAS DE MITIGACIÓN 113

7.1 ESCENARIO DE DISEÑO 113
7.2 EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE EFECTOS SÍSMICOS 117
7.2.1 Información para espectro de diseño NSR – 10 117
7.2.2 Parámetros para análisis seudo estático de taludes 118
7.3 EVALUACIÓN DE CONDICIONES DE ESTABILIDAD DE MUROS DE CONTENCIÓN EN GAVIONES 120
7.3.1 Parámetros de diseño muro 1 120
7.4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GAVIÓN WALL DE GEO5 (CONDICIÓN ESTÁTICA) 121
7.4.1 Muro H=6.00 m 122
7.4.2 Muro H= 7.00 m 125
7.4.3 Muro H= 8.00 m 128
7.5 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GAVIÓN WALL DE GEO5 (CONDICIÓN SEUDO-ESTÁTICA) 131
7.5.1 Muro H= 6.00 m 131
7.5.2 Muro H= 7.00 m 134
7.5.3 Muro H=8.00 m 137
7.6 CAPACIDAD DE SOPORTE 140
7.6.1 Caracterización geomecánica de depósito de suelo: Parámetros de deformidad .. 140
7.6.2 Evaluación preliminar de los estados límite de alta y servicio de la cimentación del muro de contención 141
7.7 EVALUACIÓN ESTABILIDAD GLOBAL 144

8. PLANES DE GESTIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL 151

8.1 PLAN AMBIENTAL 151
8.1.1 Descripción de actividades 156
8.1.2 Definición el área de influencia 157
8.1.3 Caracterización ambiental del area de influencia 158
8.1.4 Componente biótico 159
8.1.5 Componente socio económico 160
8.1.6 Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales 161
8.1.7 Evaluación ambiental 161
8.1.8 Programas de manejo ambiental 169

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.2 PLAN DE MANEJO DE TRANSITO 191
8.2.1 Tipo de obra *191*
8.2.2 Tiempo de ejecución *191*
8.2.3 Equipo a emplear *191*
8.2.4 Características de la zona de influencia *192*
8.2.5 Normativas de ordenamiento territorial *193*
8.2.6 Sitios especiales de influencia *195*
8.2.7 Señalización existente y sentidos viales *195*
8.2.8 Perfiles viales *196*
8.2.9 Accidentalidad *197*
8.2.10 Manejo de tipología de transporte *197*
8.2.11 Plan específico de manejo de trafico *199*
8.2.12 Señalización y adecuaciones temporales *200*
8.2.13 Señales informativas *202*
8.2.14 Dispositivos para la canalización del transito *204*
8.2.15 Señalización de primer nivel *208*
8.2.16 Señalización de segundo nivel *209*
8.2.17 Señalización de tercer nivel *209*
8.2.18 Adecuaciones temporales *209*
8.2.19 Información y divulgación del plan *210*
8.2.20 Control y seguimiento de la puesta en marcha del pmt *211*
8.2.21 Procedimiento para la movilización de maquinaria y equipos *213*
8.3 PLAN DE GESTIÓN SOCIAL 214
8.3.1 Alcance *214*
8.3.2 Objetivos *214*
8.3.3 MARCO LEGAL *214*
8.3.4 Actividad de entrega de obra a la comunidad *224*
8.3.5 Presentación de informes *227*
8.3.6 valla informativa *229*
8.3.7 cuñas radiales *229*
8.3.8 contratación mano de obra *229*
8.4 PLAN DE MANEJO FORESTAL O ARBOREO 230

9. SOCIALIZACIÓN 233

9.1 OBJETIVOS 233
9.1.1 Objetivo General *233*
9.1.2 Objetivos Específicos *233*
9.2 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 233
9.3 SOCIALIZACIÓN INICIO DE PROYECTO 234
9.3.1 METODOLOGÍA *234*

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

9.3.2 Desarrollo de la socialización *236*
9.4 TIEMPO DE EJECUCIÓN 236
9.5 ASISTENCIA 237
9.5.1 Registro Fotográfico *237*

10. PRESUPUESTO DE OBRAS DE MITIGACIÓN 238

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 240

11.1 AMENAZA POR INUNDACIÓN 240
11.2 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA 241
11.3 PARÁMETROS DE DISEÑO 241
11.4 OBRAS DE MITIGACIÓN 241
11.5 ANÁLISIS GEOTÉCNICO DEL MURO DE GAVIONES 242
11.6 PROTECCIÓN CONTRA SOCAVACIÓN LATERAL Y DE FONDO 243
11.7 RECOMENDACIONES GENERALES 243
11.8 MANEJO DE NIVELES FREÁTICOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN 244
11.9 LIMITACIONES 244

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Ubicación del sector 15
Figura 2. Localización de abscisas del modelamiento del AMB 17
Figura 3. Hidrograma de tormenta Tramo 7 18
Figura 4. Hidrograma de tormenta Tramo 8. 19
Figura 5.Delimitación de hoya hidrográfica y modelo hidrológico HMS. Fuente : Convenio y riesgo por inundación del Rio de Oro (Tramo Nuevo Girón – Café Madrid) y del Rio Frio (tramo PTAR - Giron). 20
Figura 6.Caracterización moformetrica de la cuenca. Fuente : Convenio Interadministrativo No.000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Rio de Oro (Tramo Nuevo Girón – Café Madrid) y del Rio Frio (tramo PTAR - Giron). 21
Figura 7.Estación cercanas al área de la cuenca del rio de oro. Fuente : Convenio Interadministrativo No.000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Rio de Oro (Tramo Nuevo Girón – Café Madrid) y del Rio Frio (tramo PTAR - Giron). 22
Figura 8.Curva IDF 26
Figura 9.Componentes del modelo hidrológico. Fuente: Convenio Interadministrativo No.000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Rio de Oro (Tramo Nuevo Girón – Café Madrid) y del Rio Frio (tramo PTAR - Giron). 27
Figura 10. Zonificación del sistema fluvial según Schumm. (1969) 29
Figura 11. Comportamiento de las diferentes variables geométricas e hidráulicas dependiendo de la zona de transferencia 30
Figura 12. Tipo de corriente dependiendo de su sección transversal, pendiente y vista en planta 32
Figura 13. Estimación y clasificación de la sinuosidad del cauce 32
Figura 14. planta del cauce en el sector de interés 33
Figura 15. Tipo de corriente a partir de material dominante de la banca, sinuosidad, relación ancho profundidad y atrincheramiento 34
Figura 16. Ilustración actual de la banca del cauce del proyecto 35
Figura 17. lustración de material dominante en la banca del lecho 35
Figura 18. Sección batimétrica 36
Figura 19. Granulometría del lecho en el eje del cauce. 36
Figura 20. Clasificación general de corrientes según Rosgen. (1994) 37
Figura 21. Criterio B4 de clasificación según Rosgen 38
Figura 22. Esfuerzos cortantes y velocidades cerca del fondo en flujo turbulento 39
Figura 23. Rugosidades de Manning para corrientes naturales 44
Figura 24. Tramo del canal para deducción de los métodos paso a paso 45
Figura 25. Esquema de presentación de HEC-RAS 46

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Figura 26. Planta de geometría AutoCAD civil 3D y HEC-RAS 47
Figura 27. Coeficiente de Manning para las secciones del modelo hidráulico 48
Figura 28. Caudales y condiciones de contorno para el modelo hidráulico 49
Figura 29. Perfil de inundación 50
Figura 30. Inundación sin obras del proyecto de interés 51
Figura 31. Variables tenidas en cuenta en la socavación. 53
Figura 32. Granulometría del lecho del cauce 57
Figura 33.Socavación general para las obras en sección media de mayor profundidad (K1+010) 73
Figura 34. Localización zona estudio, ubicado en el barrio Galán junto al rio de oro.. 74
Figura 35. Localización zona estudio Barrio Galán (cuadro rojo) en la plancha Geología del Departamento de Santander. 75
Figura 36. Localización Zona de estudio afectado en la zona del Barrio Galán (Cuadro rojo), en el mapa geológico de la zonificación sismo geotectónica del área metropolitana de Bucaramanga. 76
Figura 37. Esquema tectónico departamento de Santander, la zona de estudio esta demarcada en rojo. 78
Figura 38. Esquema estructural departamento de Santander, la zona de estudio esta demarcada en rojo. 79
Figura 39. Se observa suelo aluvial de cauce activo (rio de oro) y terraza baja..... 84
Figura 40. Se observa terraza baja (Sat1) sobre el margen del rio de oro y también se evidencia geoforma de Suelos de llenos antrópicos de basuras y escombros (Stlab)..... 85
Figura 41. Mapas de Unidades Geológicas para Ingeniería área de estudio Barrio Jose Antonio Galán 87
Figura 42. Esquema de Jerarquización geomorfológica. 89
Figura 43. Localización zona estudio en el mapa Geomorfo estructural de Colombia.90
Figura 44. Localización zona de estudio en el mapa de Provincias de Colombia. 91
Figura 45. Vista del rio de oro el cual se corresponde a geoforma de cauce o lecho actual del rio. 94
Figura 46. Se observa planicie o llanura de inundación en los bordes del rio de oro.. 95
Figura 47. Se evidencia llenos mixtos (A5) en el borde del rio de oro en el barrio Galán..... 96
Figura 48. Unidades Geomorfológicas para zona de estudio Barrio Galán..... 96
Figura 49. Mapa de amenaza por inundación periodo de retorno de 100 años 98
Figura 50. Mapa de amenaza por inundación 2016 99
Figura 51. Dinámica del río de oro en los años 1957, 1966, 1978 y 1998 100
Figura 52.Mapa de vulnerabilidad a inundación en el Sector José Antonio Galán.... 106
Figura 53.Mapa de riesgo por inundación corregir 109
Figura 54. Muro en gaviones propuesto a lo largo de la margen derecha – Barrio José Antonio Galán 113
Figura 55. Escenario de diseño - Muro H= 6.00 m 114

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Figura 56. Escenario de diseño - Muro H= 7.00 m 115
Figura 57. Escenario de diseño - Muro H= 8.00 m 116
Figura 58. Valores de Aa, Av, Ae y Ad y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos 117
Figura 59. Clasificación de los perfiles de suelo, D. 117
Figura 60. Coeficiente de amplificación Fa y Fv del suelo para la zona de periodos cortos del espectro. 118
Figura 61. Espectro elástico de aceleraciones de diseño como fracción de g. 119
Figura 62. Análisis de estabilidad en condición estática. Muro H= 6.00 m 122
Figura 63. Análisis de estabilidad en condición estática. Muro H= 6.00 m 123
Figura 64. Presión máxima en condición estática. Muro H= 6.00 m 124
Figura 65. Análisis de estabilidad en condición estática. Muro H= 7.00 m 125
Figura 66. Análisis de estabilidad en condición estática. Muro H= 7.00 m 126
Figura 67.Presión máxima en condición estática. Muro H= 7.00 m 127
Figura 68. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 8.00 m 128
Figura 69. Análisis de estabilidad en condición estática. Muro H= 8.00 m 129
Figura 70. Presión máxima en condición seudo estática. Muro H= 8.00 m 130
Figura 71. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 6.00 m 131
Figura 72. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 6.00 m 132
Figura 73. Presión máxima en condición seudo estática. 133
Figura 74. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 7.00 m 134
Figura 75. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 7.00 m 135
Figura 76. Presión máxima en condición seudo estática. 136
Figura 77. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 8.00 m 137
Figura 78. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 8.00 m 138
Figura 79. Presión máxima en condición seudo estática. 139
Figura 80. Caracterización geotécnica sondeos 140
Figura 81. Correlación entre N1,60 y módulo de elasticidad (AASHTO 1996) 141
Figura 82. Análisis de estabilidad global condición estática. Muro H= 6.00 m 145
Figura 83. Análisis de estabilidad global condición estática. Muro H= 7.00 m 146
Figura 84. Análisis de estabilidad global condición estática. Muro H= 8.00 m 147
Figura 85. Análisis de estabilidad global condición seudo estática. Muro H= 6.00 m 148
Figura 86. Análisis de estabilidad global condición seudo estática. Muro H= 7.00 m. 149
Figura 87. Análisis de estabilidad global condición seudo estática. Muro H= 8.00 m. 150
Figura 88. Zona de confluencia con la quebrada Chimitá. 157
Figura 89. Zona de influencia directa 157
Figura 90. Barrio José Antonio Galán 158
Figura 91. Área de Influencia del proyecto. Fuente: POT ONLINE. 193
Figura 92. U1 Subsistema de infraestructura. Fuente:POT 2da generación Bucaramanga. 194

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Figura 93. Plano de señalización general. 199
Figura 94. Flechas luminosas..... 201
Figura 95. Flechas luminosa. Fuente: http://bmargentina.com/Balizas/index.htm..... 202
Figura 96. Señal SPO-01. Trabajo en la vía..... 202
Figura 97. Señal SPO-03. Auxiliar de transito..... 203
Figura 98. Señal SRO-02. Desvió 203
Figura 99. SPO-01. Aproximación a obra en la vía. 204
Figura 100. SIO-02 Y SIO-03. Inicio y fin de obra. 204
Figura 101. Elementos canalizadores. Fuente: Seguridad vial :Equipos e implementos 205
Figura 102. Barricada con desvió y sin desvió. Fuente: Manual de Señalización vial Colombia. Ministerio de Transporte 2015..... 206
Figura 103. Delineador tubular y canalización con cinta de señalización. Fuente: Manual de Señalización vial Colombia. Ministerio de Transporte 2015. 207
Figura 104. Controlador de Trafico..... 207
Figura 105. Elementos requeridos para el controlador de Trafico..... 207
Figura 106. Barreras plásticas para aislamiento de obras. 208
Figura 107. localización José Antonio Galán- Área Urbana del Municipio de Bucaramanga..... 234
Figura 108. Folleto Convocatoria Socialización de Inicio de Proyecto. 235
Figura 109.Obra de mitigación Sector Jose Antonio Galan..... 238
Figura 110.Presupuesto sector Jose Antonio Galan. 239

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas aproximadas del sitio de interés..... 14
Tabla 2. Caudales máximos estimados por el AMB en diferentes tramos del rio de Oro y rio Frio 16
Tabla 3. Tipos de ríos y criterios de mayor relevancia. 31
Tabla 4. Clasificación de Rosgen 38
Tabla 5. Valores para el cálculo de rugosidad mediante el método de Cowan 40
Tabla 6. Valores de n considerados para las características del cauce 42
Tabla 7. Factor f según el tipo de material. 43
Tabla 8. Corrección por contracción..... 55
Tabla 9. Valores de k para cálculo de socavaciones en curva 56
Tabla 10. Resultados de HEC-RAS para las secciones de interés 57
Tabla 11. Tabla de socavación para punto más profundo en las secciones de interés 67
Tabla 12. Condición de fracturamiento de las rocas. 82

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 13. Clasificación genética de las unidades de suelo. Modificado de Montero (2001)..... 83
Tabla 14. Unidades geológicas de Ingeniería 86
Tabla 15. Clasificación de unidades Geomorfológicas según su origen (Ingeominas, 2001). 92
Tabla 16,. Unidades geomorfológicas de la zona de estudio (Carvajal 2011)..... 93
Tabla 17.Valores propuestos para el factor de susceptibilidad asociada con el tipo de estructura. 103
Tabla 18.Valores propuestos para el factor de susceptibilidad por el estado de la edificación 104
Tabla 19.Valores de intensidad para cada nivel de amenaza por inundación..... 104
Tabla 20.Calificación de la Vulnerabilidad..... 105
Tabla 21.Clasificación de los niveles de vulnerabilidad..... 107
Tabla 22.Matriz de riesgos. 108
Tabla 23.Clasificación de los niveles de Riesgo..... 110
Tabla 24. Valores mínimos para análisis seudo estáticos de taludes 118
Tabla 25. Factores de seguridad mínimos de la NSR-10..... 120
Tabla 26. Capacidad de carga de cimentaciones superficiales, estado límite de falla suelo aluvial. 142
Tabla 27. Asentamientos inmediatos, suelo aluvial. 143
Tabla 28. Permisos a tramitar en el proyecto..... 161
Tabla 29. Identificación de aspectos ambientales asociados a las actividades 162
Tabla 30. Listado de impactos ambientales por componente 162
Tabla 31. Criterios para la valoración de impactos..... 167
Tabla 32. Rangos de valores evaluación ambiental del impacto..... 167
Tabla 33. PMB-1 170
Tabla 34. PMB - 2 172
Tabla 35. PMA - 1 173
Tabla 36. PMA - 2 174
Tabla 37. PMA - 4 180
Tabla 38. PMA-5 182
Tabla 39. PMA-6 183
Tabla 40. PMA-7 184
Tabla 41. PS-1 186
Tabla 42. PS-2 188
Tabla 43.PGA-1..... 189
Tabla 44.Relación de Maquinaria..... 191
Tabla 45.Usos del suelo por sector Fuente: Elaboración propia. 193
Tabla 46.Tipología vial por sectores Fuente: Elaboración propia..... 195
Tabla 47.Sitios especiales Fuente: Elaboración propia..... 195
Tabla 48.Señalización existente Fuente: Elaboración propia..... 196
Tabla 49.Perfiles viales Fuente: Elaboración propia 196

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 50.Elementos mínimos de adecuación..... 209
Tabla 51. Manejo forestal o arboreo..... 230
Tabla 52. Factores de seguridad obtenidos en los análisis efectuados Muro H=6.0m. 242
Tabla 53. Factores de seguridad obtenidos en los análisis efectuados Muro H=7.0m. 242
Tabla 54. Factores de seguridad obtenidos en los análisis efectuados Muro H=8.0m. 242

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S, en calidad de ejecutor del contrato de consultoría No.75 de 2023 "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES JOSÉ ANTONIO GALÁN, CLUB GALLINERAL Y CRISTAL BAJO, PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PUBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER", cuya área directa del estudio está localizada en el sector de José Antonio Galán en la comuna 5 municipio de Bucaramanga, departamento de Santander ,presenta a continuación, la entrega correspondiente a los resultados obtenidos del estudio realizado para el Tomo II - Diseño de las obras de mitigación.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar estudios y diseños para las obras de mitigación para el sector de José Antonio Galán, producto de la declaratoria de calamidad pública del municipio de Bucaramanga, Santander.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una caracterización geológica y geotécnica de los diferentes estratos que conforman el perfil estratigráfico.

- Delimitación de Áreas de Drenaje, Estimación de caudales mediante el método racional y determinación de sección transversal de obras para el manejo de aguas de escorrentía directa.

- Mediante las características geológicas y geotécnicas de la zona, diagnosticar el comportamiento sobre la estabilidad de los suelos.

- Evaluar la amenaza por fenómenos de inundación, a la cual se encuentra expuesta el área en estudio.

- Realizar el análisis de la amenaza para diferentes escenarios y plantear las recomendaciones que se requieran para garantizar la estabilidad del área en estudio.

- Diseñar obras de mitigación y/o estabilización para los problemas identificados en el área de estudio.

- Realizar plan de manejo ambiental, plan de manejo de tránsito, plan de gestión social y plan de manejo forestal y arbóreo relacionados con el área en estudio.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

3. HIDROLOGÍA

3.1 GENERALIDADES

El presente proyecto nace de la necesidad de obras de mitigación para inundación y socavación al margen derecho del rio de oro, en el sector Antonio Galán. Para tal fin, hidráulicamente se desarrolla un modelo hidráulico sin obras, para determinar el panorama actual del área del proyecto. Posteriormente se proyectan las obras y se justifican sus dimensiones, alturas y cotas, mediante el adecuado comportamiento hidráulico de la modelación con obras en el cauce de estudio.

3.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se ubica en el municipio de girón, departamento de Santander, como se presenta a continuación:

Tabla 1. Coordenadas aproximadas del sitio de interés.

COORDENADAS DEL PUNTO		
ESTE	**NORTE**	**COTA**
1100001.402	1277099.410	672

Nota: Coordenadas Magna Colombia Bogotá

Las áreas hidrográficas del proyecto corresponden a la Cuenca del Rio de Oro y la cuenca de la Quebrada Chimita.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Figura 1. Ubicación del sector

3.3 FASE HIDROLÓGICA

El presente capitulo comprende la estimación de los caudales para diferentes probabilidades por parte del área metropolitana en los estudios comprendidos por: “Convenio Interadministrativo No. 000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Río de Oro (tramo Nuevo Girón - Café Madrid) y del Río Frio (tramo PTAR - Girón)”. Con el fin de determinar el comportamiento hidráulico del flujo del cauce en el sector de interés (Inundación y socavación).

Los caudales estimados por el AMB para el sector del rio de oro son los siguientes:

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 2. Caudales máximos estimados por el AMB en diferentes tramos del rio de Oro y rio Frio

Fuente: Convenio Interadministrativo No. 000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Río de Oro (tramo Nuevo Girón - Café Madrid) y del Río Frio (tramo PTAR - Girón)

TRAMOS						Caudal Pico (m^3/s)						
CAUCE	TRAMO #	DESDE	HASTA	ELEMENTO HID	ABSCISA	2 Años	5 Años	10 Años	25 Años	50 Años	100 Años	500 Años
RIO DE ORO	1	Inicio	Nuevo Girón	J814	21426.34	357.6	419.6	440.8	469.2	471	478.2	495.9
	2	Nuevo Girón	Confluencia RF	J683	19834.87	438.4	539.6	591.8	654.4	688.3	716	780.7
	4	Confl. RF-RO	Q. Las Macanas	J708	13774.21	524.5	675.3	765.3	889.3	955.9	1011.7	1151
	5	Q. Las Macanas	Q. La Iglesia	J680	11883.99	523.6	674.2	764.3	888.4	955	1010.9	1150.4
	6	Q. La Iglesia	Q. La Honda	J752	10324.57	552.3	719.8	822.7	960.7	1038.7	1102.6	1259.6
	7	Q. La Honda	Q. Chimitá	J705	9904.461	552	719.5	822.4	960.7	1038.9	1102.9	1260.2
	8	Q. Chimitá	Q. La Cuyamita	J737	9394.205	565.6	742.2	853.5	1002.5	1089.5	1159.2	1330.7
	9	Q. La Cuyamita	Q. Nápoles	J700	7984.336	564.9	741.4	853.1	1002.2	1089.6	1159.3	1331.2
	10	Q. Nápoles	Q. La Argelia	J716	7023.882	564.5	741.1	852.8	1001.9	1089.5	1159.3	1331.2
	11	Q. La Argelia	Q. Las Navas	J719	5791.841	564.4	741	852.5	1001.7	1089.2	1158.9	1331.1
	12	Q. Las Navas	Q. Chapinero	J731	4861.515	564	740.4	852.1	1001.4	1088.9	1158.7	1331.1
	13	Q. Chapinero	Q. La Picha	J744	3958.454	551.2	726	837.6	986.6	1075.4	1145.6	1319.5
	14	Q. La Picha	Confl. Río Suratá	Salida	1561.574	533.7	706.1	817.1	965.2	1054.5	1125.4	1300.2
RIO FRIO	3	PTAR Río Frío	Confl. Q. Suratoque	J728	6237.184	57.2	91.6	115.4	159.4	166.8	187.3	229.7
	3.1	Confl. Q. Suratoque	Confl. RO	J794	4978.663	110.5	176.4	222.7	297.1	324.8	364.5	447.2

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

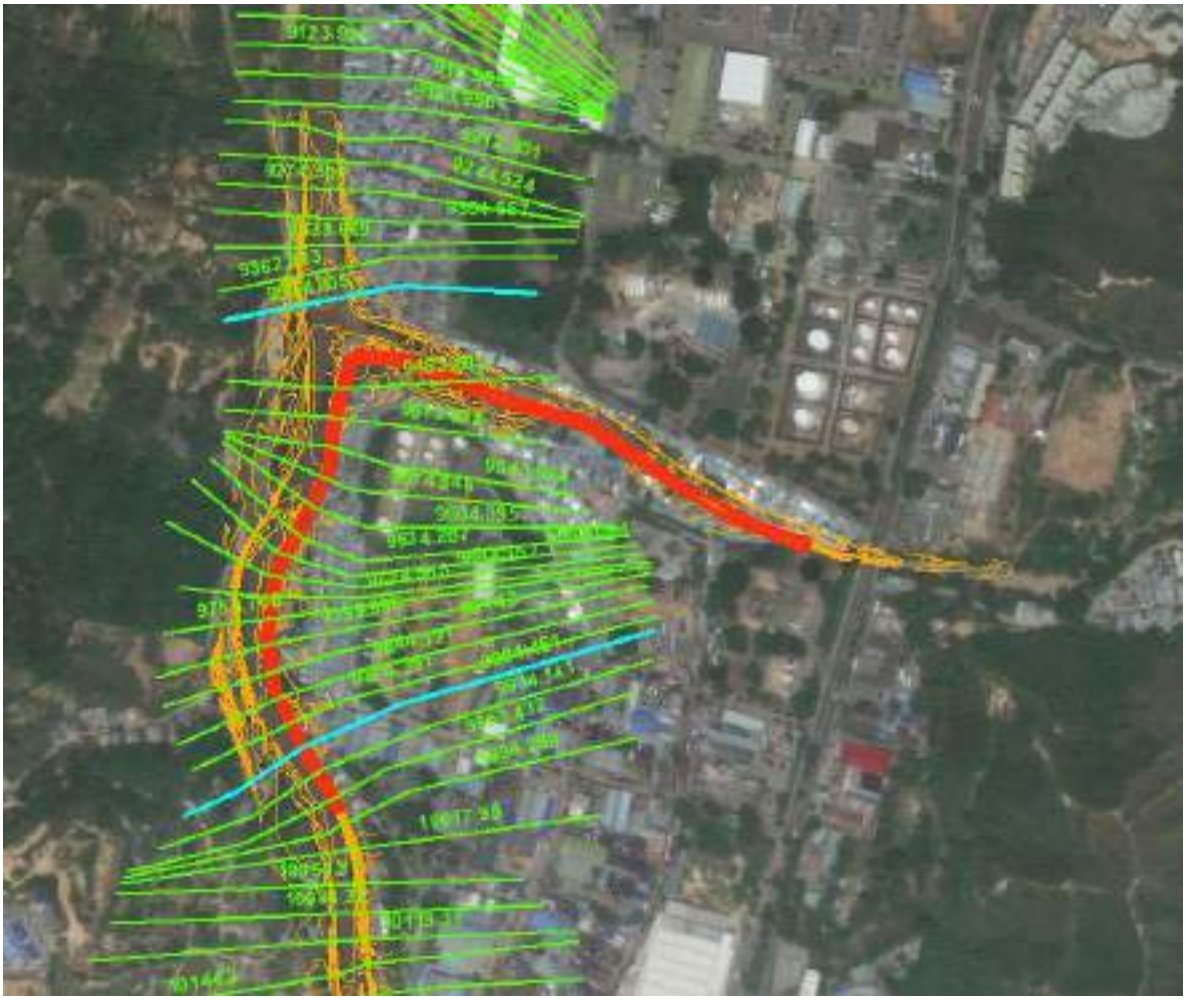
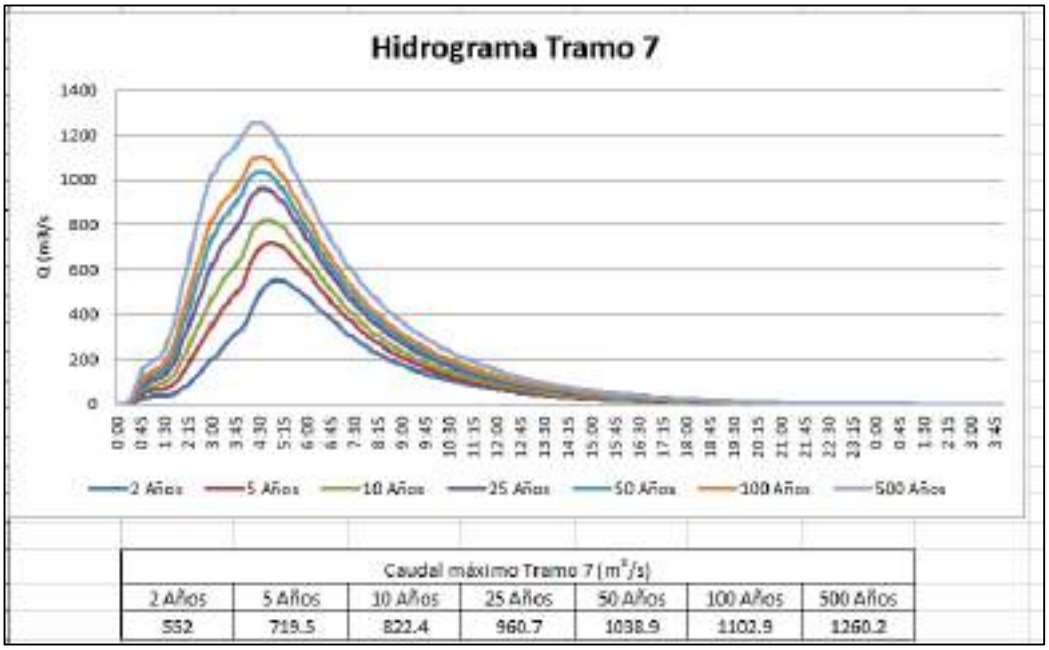


Figura 2. Localización de abscisas del modelamiento del AMB

Partiendo la finalización y entrega publica del estudio base es reciente (año 2018) para la estimación de caudales y es una fuente de alta confiabilidad para las obras de arte o mitigación en el rio de Oro y Rio Frio y el comparativo en el momento de una revisión o supervisión de la entidad ambiental correspondiente al área del proyecto (CDMB) y los registros utilizados de lluvia son de una extensa antigüedad para los cálculos estadísticos, estimaciones de tormentas y caudales de diseño, se considera que la actualización del estudio (asignación de 2 datos) y sus registros pluviométricos resultan estadísticamente de baja influencia en la variación de los caudales del estudio base.

Con base en lo anterior, se tienen entonces los caudales para el sector de interés de **1102.9 m3/s** para un tiempo de retorno de 100 años y de **1260.2m3/s** para un periodo de retorno de 500 años.
Con base en los tramos del sector de interés, se tienen los siguientes hidrogramas:

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

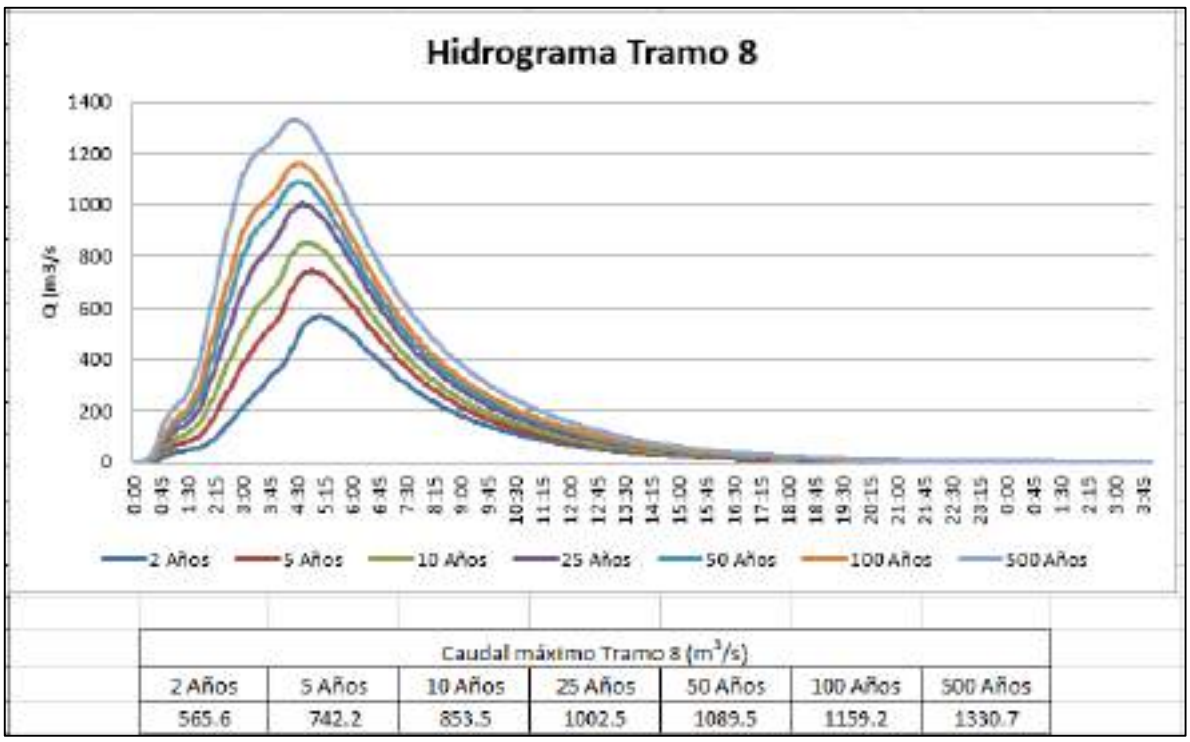


Caudal máximo Tramo 7 (m^3/s)						
2 Años	5 Años	10 Años	25 Años	50 Años	100 Años	500 Años
552	719.5	822.4	960.7	1038.9	1102.9	1260.2

Figura 3. Hidrograma de tormenta Tramo 7

Fuente: Convenio Interadministrativo No. 000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Río de Oro (tramo Nuevo Girón - Café Madrid) y del Río Frio (tramo PTAR - Girón)

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Caudal máximo Tramo 8 (m^3/s)						
2 Años	5 Años	10 Años	25 Años	50 Años	100 Años	500 Años
565.6	742.2	853.5	1002.5	1089.5	1159.2	1330.7

Figura 4. Hidrograma de tormenta Tramo 8.
Fuente: Convenio Interadministrativo No. 000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Río de Oro (tramo Nuevo Girón - Café Madrid) y del Río Frio (tramo PTAR – Girón

Nota: Los anteriores hidrogramas, con su modelación en HMS y coordenadas se consignan en los anexos 3 y 4 del presente proyecto.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

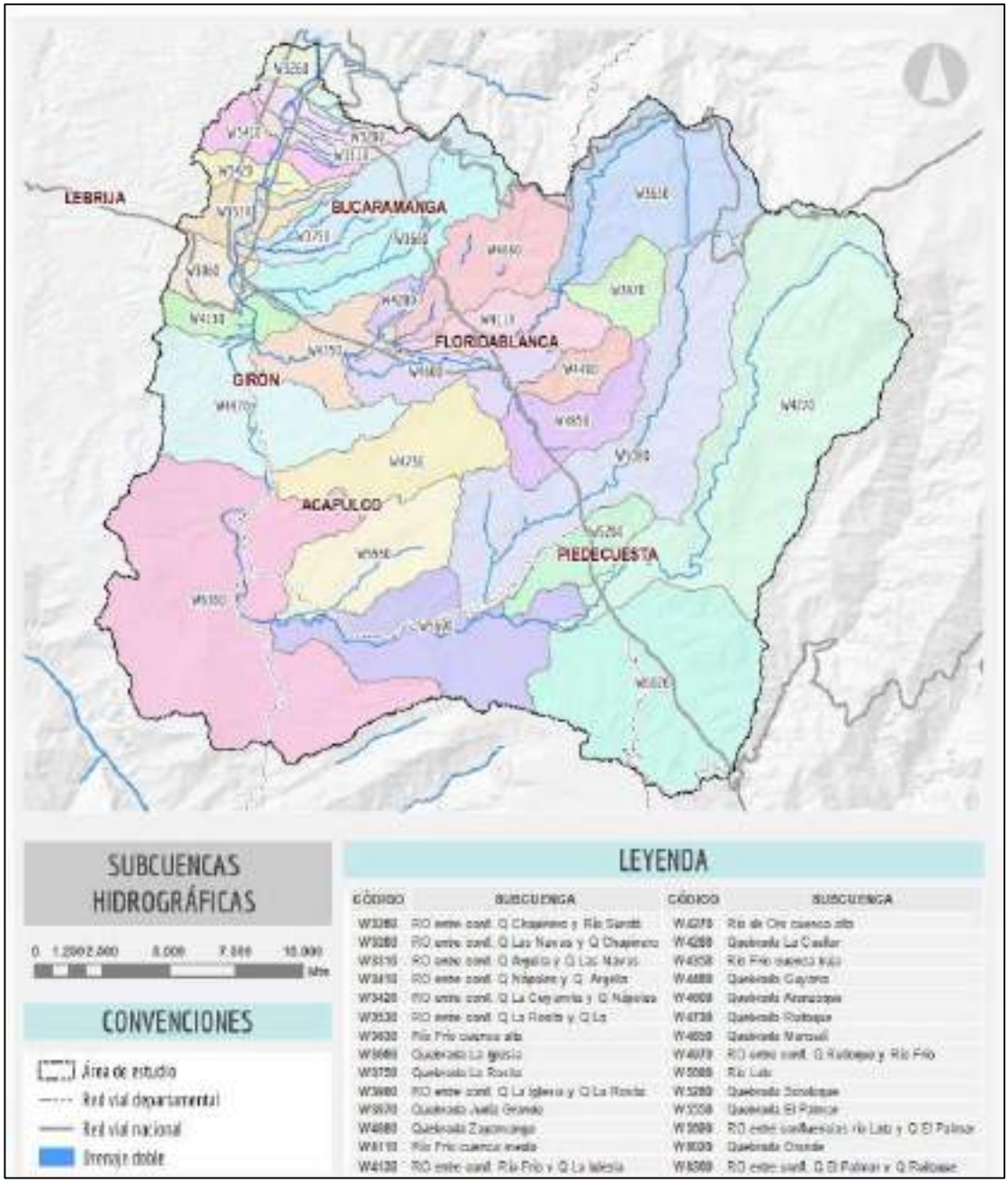


Figura 5.Delimitación de hoya hidrográfica y modelo hidrológico HMS.
Fuente : Convenio y riesgo por inundación del Rio de Oro (Tramo Nuevo Girón – Café Madrid) y del Rio Frio (tramo PTAR - Giron).

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

PARÁMETROS GENERALES						PARÁMETROS DE FORMA			PARÁMETROS DE RELIEVE			PARÁMETROS RELATIVOS A LA RED HIDROGRÁFICA		
						Coeficiente de Gravelius	Rectángulo Equivalente		Altura Media	Coeficiente de Masividad	Coeficiente Orográfico	Alejamiento medio	Tiempo de concentración	Pendiente media cauce
Código	Subcuenca	Forma	Área [Km²]	Perímetro	Longitud Cauce	Cs	l [Km]	L [Km]	h [m]	tan α	Co	a	Tc [hora]	j
W3260	RD entre confl. Q Chapinero y Río Suratá	Oblonga	4,59	17,38	5,61	1,562	0,92	5,13	118,11	25,09	2.963,70	1,06	0,78	0,17
W3280	RD entre confl. Q Las Nieves y Q. Chapinero	Irregular	4,74	11,15	7,24	2,013	0,76	8,25	218,39	34,76	7.591,57	1,18	1,00	0,14
W3310	RD entre confl. Q Argelia y Q Las Nieves	Irregular	3,86	19,60	5,56	2,623	0,42	8,90	158,94	45,93	7.300,40	1,58	1,02	0,12
W3420	RD entre confl. Q Nápoles y Q. Argelia	Oblonga	6,86	22,95	9,15	1,716	0,96	6,93	206,50	31,50	6.567,61	1,13	0,95	0,17
W3430	RD entre confl. Q La Cuyanita y Q. Nápoles	Ovalada	4,17	16,05	4,80	1,495	0,88	4,54	145,13	37,95	5.507,62	1,04	0,87	0,25
W3530	RD entre confl. Q La Rosita y Q. La Cuyanita	Oblonga	8,61	17,00	6,24	1,662	1,06	7,04	119,66	16,07	1.922,72	1,23	1,13	0,12
W3630	Río Frío cuenca alta	Ovalada	32,57	36,58	16,73	1,360	2,99	10,80	855,22	27,75	24.844,84	2,86	5,79	0,11
W3660	Quebrada La Iglesia	Irregular	22,09	42,85	14,69	1,914	1,55	14,80	306,53	13,40	4.106,95	2,72	3,58	0,06
W3750	Quebrada La Rosita	Oblonga	15,80	15,80	12,56	1,675	1,44	9,79	198,48	14,07	2.792,22	1,40	2,96	0,04
W3960	RD entre confl. Q La Iglesia y Q La Rosita	Redonda	6,03	17,95	4,22	1,147	2,08	3,22	152,05	22,66	3.445,30	1,07	0,86	0,24
W3970	Quebrada Judía Grande	Ovalada	7,88	16,70	5,95	1,265	1,71	4,68	699,14	87,33	61.056,09	1,74	1,28	0,28
W4080	Quebrada Zapamanga	Ovalada	18,68	30,28	10,81	1,449	2,07	9,25	373,48	19,50	7.282,13	2,23	2,61	0,10
W4110	Río Frío cuenca media	Oblonga	11,56	26,60	10,49	1,681	1,19	8,85	328,28	28,75	9.436,97	2,59	2,35	0,11
W4130	RD entre confl. Río Frío y Q La Iglesia	Oblonga	5,91	18,43	4,16	1,676	0,88	6,02	166,79	39,44	4.616,02	0,56	0,43	0,50
W4270	Río de Oro cuenca alta	Oblonga	81,23	73,42	28,85	1,725	3,14	24,64	1.197,89	17,06	21.852,07	3,17	5,99	0,10
W4280	Quebrada La Cuellar	Oblonga	2,81	12,80	4,36	1,644	0,69	4,45	79,12	25,76	2.038,20	1,94	1,16	0,04
W4350	Río Frío cuenca baja	Oblonga	11,81	28,68	7,11	1,744	1,22	9,26	83,08	7,43	617,20	2,06	2,56	0,03
W4480	Quebrada Guyana	Ovalada	5,50	16,56	6,45	1,484	1,12	5,58	277,65	46,17	12.822,25	2,59	1,75	0,16
W4600	Quebrada Arancoque	Irregular	13,46	31,85	11,00	1,819	1,22	10,27	150,62	12,03	1.811,73	2,39	2,51	0,07
W4730	Quebrada Ruitoque	Oblonga	20,80	35,93	12,58	1,594	1,86	11,05	216,12	9,00	1.675,29	1,56	2,19	0,07
W4850	Quebrada Manzuli	Oblonga	13,57	26,58	9,94	1,556	1,65	9,04	330,62	22,36	7.379,40	2,63	2,86	0,10
W4970	RD entre confl. Q Ruitoque y Río Frío	Oblonga	29,24	41,25	12,59	1,548	2,34	12,77	185,69	7,23	1.561,84	1,28	2,10	0,09
W5080	Río Lato	Irregular	52,57	64,70	23,09	1,881	2,37	21,74	798,31	15,49	12.368,30	2,95	6,69	0,10
W5280	Quebrada Soratoque	Ovalada	9,39	23,38	8,89	1,439	1,64	7,15	196,32	16,77	3.292,70	2,47	2,35	0,10
W5550	Quebrada El Palmar	Ovalada	19,79	29,13	10,88	1,311	2,42	7,68	192,17	10,17	1.954,18	2,23	2,07	0,04
W5690	RD entre confluencias río Lato y Q. El Palmar	Oblonga	30,56	46,55	14,70	1,517	2,25	11,58	173,27	6,67	1.155,27	2,21	5,10	0,05
W6020	Quebrada Grande	Ovalada	48,10	40,53	11,68	1,283	4,03	11,78	424,90	8,96	3.806,19	1,53	2,73	0,11
W6360	RD entre confl. Q El Palmar y Q. Ruitoque	Oblonga	77,99	72,20	20,70	1,582	3,77	21,86	316,94	3,85	1.220,46	1,13	2,94	0,07

Figura 6.Caracterización moformetrica de la cuenca.

Fuente : Convenio Interadministrativo No.000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Rio de Oro (Tramo Nuevo Girón – Café Madrid) y del Rio Frio (tramo PTAR - Giron).

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

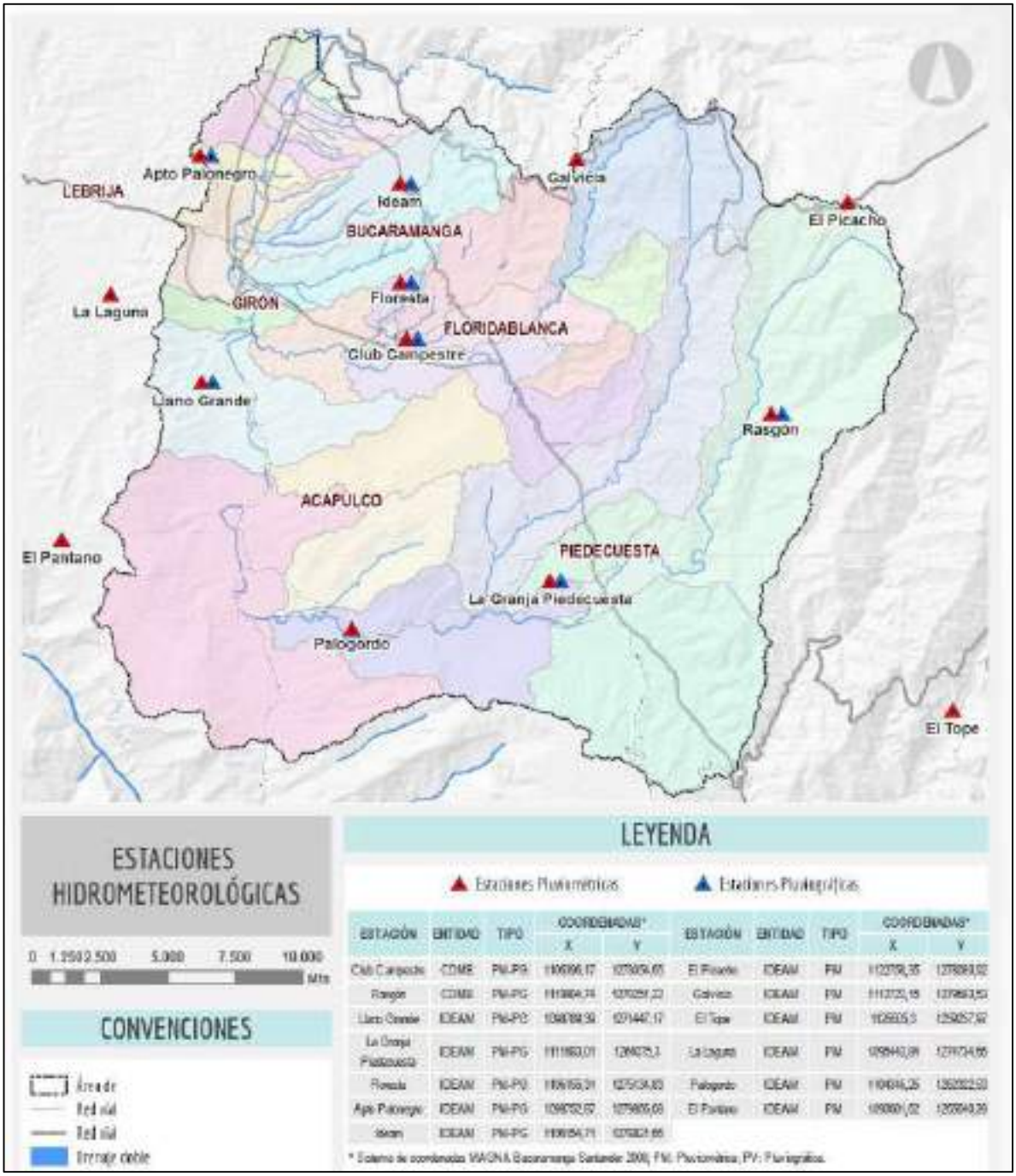
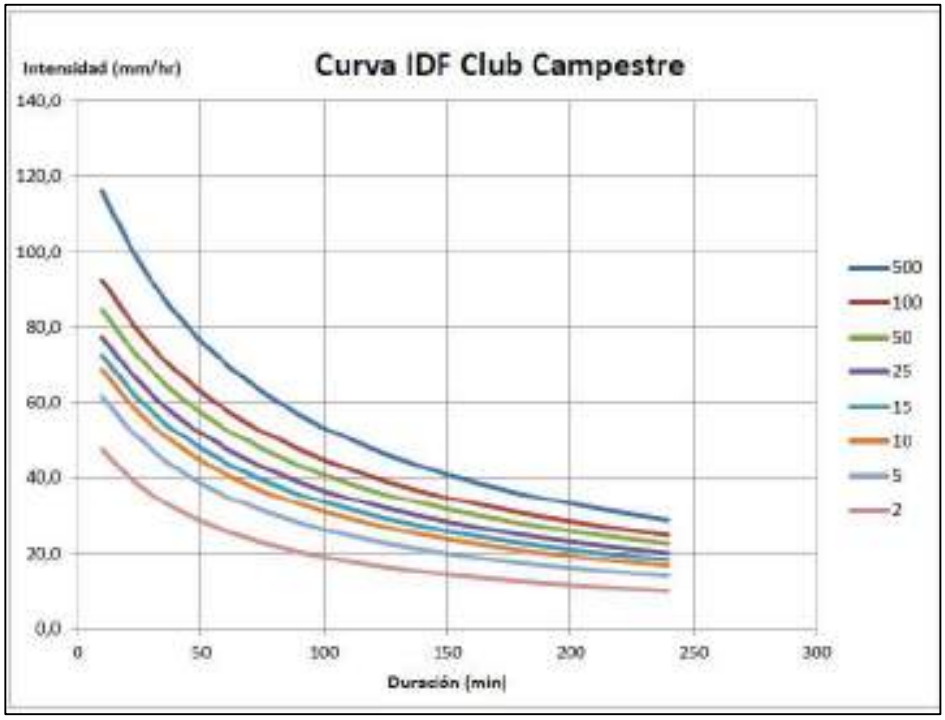
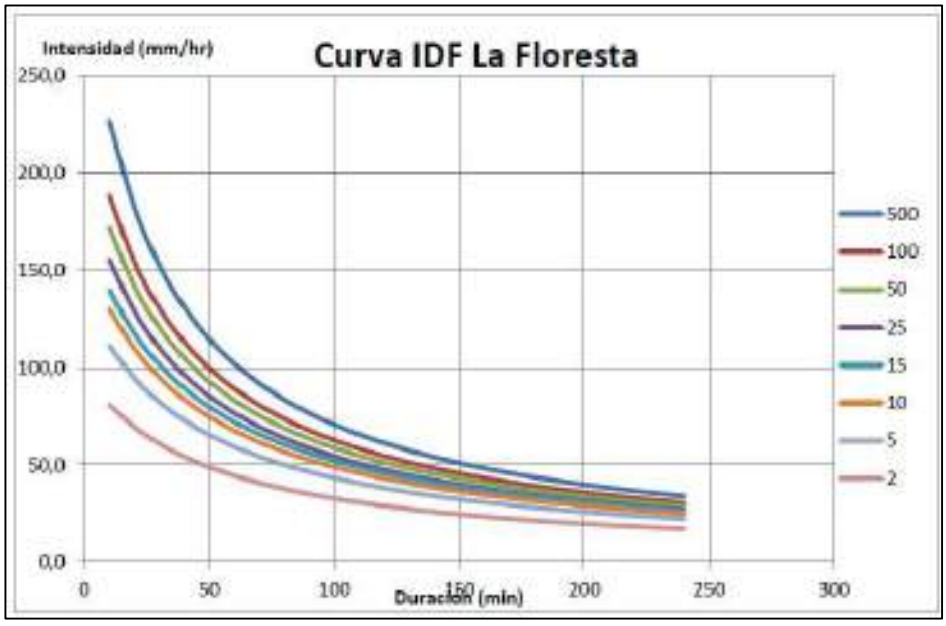


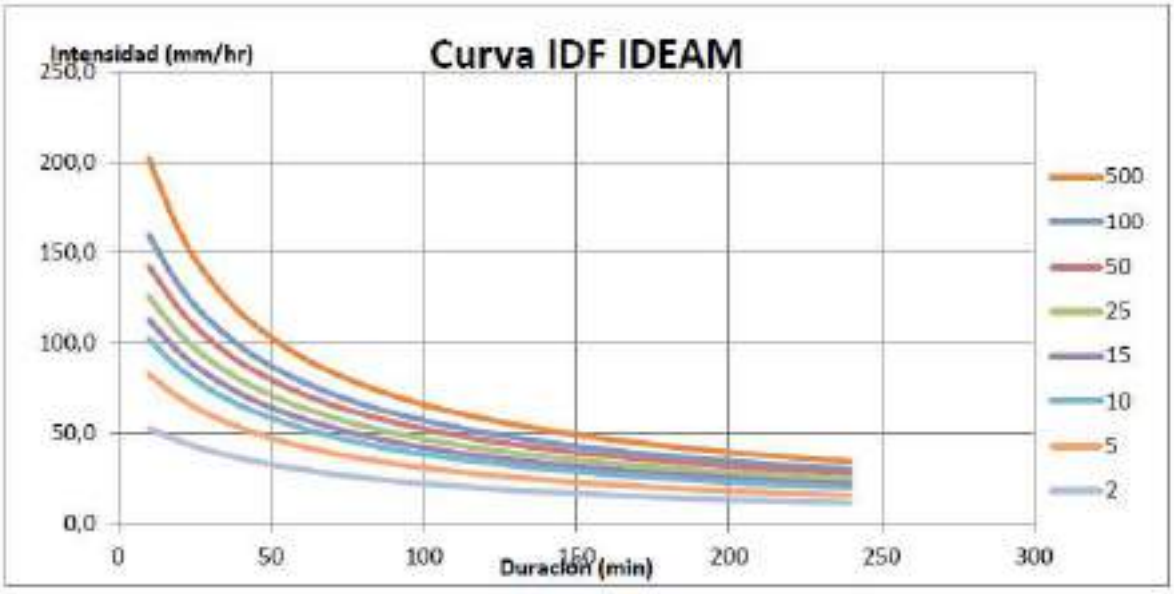
Figura 7.Estación cercanas al área de la cuenca del rio de oro.
Fuente : Convenio Interadministrativo No.000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Rio de Oro (Tramo Nuevo Girón – Café Madrid) y del Rio Frio (tramo PTAR - Giron).

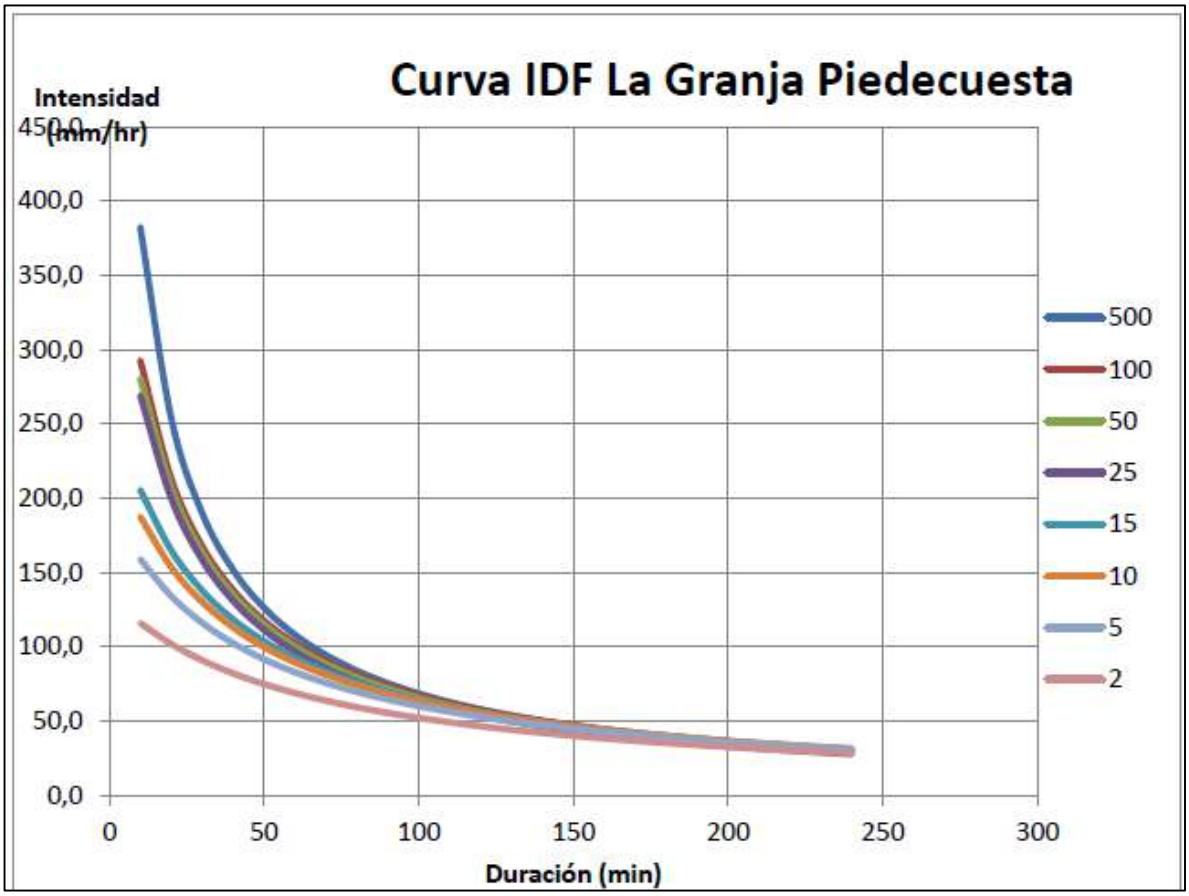
Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



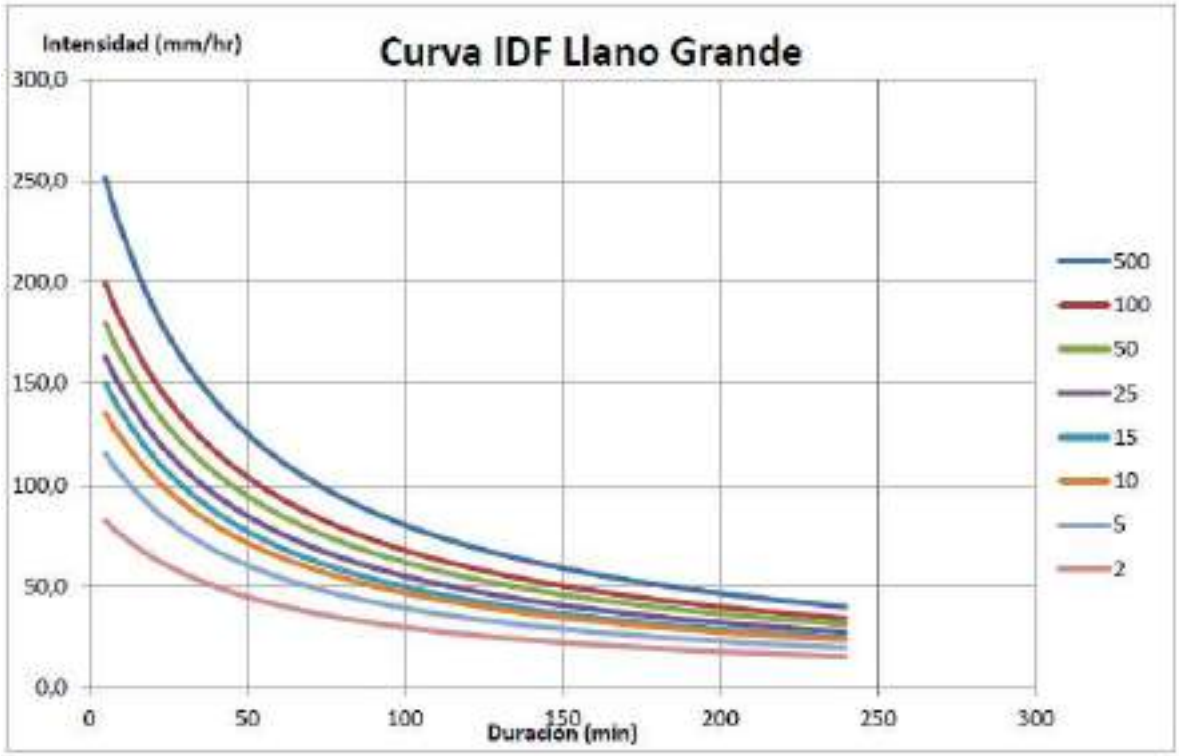


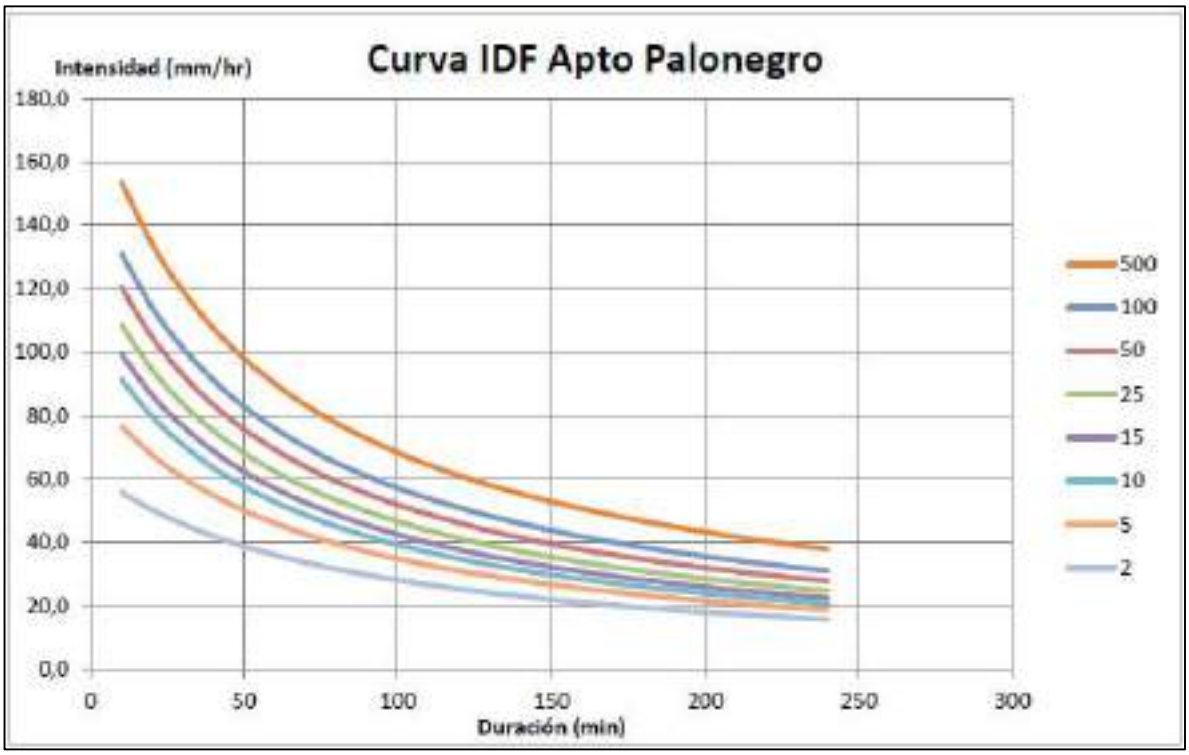
Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com





Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com





Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

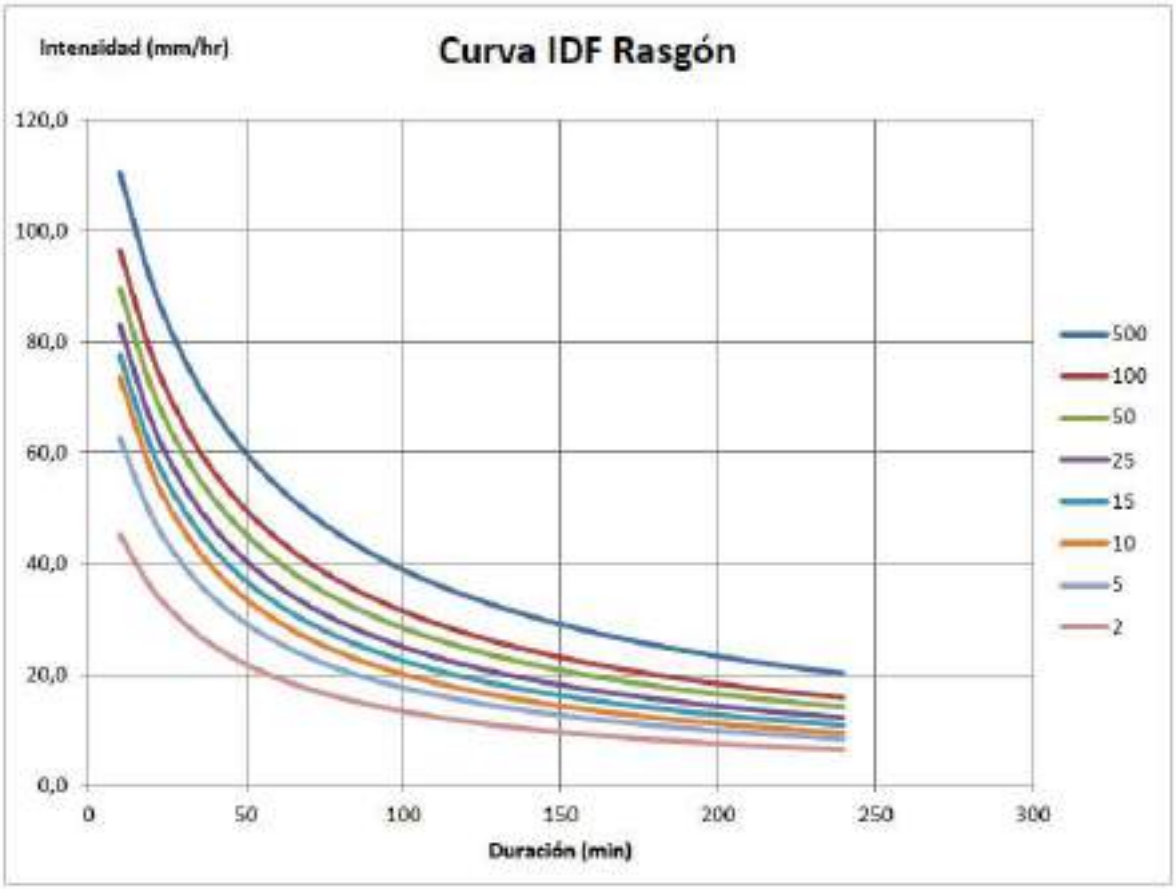


Figura 8.Curva IDF

Fuente: Convenio Interadministrativo No.000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Rio de Oro (Tramo Nuevo Girón – Café Madrid) y del Rio Frio (tramo PTAR - Giron).

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

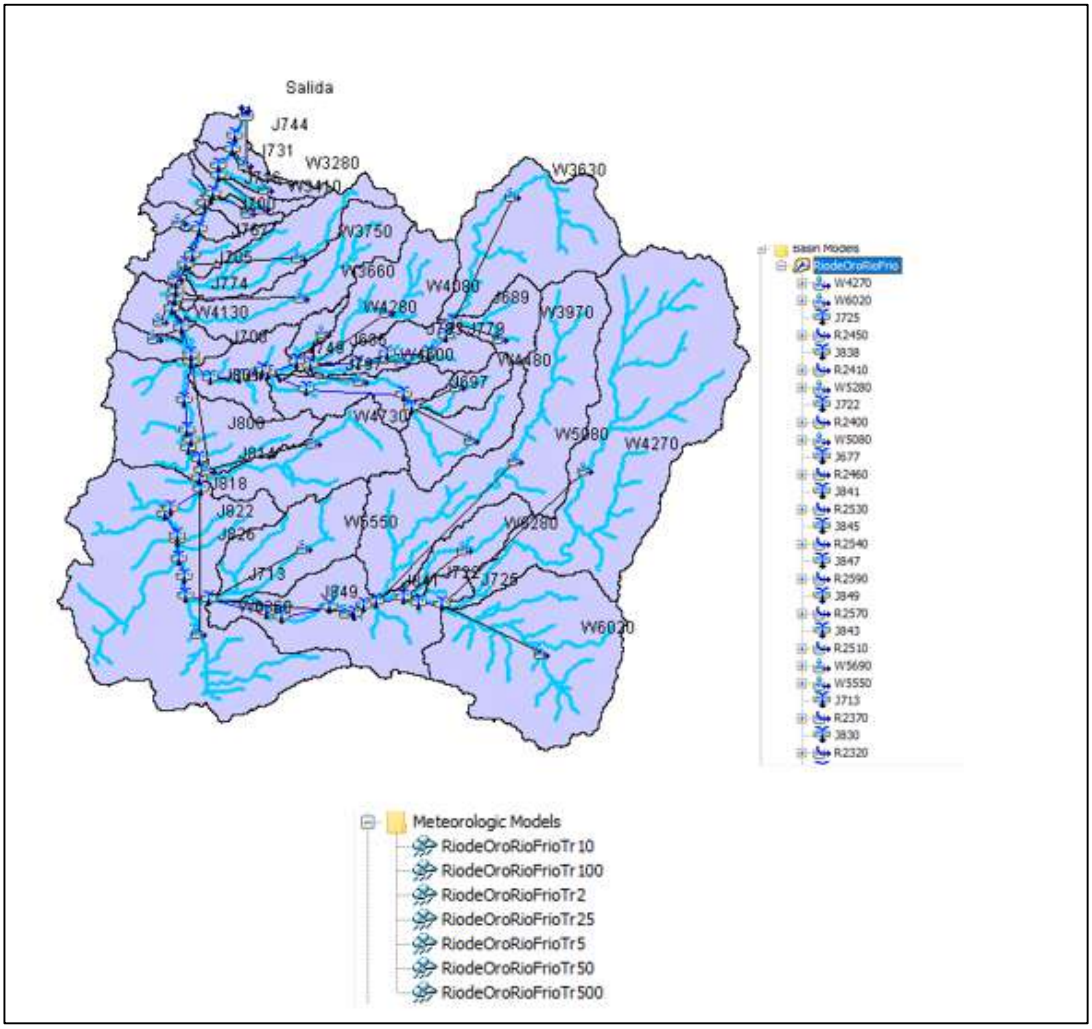


Figura 9.Componentes del modelo hidrológico.
Fuente: Convenio Interadministrativo No.000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Rio de Oro (Tramo Nuevo Girón – Café Madrid) y del Rio Frio (tramo PTAR - Giron).

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

4. HIDRÁULICA

El presente capitulo comprende los diferentes análisis y acciones para la estimación de la profundidad del flujo para los caudales de las diferentes probabilidades del proyecto. Dichas profundidades se estiman mediante la creación de un modelo hidráulico en la herramienta computacional HEC-RAS y su extensión RAS Mapper, la cual comprende toda la matemática necesaria para la determinación del comportamiento hidráulico de la masa calculada en el cuerpo hídrico de interés.

4.1 CONCEPTOS DE HIDRÁULICA FLUVIAL

La Hidráulica fluvial se dedica al estudio del comportamiento del flujo en los canales naturales (ríos, quebradas) y estuarios. Se estudia la respuesta y evolución de un río ante cualquier intervención del hombre, en el cauce, márgenes, llanuras de inundación y franja de ribera. La complejidad de la hidráulica fluvial hace necesarios conocimientos en hidrología, hidráulica, geomorfología y transporte de sedimentos.

4.1.1 Sistema fluvial y su zonificación

Está compuesto por la cuenca de drenaje, el río y sus afluentes y los organismos vivos que habitan la cuenca, incluyendo al hombre. Dicho sistema es altamente dinámico y comprende diferentes procesos tales como: Clima, meteorización, tectonismo, vulcanismo, erosión, transporte depositación, actividades humanas, actividades biológicas, raíces de la vegetación, etc.

El comportamiento de un sistema fluvial, en un lugar particular, refleja el efecto integrado de un conjunto de controles aguas arriba, especialmente el clima, la geología el uso del suelo, la topografía de la cuenca. Estos conjuntamente determinan el régimen hidrológico y la cantidad y tipo de material (sedimentos) suministrados a ese lugar particular. No se pueden desconocer los efectos de los controles aguas abajo, como el nivel base.

El clima. Suministra energía a los procesos y, combinado con la vegetación, influye en la hidrología de la cuenca y en las tasas de erosión. Cambios en el clima y en la hidrometeorología contribuyen con la erosión de los suelos, cambian el régimen hidráulico (caudal líquido y sólido) y afectan la evolución del curso de los ríos.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

4.1.2 Zonificación del sistema fluvial

El sistema fluvial se clasifica en tres zonas. Cada zona posee características y procesos hidráulicos diferentes.

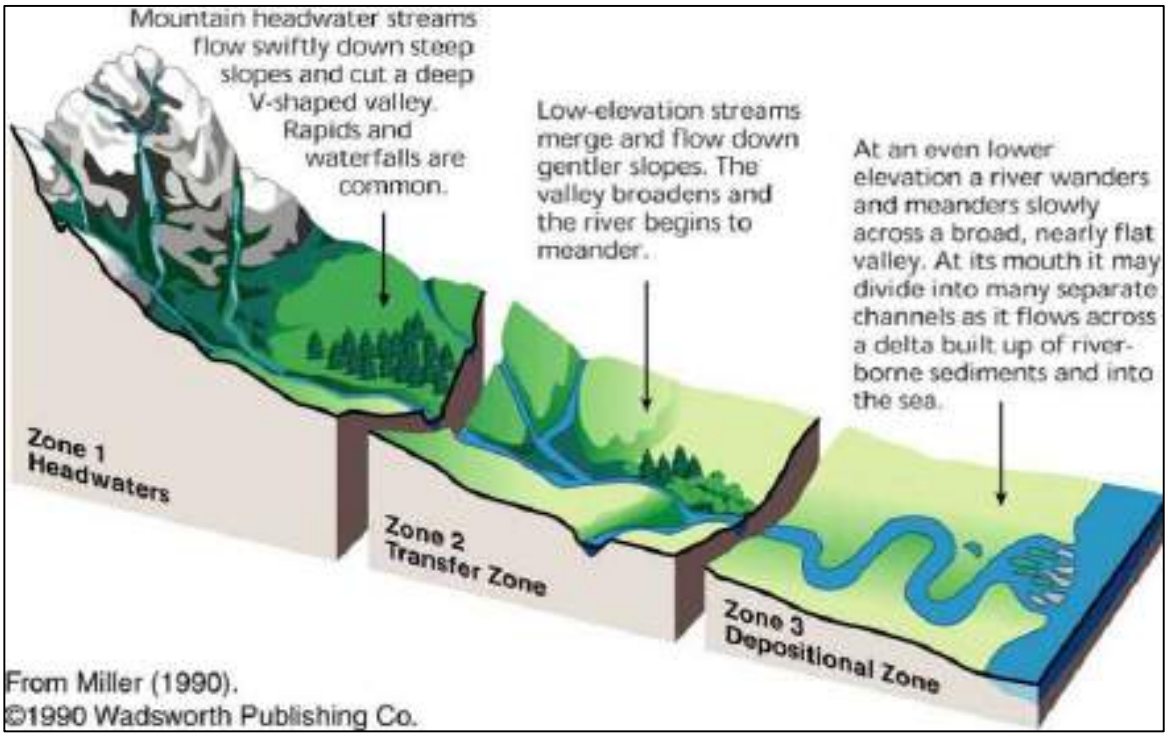


Figura 10. Zonificación del sistema fluvial según Schumm. (1969)

- **Zona alta o de producción:** Los ríos se forman por erosión de las rocas. El cauce se encañona progresivamente. Entregan los productos de la socavación y de la erosión de los suelos a las partes bajas de la cuenca.

- **Zona media o de transporte:** Existe un cierto equilibrio entre la capacidad de transporte del flujo y los aportes de sedimento. Los cauces se desarrollan en terrenos variados, en materiales erosionables, pero con zonas donde algunas formaciones resistentes pueden controlar el movimiento del lecho.

- **Zona baja o depositación:** Los sedimentos se depositan por falta de capacidad de transporte, en deltas o en estuarios. El tipo de desembocadura depende de la intensidad de la acción del mar y del río o canal receptor (nivel base). Así, las desembocaduras podrán formar deltas o estuarios. En la parte baja de las cuencas, el contexto geomorfológico es muy diverso. Si el canal receptor tiene un valle estrecho, los terrenos atravesados por el río afluente tienen composición heterogénea (pueden formar abanicos y conos).

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

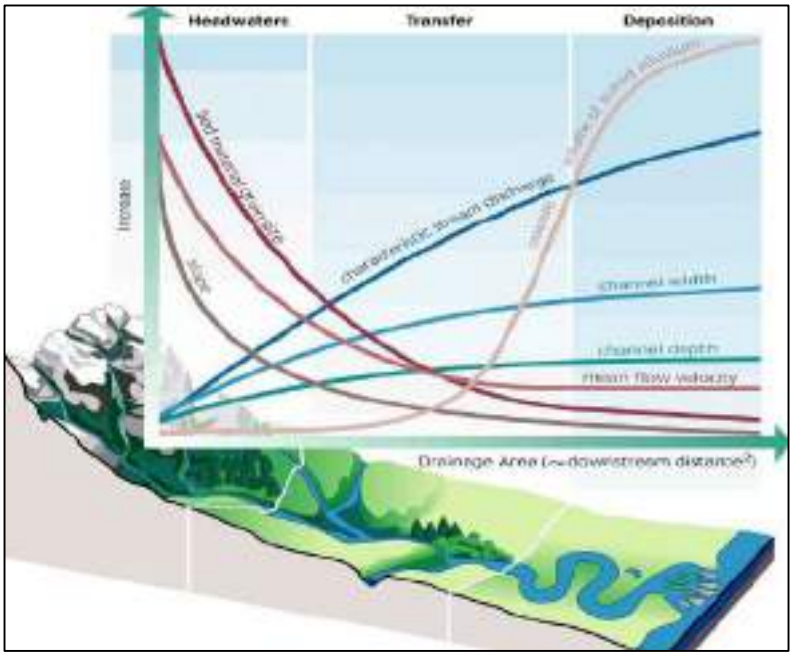


Figura 11. Comportamiento de las diferentes variables geométricas e hidráulicas dependiendo de la zona de transferencia

4.2 CLASIFICACIÓN DEL CAUCE

Los cauces o corrientes naturales, presentan diferentes comportamientos geomorfológicos, hidrológicos e hidráulicos a lo largo de su superficie hidrográfica, para su clasificación existen tres elementos de ata relevancia los cuales son:

1. Caudal solido
2. Geometría
3. Alineamiento

La adecuada clasificación de la corriente hídrica aporta criterios para:

- Predecir el comportamiento de os ríos desde su apariencia
- Desarrollar relaciones empíricas para tipos de corrientes individuales
- Extrapolar datos de otros cauces con características semejantes
- Facilitar la comunicación efectiva con demás profesionales relacionados a la hidráulica fluvial.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Entre los criterios de mayor relevancia están:

Tabla 3. Tipos de ríos y criterios de mayor relevancia.

Criterio	Tipo
Permanencia del flujo del agua en la corriente	Perenne, intermitente, efímera
Patrón de alineamiento	Recto, meándrico (sinuoso o curvado), trenzado, anastomosado
Perfil longitudinal	Gradado o interrumpido por cataratas o lagos
Tipo de perfil longitudinal	Pendiente suave, fuerte, lisa o irregular
Perfil transversal del valle	Batea, U, V
Estabilidad del lecho del rio	Erosional, estable o deposicional
Lugar de descarga	Endorreicos (interior -otra corriente), exorreicos (exterior - mar)

Para la clasificación de las corrientes, existe la metodología de Rosgen, la cual define el tipo de cauce con respecto a el material dominante de la banca, pendiente, sinuosidad y perfil transversal de la banca y el valle.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

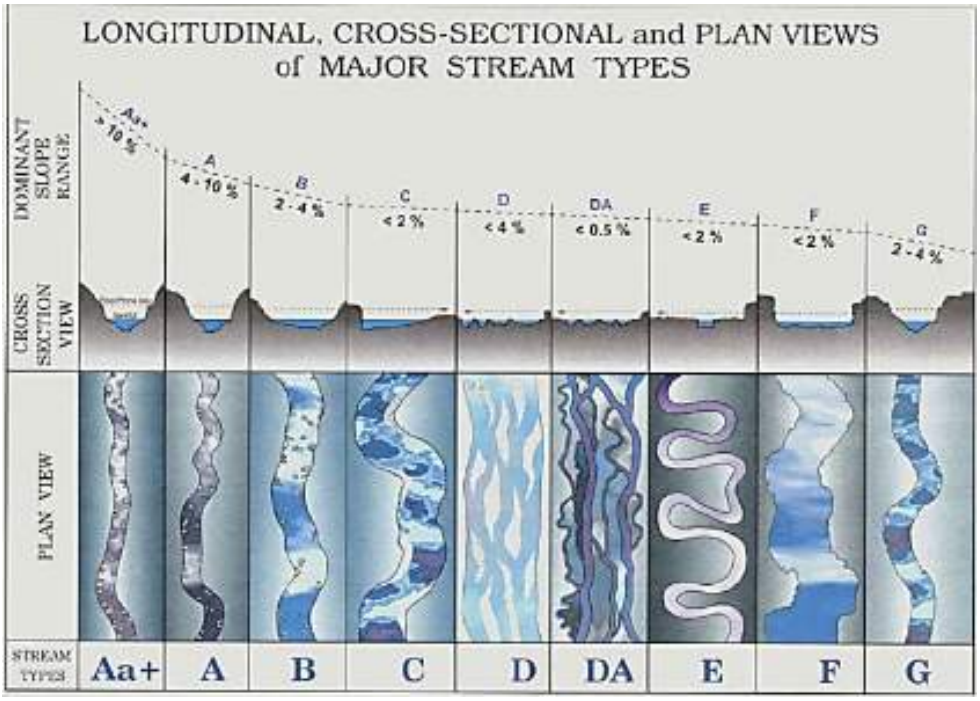


Figura 12. Tipo de corriente dependiendo de su sección transversal, pendiente y vista en planta

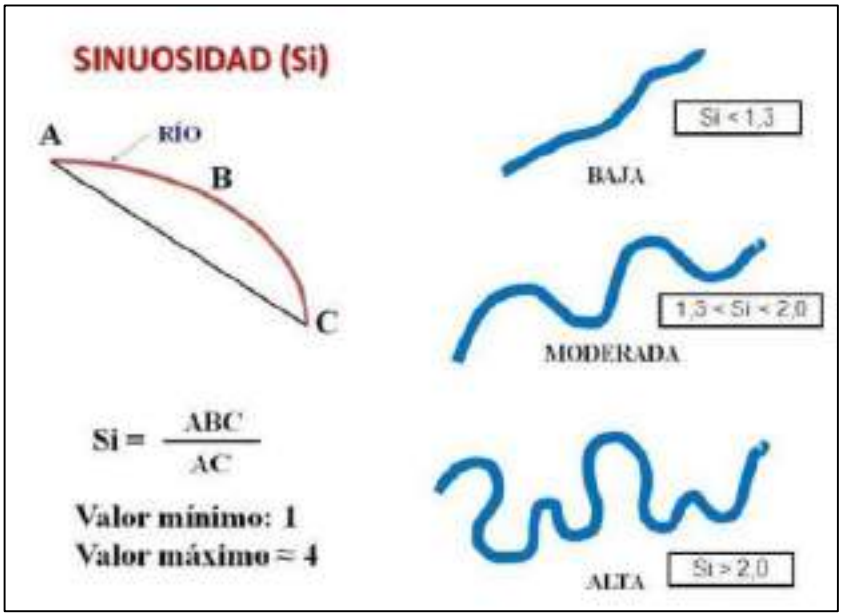


Figura 13. Estimación y clasificación de la sinuosidad del cauce

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Figura 14. planta del cauce en el sector de interés

*Nota: teniendo en cuenta las características del cauce en el sector de interés se tiene entonces una sinuosidad de aproximadamente **1.0**. (899.44m/856.181m = 1.05).*

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

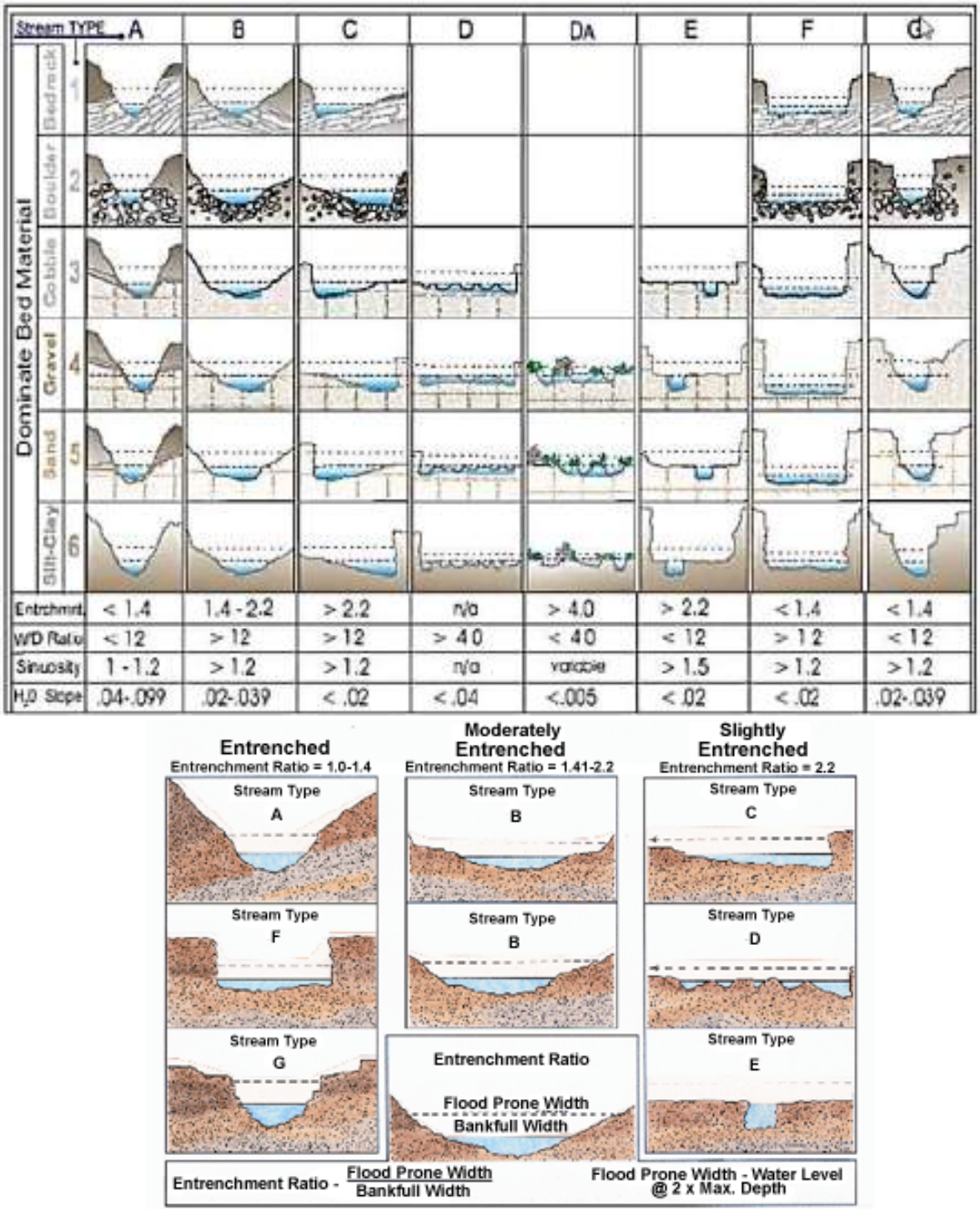


Figura 15. Tipo de corriente a partir de material dominante de la banca, sinuosidad, relación ancho profundidad y atrincheramiento

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Para el sector de interés se tienen las siguientes imágenes:



Figura 16. Ilustración actual de la banca del cauce del proyecto



Figura 17. lustración de material dominante en la banca del lecho

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

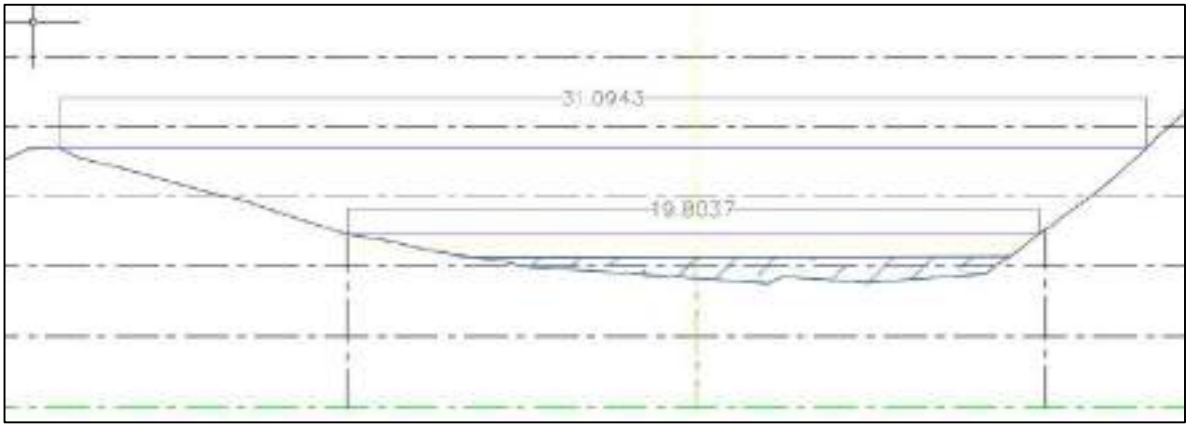


Figura 18. Sección batimétrica

Nota: Con base en dicha sección se tiene un atrincheramiento (Entrenchment Ratio) de:

$$\frac{31.0943\ m}{19.8037\ m} = 1.57$$

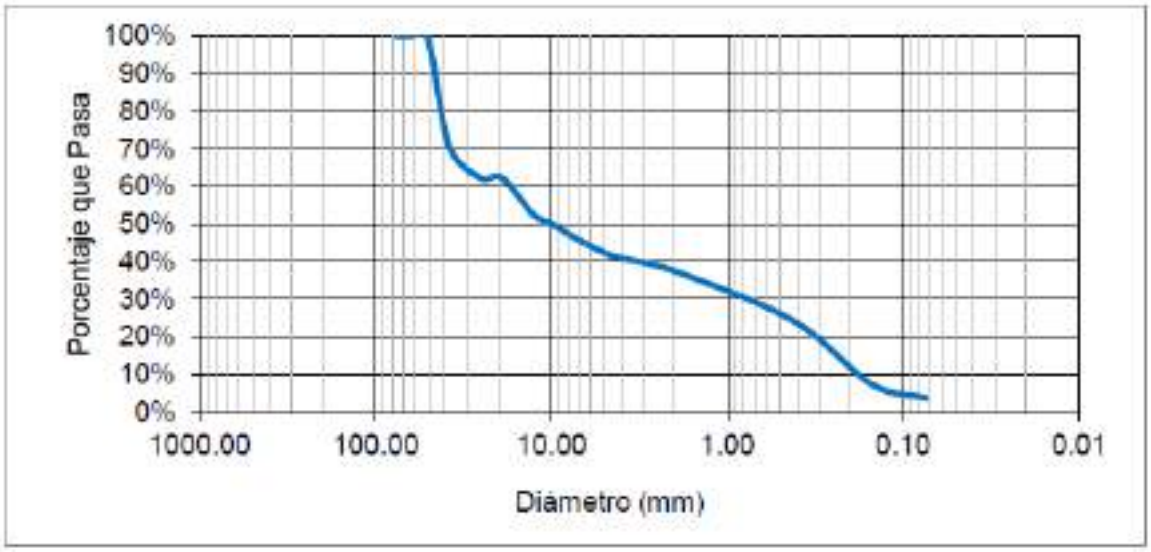


Figura 19. Granulometría del lecho en el eje del cauce.

Para dicha granulometría de lecho, se tiene un D50 de 10mm

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

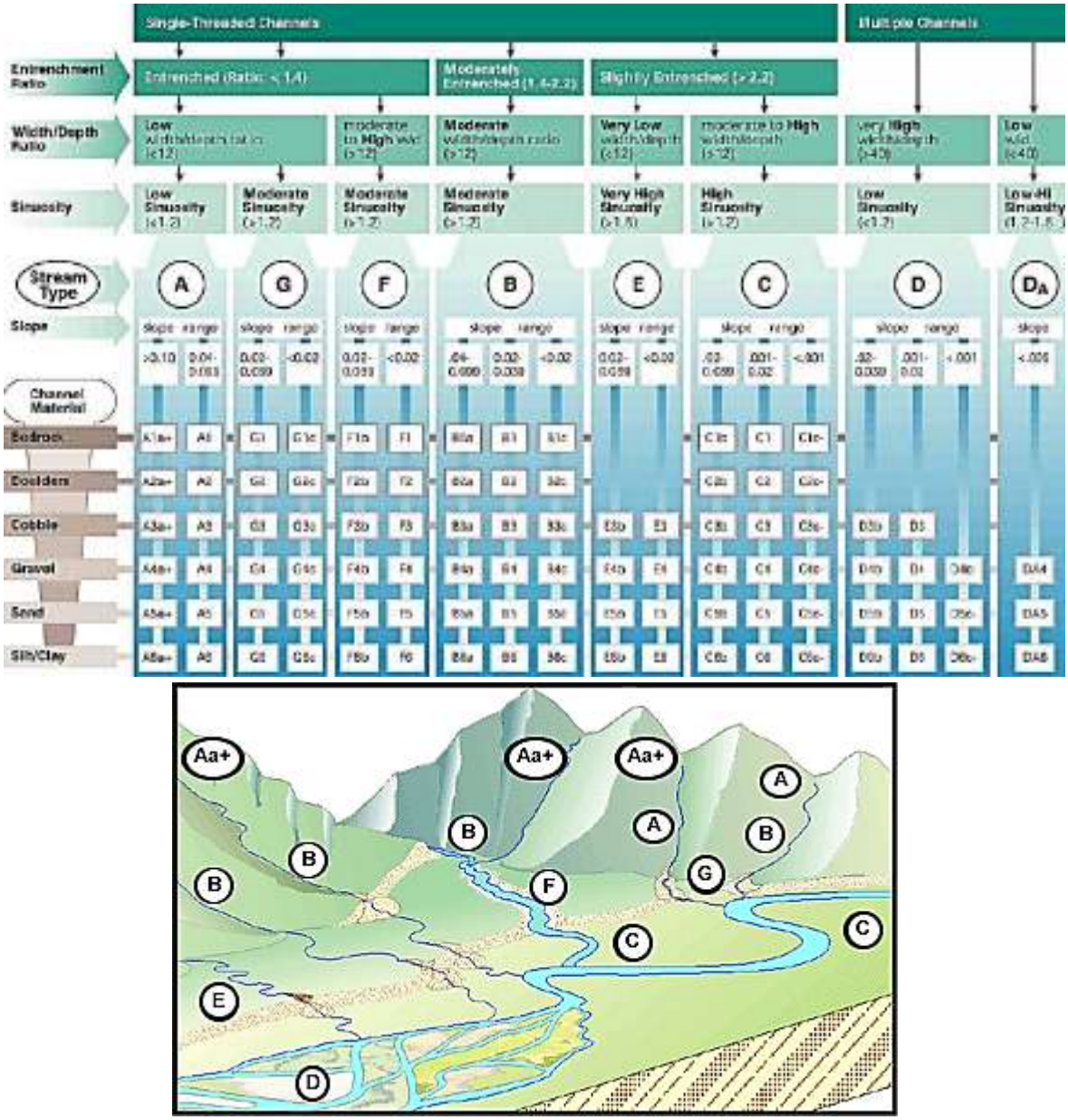


Figura 20. Clasificación general de corrientes según Rosgen. (1994)

Complementariamente a la inspección visual y a los resultados de granulometría del lecho de la Figura 19, se presenta la clasificación del cauce con base en lo anteriormente presentado.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 4. Clasificación de Rosgen

Atrincheramiento	1.4-2.2
Pendiente	2% - 4%
Sinuosidad	<1.2
Relación Ancho / Profundidad	>12
Material Dominante	Grava
Clasificación de Corriente	**B4**

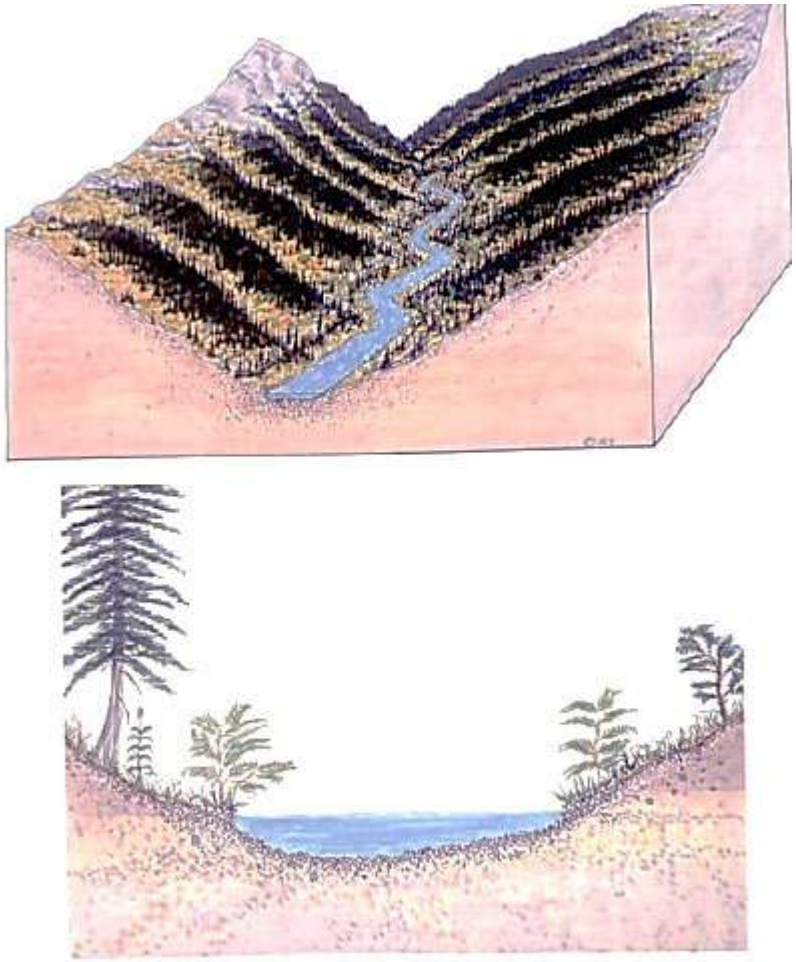


Figura 21. Criterio B4 de clasificación según Rosgen

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

4.3 CONCEPTO DE LA HIDRÁULICA CANALES ABIERTOS

En la determinación de niveles de inundación, se parte del concepto, que las velocidades de flujo a lo largo de una fuente es diferente en toda las partes de la sección transversal, significa que en el plano vertical, en un canal con rugosidad mínima y flujo subcrítico la velocidad es cero en las paredes y crece lentamente dentro de la capa limite donde el flujo es laminar, pasada la capa limite el flujo es turbulento y la distribución de las velocidades es diferente a la que tenía en la capa limite.

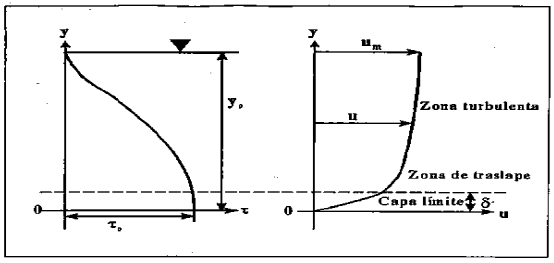


Figura 22. Esfuerzos cortantes y velocidades cerca del fondo en flujo turbulento
Fuente: Ven Te Chow, Hidráulica de canales abiertos

Desde un punto de vista hidráulico, en el terreno se deben observar con un sentido analítico los siguientes aspectos:

- Pendiente del cauce
- Rugosidad del lecho y de sus márgenes a partir del tipo material predominante.
- Uniformidad de las secciones del cauce.
- Presencia de obstrucciones.
- Confluencias o desembocaduras cercanas.
- Altura, densidad y tamaño de la vegetación en el cauce y márgenes.
- Huellas de crecientes máximas en el Talud o zonas aledañas.
- Tipo de flujo predominante y existencia de una sección de control.
- Indicios de socavación si la estructura existe.
- Estabilidad de las márgenes.
- Existencia de estructuras o actividades sobre el río que puedan influir en su comportamiento.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

4.4 ESTIMACIÓN DE LOS NIVELES DE AGUA

4.4.1 Selección del coeficiente de rugosidad

La determinación del coeficiente de rugosidad de Manning es un paso fundamental en el análisis hidráulico, pues a partir de su estimación se determinan las propiedades hidráulicas en el cauce de interés.

La metodología recomendada por el INVIAS para estimar la rugosidad, es el método de Cowan, en el que se establece el coeficiente de rugosidad a partir de las características del cauce

Tabla 5. Valores para el cálculo de rugosidad mediante el método de Cowan
Fuente: Manual de drenajes para carreteras INVIAS

Condiciones del Canal			Valores
Material Involucrado	Tierra	n0	0.020
	Roca		0.025
	Grava Fina		0.024
	Grava Gruesa		0.028
	Arenoso		0.023
Grado de irregularidad de la sección transversal	Ligero	n1	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones en la sección transversal del canal	Gradual	n2	0.000
	Ocasional		0.005
	Frecuente		0.010
	Muy Frecuente		0.015
Efecto relativo de obstáculos	Despreciable	n3	0.000
	Menor		0.010-0.015
	Apreciable		0.020-0.030
	Severo		0.040-0.060
Vegetación	Nula	n4	0.000
	Baja		0.005-0.010
	Media		0.010-0.025

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

	Alta		0.025-0.050
	Muy Alta		0.050-0.1
Grado de sinuosidad	Menor	n5	1.00
	Apreciable		1.15
	Severo		1.30

Para el coeficiente de manning se estimará por el método de Cowan mediante la siguiente ecuación:

$$n : (n0 + n1 + n2 + n3 + n4) * n5$$

Con base en los parámetros del proyecto para la estimación del método de Cowan (1956). se tiene que:

- Material involucrado (n0): Partiendo de la clasificación del cauce (B4) y la clasificación SUCS (ver del lecho del rio, se estima este parámetro como **Grava Fina.**
- Grado de irregularidad (n1): Con base en la clasificación del cauce (B4), los cambios de los perímetros de las secciones transversales (ver anexo 1), se estima este parámetro como **menor.**
- Variaciones de la sección transversal (n2): Teniendo en cuenta la clasificación del cauce (B4) y los cambios entre secciones transversales (ver anexo 1), se estima este parámetro como **ocasional.**
- Efecto relativo de obstáculos (n3): A partir de la inspección en campo y la Tabla 6 y Tabla 7, se considera este parámetro como **menor.**
- Vegetación: Considerando la revisión en calmo y la Tabla 5 y Tabla 6, se opta por este parámetro como **baja.**
- Grado de sinuosidad: Teniendo en cuenta la longitud del cauce en el sector (410m) y la distancia recta entre los puntos de inicio y fin (382.77m) se tiene una sinuosidad aproximada de 1.2, y la clasificación del grado de sinuosidad de la Tabla 6, se establece dicho parámetro como **menor.**

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 6. Valores de n considerados para las características del cauce

Condiciones del canal		**Valores**
n0: Material Involucrado	Grava Fina	0.024
n1: Grado de irregularidad	Menor	0.005
n2: Variaciones de la sección transversal	Ocasional	0.005
n3: Efecto relativo de las obstrucciones	Menor	0.01
n4: Vegetación	Menor	0.005
n5: Grado de sinuosidad	Menor	1
Valor n	**0.049**	

Condiciones de las laderas		**Valores**
n0: Material Involucrado	Grava Fina	0.024
n1: Grado de irregularidad	Menor	0.005
n2: Variaciones de la sección transversal	Ocasional	0.005
n3: Efecto relativo de las obstrucciones	Menor	0.01
n4: Vegetación	Media	0.01
n5: Grado de sinuosidad	Menor	1
Valor n	**0.054**	

De lo anterior, se toma una rugosidad de manning **n=0.049 para el canal y de 0.054 para las bancas**

Empiricamente, Raudkivi (1967). Permite la estimación de la rugosidad de Manning a partir del factor de finura del material del lecho f. y su expresión es la siguiente:

$$n = 0.0225 f^{0.25}$$

Y f depende del tipo de material como se ve a continuación.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 7. Factor f según el tipo de material.

Tipo de suelo	f
Limo fino	0.357
Arena media	1.31
Arena gruesa	1.44-1.56
Grava fina	2
Grava gruesa	3.8
Grava gruesa y cascajo	4.68
Guijarros pequeños y grava fina	6.12
Guijarros medianos y grava fina	9.75
Piedra grande y grava fina	20.9
Rocas grandes	38.6
Roca masiva (D>62.5cm)	36.6

Teniendo dicha ecuación entonces:

$$n = 0.0225(2.0)^{0.25} = \mathbf{0.027}$$

La expresión de Garde y Raju (1978), Subramanya (1982), establece el coeficiente de rugosidad a partir de las características granulométricas del lecho del cauce:

$$n = 0.047 D_{50}^{1/6}$$

Donde:

D50: el diámetro equivalente al 50% de las partículas en la granulometría en metros

$$n = 0.047\left(\frac{10}{1000}\right)^{1/6} = \mathbf{0.022}$$

De manera adicional, se adjunta los valores de rugosidades para corrientes naturales, consignada en Ven te Chow hidráulica de canales abiertos en su tabla 5-6.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

[Modified from Chow (1959, table 5–6), published with permission of McGraw-Hill]

Type of channel and description	Roughness coefficient		
	Minimum	Normal	Maximum
A. Minor streams (top width at flood stage less than 100 ft)			
1. Streams on plain:			
a. Clean, straight, full stage, no rifts or deep pools	0.025	0.030	0.033
b. Same as above, but more stones and weeds	.030	.035	.040
c. Clean, winding, some pools and shoals	.033	.040	.045
d. Same as above, but some weeds and stones	.035	.045	.050
e. Same as above, lower stages more ineffective slopes and sections	.040	.048	.055
f. Same as type d, but more stones	.045	.050	.060
g. Sluggish reaches, weedy, deep pools	.050	.070	.080
h. Very weedy reaches, deep pools or floodways with heavy stand of timber and underbrush	.075	.100	.150
2. Mountain streams, no vegetation in channel, banks usually steep, trees and brush along banks submerged at high stages:			
a. Bottom: gravels, cobbles, and few boulders	.030	.040	.050
b. Bottom: cobbles and large boulders	.040	.050	.070
B. Major streams (top width at flood stage greater than 100 ft). The *n* value is less than that for minor streams of similar description because banks offer less effective resistance			
1. Regular section with no boulders or brush	.025	—	.060
2. Irregular and rough section	.035	—	.100

Figura 23. Rugosidades de Manning para corrientes naturales
Fuente: Ven Te Chow, Hidráulica de canales abiertos

Nota: Partiendo de las condiciones del canal natural y los valores de rugosidad de Manning estimados por los anteriores métodos y los recomendados por Ven te Chow, se opta por la asignación de una rugosidad de ***0.049 para el canal y de 0.054 para las bancas****, como la adecuada para la modelación hidráulica del presente proyecto.*

4.4.2 Análisis hidráulico

El análisis hidráulico busca la determinación del perfil de la superficie del agua para la creciente o tormenta de diseño, información a partir de la cual establece:

1. La Cota de inundación para determinar la altura de la estructura.

2. El impacto aguas arriba o remanso generado por la estructura.

3. Las distribuciones del flujo y la velocidad para la estimación de la socavación potencial y con ello la cota de cimentación de la infraestructura.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

El cálculo del perfil de agua se realiza aplicando el método del paso estándar, considerando las pérdidas por expansión y contracción a través del punto de interés, las cuales se calculan para la condición de bajos caudales (lámina de agua por debajo del punto más alto del canto inferior de la altura de la estructura) y altos caudales (lámina de agua en contacto con el punto más alto del canto inferior de la altura de la estructura).

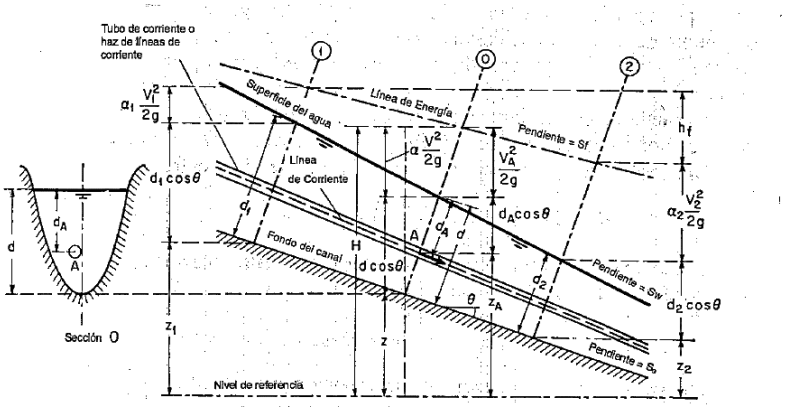


Figura 24. Tramo del canal para deducción de los métodos paso a paso
Fuente: Ven Te Chow, Hidráulica de canales abiertos

4.5 MODELACIÓN HIDRÁULICA EN HEC-RAS

El programa HEC-RAS desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos de América es un sistema integrado de software para análisis hidráulico de redes de canales naturales y artificiales. En su versión 5.0.7, contiene cuatro (4) módulos para el análisis unidimensional de ríos: Uno para el cálculo de perfiles de flujo en régimen permanente, otro para la simulación de flujo no permanente, un tercero para el cálculo de transporte de sedimentos y lecho móvil y un cuarto de calidad de aguas.

Es necesario extraer la información topográfica del levantamiento topográfico realizado en el lote de interés. Para tal efecto se ha utilizado la herramienta AutoCAD Civil 3D. El procedimiento consiste en que por medio de la herramienta Sig se extrae la información al software HEC-RAS, luego de modelar se crea un archivo que permite visualizar el resultado en RAS mapper para sus aislamientos. La herramienta fácilmente hace un bufer con el aislamiento requerido de acuerdo a la norma ambiental vigente.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

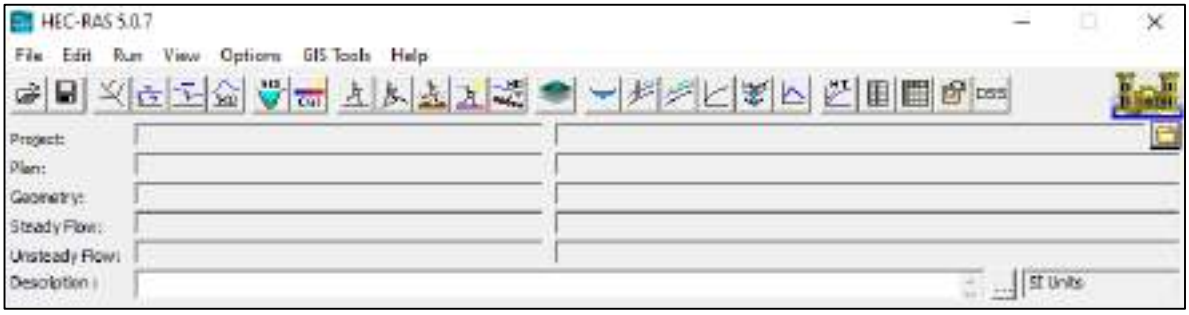


Figura 25. Esquema de presentación de HEC-RAS
Fuente: HEC-RAS

4.5.1 Modelamiento hidráulico para la zona de interés

Teniendo en cuenta que los desarrollos de modelos bidimensionales parten de la magnitud de la topografía y malla o área que se rodee a esta con las condiciones de contorno, se establece que los intervalos de tiempo para la ejecución adecuada de un modelo bidimensional al detalle que se requiere para la proyección de las obras y la magnitud del área topografica de la zona, este resulta ser por debajo de 1s e infortunadamente no logra representar una condición acertada en la inundación del sector. Por tal motivo y considerando que todas las proyecciones del rio de oro y rio frio se emplean de manera unidimensional, se presenta en este caso dicho análisis, el cual arroja profundidades coherentes.

La modelación hidráulica del área de interés, parte de la topología o geometría de la superficie del sector. Dicha geometría corresponde a la planta, perfil y secciones transversales de la superficie levantada y posteriormente a su respuesta hidráulica, la superficie con las obras proyectadas en AutoCAD Civil 3D la cual se exporta e implementa en HEC-RAS como se presenta a continuación:

Con las secciones transversales levantadas en AutoCAD Civil 3D y el caudal estimado en la fase hidrológica, se procede al desarrollo de un modelo computacional en el software HEC-RAS.

La modelación se desarrolla para dos tipos de superficie, la natural, y la del canal proyectado; esto con el propósito de evaluar el comportamiento del antes y el después del flujo en la tormenta de diseño estimada.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

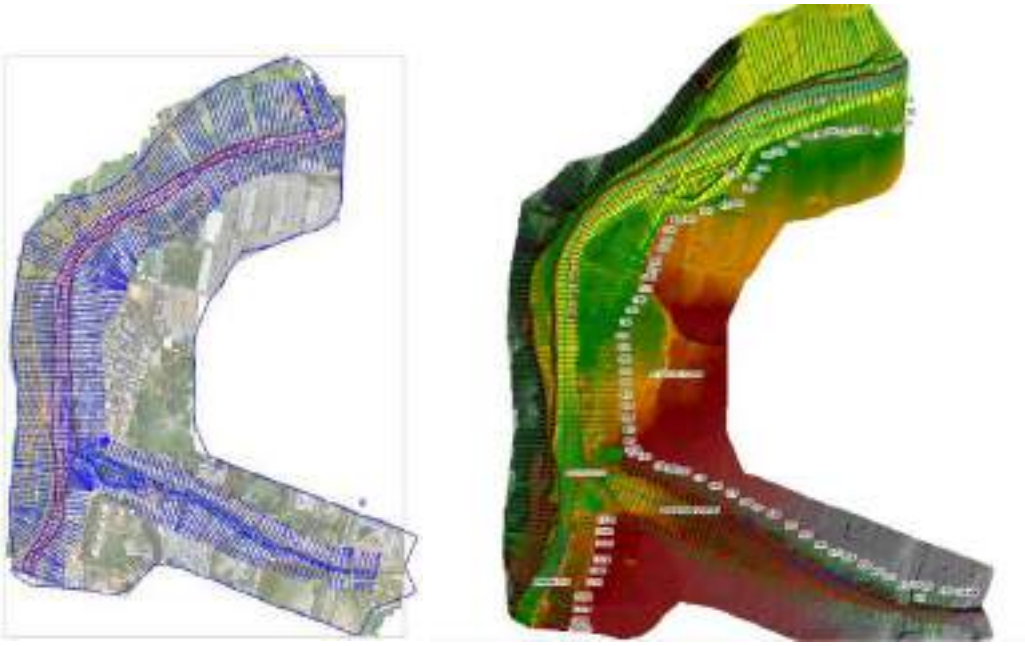
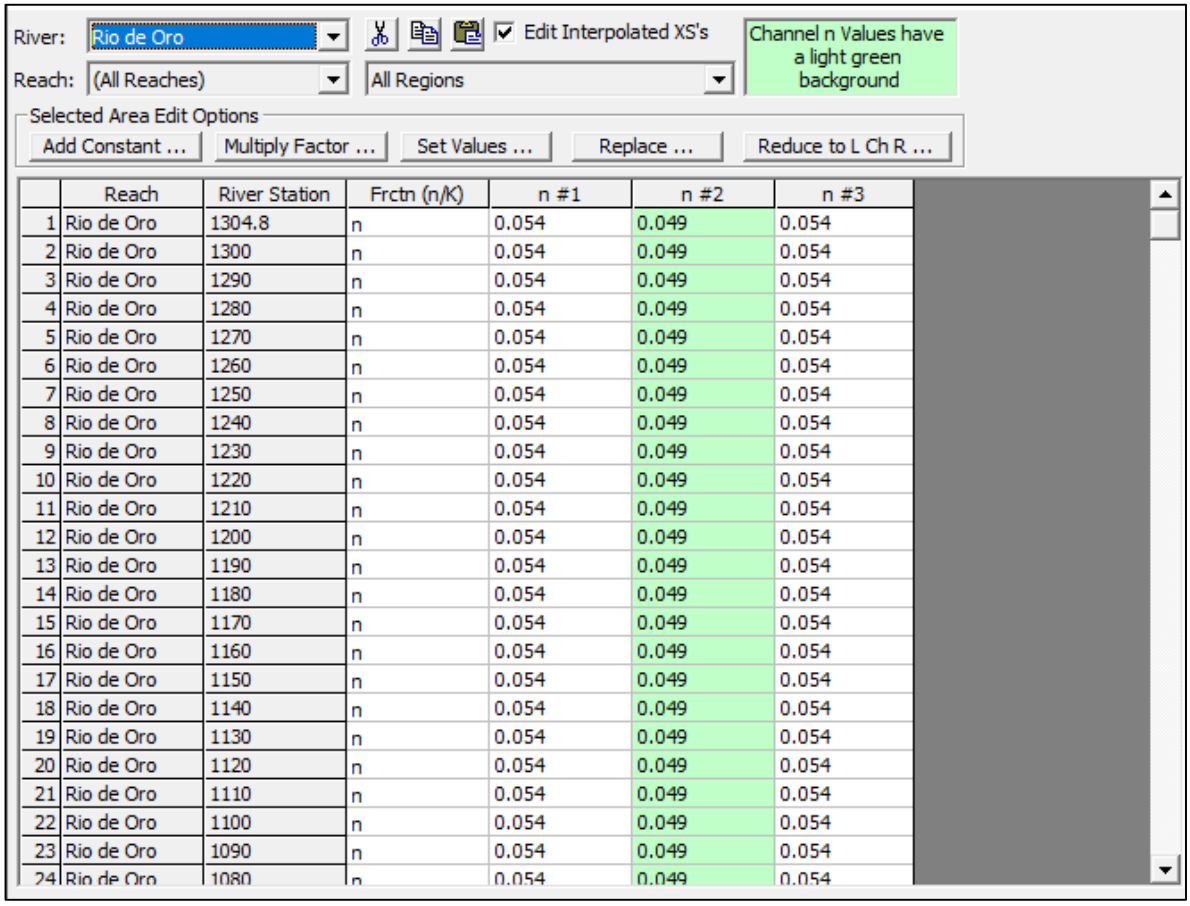


Figura 26. Planta de geometría AutoCAD civil 3D y HEC-RAS

Posteriormente a la creación de la geometría, se verifica sus bancas, distancias entre secciones y se asigna la rugosidad correspondiente.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



	Reach	River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3
1	Rio de Oro	1304.8	n	0.054	0.049	0.054
2	Rio de Oro	1300	n	0.054	0.049	0.054
3	Rio de Oro	1290	n	0.054	0.049	0.054
4	Rio de Oro	1280	n	0.054	0.049	0.054
5	Rio de Oro	1270	n	0.054	0.049	0.054
6	Rio de Oro	1260	n	0.054	0.049	0.054
7	Rio de Oro	1250	n	0.054	0.049	0.054
8	Rio de Oro	1240	n	0.054	0.049	0.054
9	Rio de Oro	1230	n	0.054	0.049	0.054
10	Rio de Oro	1220	n	0.054	0.049	0.054
11	Rio de Oro	1210	n	0.054	0.049	0.054
12	Rio de Oro	1200	n	0.054	0.049	0.054
13	Rio de Oro	1190	n	0.054	0.049	0.054
14	Rio de Oro	1180	n	0.054	0.049	0.054
15	Rio de Oro	1170	n	0.054	0.049	0.054
16	Rio de Oro	1160	n	0.054	0.049	0.054
17	Rio de Oro	1150	n	0.054	0.049	0.054
18	Rio de Oro	1140	n	0.054	0.049	0.054
19	Rio de Oro	1130	n	0.054	0.049	0.054
20	Rio de Oro	1120	n	0.054	0.049	0.054
21	Rio de Oro	1110	n	0.054	0.049	0.054
22	Rio de Oro	1100	n	0.054	0.049	0.054
23	Rio de Oro	1090	n	0.054	0.049	0.054
24	Rio de Oro	1080	n	0.054	0.049	0.054

Figura 27. Coeficiente de Manning para las secciones del modelo hidráulico

Culminada la geometría del modelo, es necesaria la incorporación de la masa (caudales para diferentes probabilidades) y las condiciones de borde o contorno para el desarrollo de la modelación.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

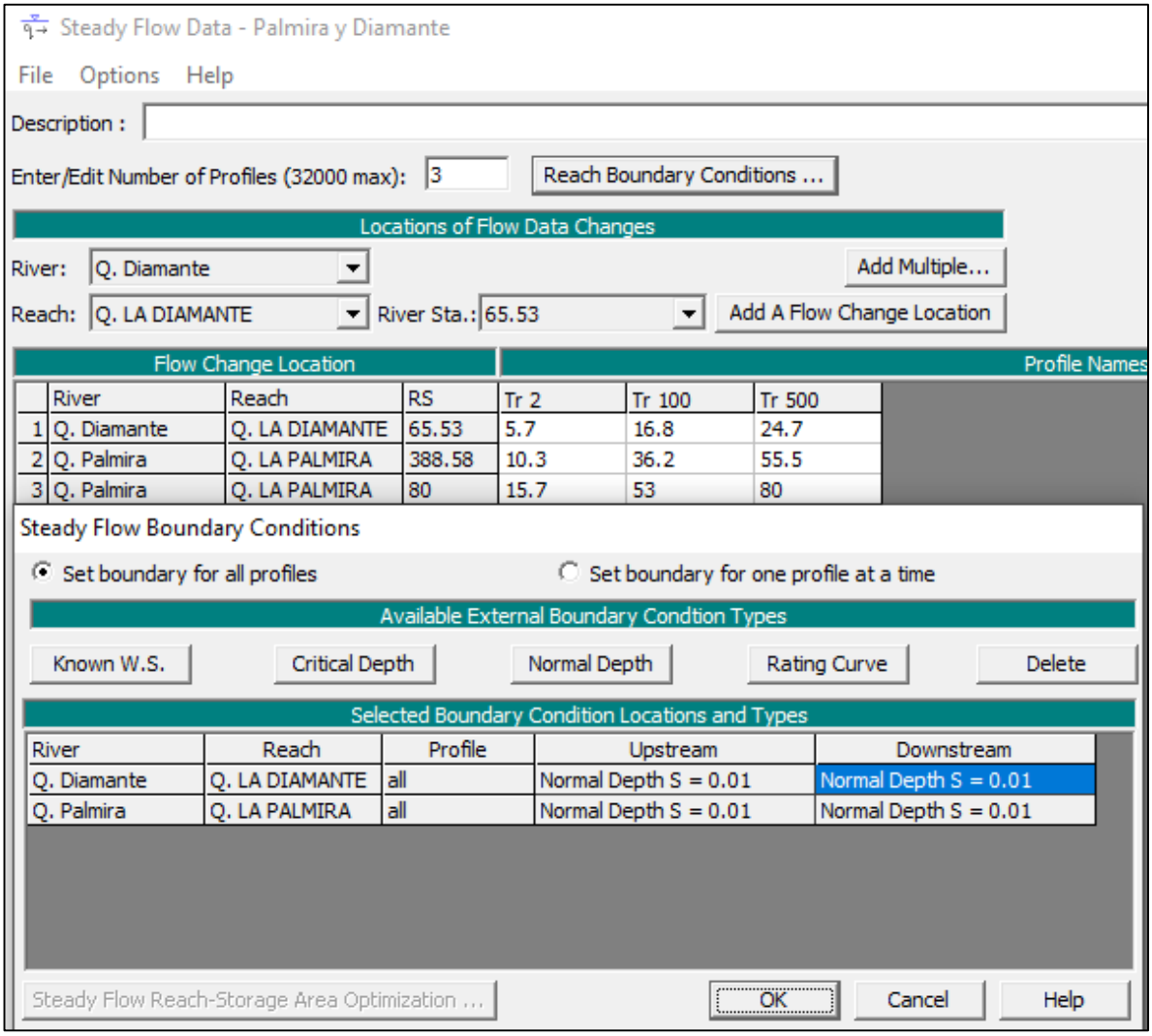


Figura 28. Caudales y condiciones de contorno para el modelo hidráulico

Posteriormente, se ejecuta el modelo y los resultados se presentan a continuación:

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

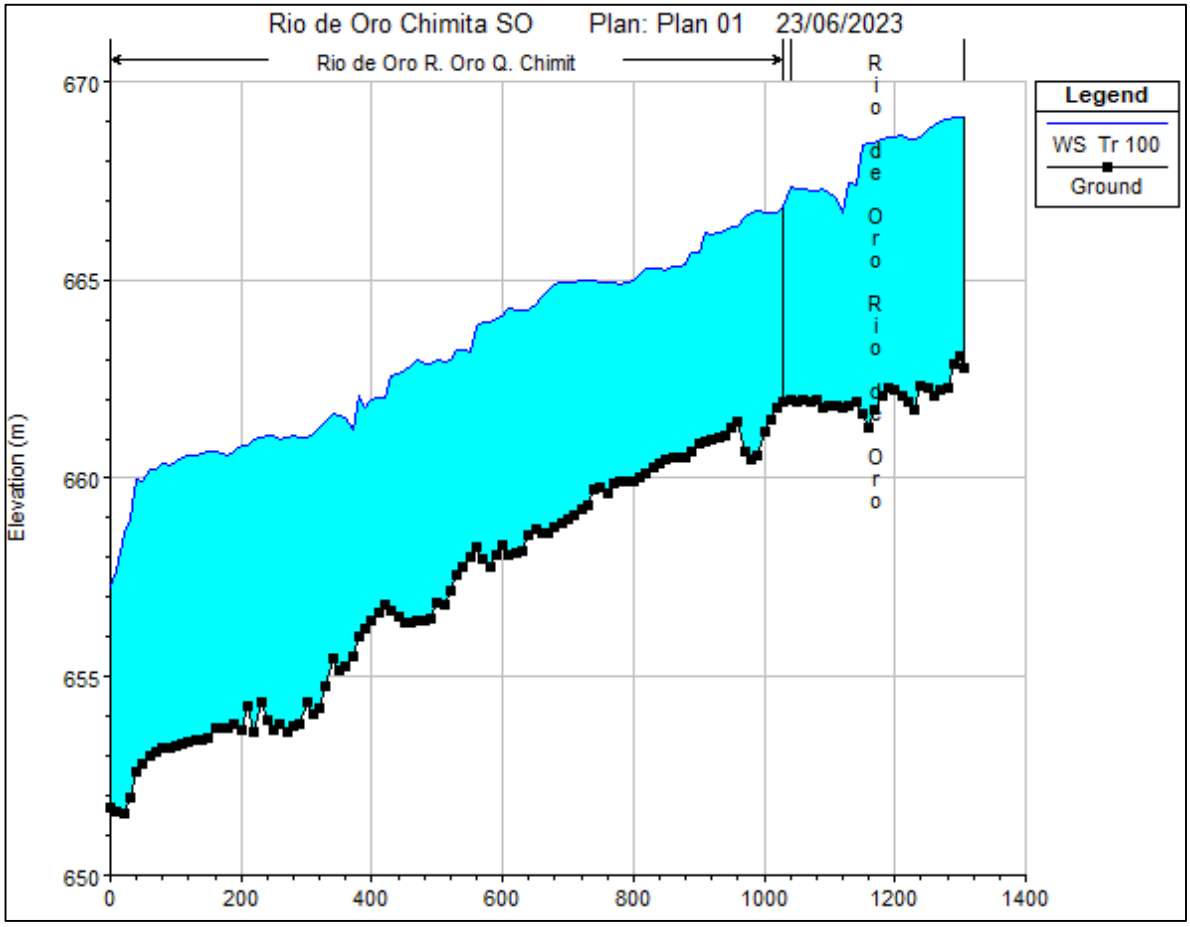


Figura 29. Perfil de inundación

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tr 100 Tr 50



Figura 30. Inundación sin obras del proyecto de interés

4.6 SOCAVACIÓN

Para el estudio de socavación se seguirán las indicaciones consideradas por el Instituto Nacional de Vías para tal fin.

La profundidad de socavación, ya sea de tipo general o local, necesariamente está asociada a la creciente que pasa por la sección hidráulica. El caudal de creciente mínimo de diseño que debe ser considerado en cualquier análisis de socavación debe corresponder al de un periodo de retorno de 100 años. (INVIAS 2011).

Para el punto a tratar en este estudio consideramos la Socavación general, que es a la que se hace referencia en el instituto nacional de Vías, tiene que ver con el descenso generalizado de lecho de la corriente durante el paso de la creciente de un periodo de retorno de 100 años y que se sucede en tramos rectos; en una contracción ya sea de tipo natural o motivada por una obra (estribos, puentes, espigones, etc.) y en los tramos de curvas en los ríos.

Para calcular la socavación general se requiere la siguiente información:

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- Sección transversal del cauce del sitio a salvar por la estructura, indicando el nivel del agua para el caudal de diseño asociado a periodo de retorno.

- Caudal de diseño asociado a su periodo de retorno.

- Características físicas del material del fondo inicial y de los diferentes estratos del subsuelo que puedan ser descubiertos y erosionados durante el paso de la creciente seleccionada. Los datos más importantes son la densidad y la granulometría de suelos no cohesivos y el peso volumétrico seco de los materiales cohesivos.

Existen muchos métodos para evaluar la socavación general, siendo el más utilizado en el medio colombiano el propuesto por Lischtvan - Lebediev. Asimismo, se emplean otros métodos como el de Maza Álvarez, Maza Álvarez - Echavarría Alfaro y el de Blench, entre otros.

En este estudio, por el amplio rango de aplicación, se ahondará en el método de Lischtvan – Lebediev.

Método de Lischtvan – Lebediev

Es el método de mayor aplicación para determinar la socavación general en el lecho de una corriente y también se puede emplear para estimar la socavación por contracción en el caso que se vaya a proyectar un puente, por lo cual el efecto de la contracción no debe adicionarse a los valores de socavación obtenidos. El criterio propuesto por Lischtvan – Lebediev se basa en la obtención de la condición de equilibrio entre la velocidad media real del flujo y la velocidad media máxima necesaria para no erosionar el material del fondo; la profundidad de socavación en cualquier punto de la sección transversal se obtiene al igualar las ecuaciones de la velocidad real y la velocidad erosiva. Dependiendo del material que conforma el lecho del río, que podría corresponder a suelos de tipo granular o cohesivos, para cada caso se propone una ecuación que permite hallar la profundidad de socavación.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

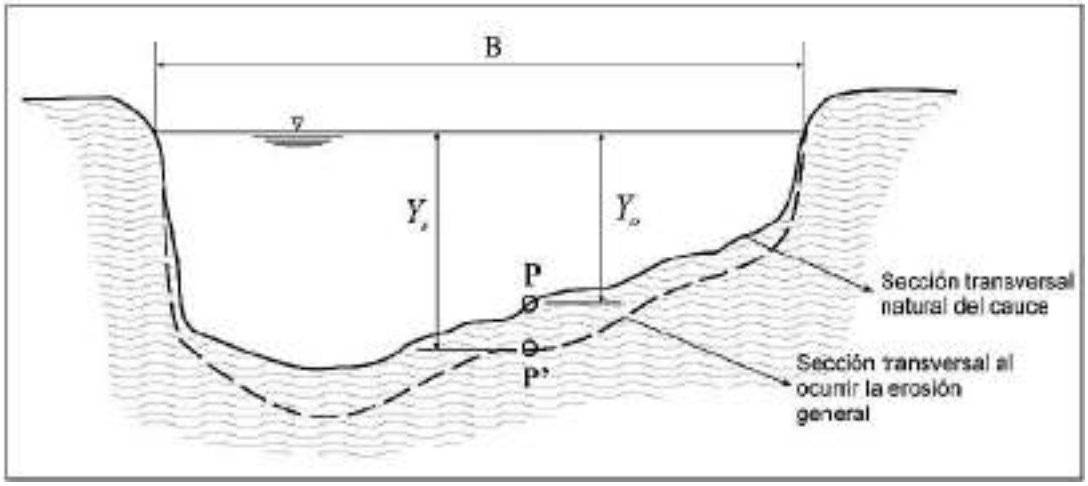


Figura 31. Variables tenidas en cuenta en la socavación.
Fuente: Manual de drenajes para carreteras INVIAS

- **Suelos granulares**

$$Y_s = \left(\frac{\alpha {Y_0}^{5/3}}{0.68\beta\mu\phi {d_m}^{0.28}}\right)^{\frac{1}{1+Z}}$$

Dónde:

Ys: profundidad del flujo después de ocurrida la socavación. Se mide desde el nivel del agua cuando pasa la creciente hasta el nivel del fondo del cauce erosionado, en metros (m).

Yo: profundidad inicial existente en una línea vertical predeterminada en la sección medida desde el nivel del agua pasa la creciente, hasta el nivel del cauce antes del proceso de socavación, en metros (m)

α: Coeficiente de sección, definido como:

$$\alpha = \frac{Q_d}{{Y_m}^{5/3} B_e}$$

Qd: caudal de diseño asociado al periodo de retorno, en metros cúbicos por segundo (m3/s)

Ym: profundidad media, en metros (m), definida como:

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

$$Y_m = \frac{A}{B_e}$$

A: Área hidráulica, en metros cuadrados (m2)

B: ancho efectivo de la superficie del agua en la sección transversal, en metros (m). Del ancho total se debe descontar el ancho de las pilas cuando el ángulo de incidencia de la corriente con respecto al eje de la pila es 0. En caso de que la corriente forme un ángulo con las pilas, este valor se debe ajustar

β: coeficiente de frecuencia. Este coeficiente toma en cuenta el periodo de retorno comprendido entre 15 y 1500 años. Para obtener su valor se propone la siguiente expresión:

$$\beta = 0.7929 + 0.0973 * \ln T$$

μ: coeficiente de contracción. Este valor se toma de la Tabla 8**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** como una función de la velocidad media del flujo y de la distancia libre entre pilas cuando hay un puente.

ϕ: coeficiente de corrección por el efecto de la densidad del agua durante la creciente. Para agua clara (clear wáter) este valor es igual a 1.0. Si la creciente transporta sedimentos en suspensión (lived-bed), este coeficiente se calcula como:

$$\phi = -0.54 + 1.5143\gamma_{as}$$

γas: peso específico del agua, más sedimento en toneladas por metro cubico (T/m3)

dm: diámetro medio de las partículas del material granular, en milímetros, (mm). Se calcula como:

$$d_m = 0.01 \sum d_i P_i$$

di: diámetro en milímetros (mm) de una fracción de la curva granulométrica del material.

Pi: peso de esa fracción expresado en porcentaje con respecto al total de la muestra (porcentaje retenido).

Z: exponente variable que depende del diámetro medio de las partículas del material granular.

$$Z = 0.394557 - 0.0413 \log d_m - 0.00891 \log dm^2$$

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 8. Corrección por contracción.
Fuente: Manual de drenaje para carreteras INVIAS

V (m/s)	LONGITUD LIBRE ENTRE DOS PILAS O ESTRIBOS (m)												
	10	13	16	18	21	25	30	42	52	63	106	124	200
<1.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.0	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.5	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
2.0	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
2.5	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
3.0	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
3.5	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
≥ 4.0	0.86	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99

- Suelos cohesivos

$$Y_s = \left(\frac{\alpha {Y_0}^{5/3}}{0.6\beta\mu\phi {\gamma_d}^{1.18}} \right)^{\frac{1}{1+X}}$$

Dónde:

Ys, Yo, α, β, μ, ϕ se definen igual que para suelos granulares

γd: Peso volumétrico seco del material cohesivo, en toneladas por metro cúbico (T/m3).

X: Exponente variable que depende del peso volumétrico seco del material cohesivo.

$$X = 0.892619 - 0.58073\gamma_d + 0.136275\gamma_d^2$$

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Socavación en Curva Método de Maza

La socavación en las curvas es un fenómeno muy difícil de analizar, en razón de los flujos secundarios y la gradación de los sedimentos. Ni el nivel de agua ni la profundidad del cauce son constantes a lo largo de la curva y ambos son difíciles de predecir. La superficie del agua aumenta hacia el extradós de la curva y el cauce tiende a profundizarse por acción de los flujos secundarios. No existe una teoría para analizar con precisión el fenómeno de socavación en una curva. Según Maza la socavación en el extradós de una curva puede ser hasta tres veces mayor que en un tramo recto y propone la siguiente relación:

$$Y_{s\ Curva} = KY_{s\ Recto}$$

Dónde:

K: depende del radio de curvatura r y el ancho del cauce w, ver la siguiente tabla:

Tabla 9. Valores de k para cálculo de socavaciones en curva

W/r	Coeficiente k
0.5	3.0
0.33	2.57
0.25	2.20
0.20	1.84
0.16	1.48
0	1.27

Cálculo de socavación para las secciones de interés

Se calculará la socavación para una vertical teniendo en cuenta la geometría los resultados hidráulicos de las secciones del proyecto consignadas en la Tabla 9 y la granulometría en la Figura 32, tomando un vertical, Con la mayor profundidad de flujo encontrada en el lecho.
Los valores considerados se toman del diseño hidráulico generado por el modelo HEC-RAS para las secciones de interés con los datos de salida obtenidos.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanco – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

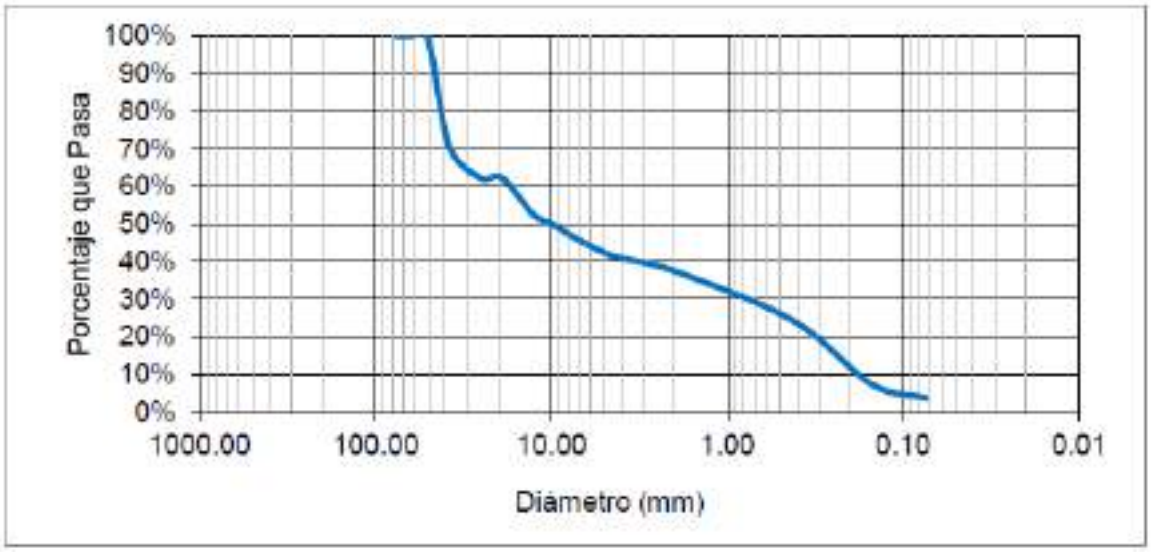


Figura 32. Granulometría del lecho del cauce
Fuente: Estudio geotécnico para el proyecto.

Con base en lo anterior, se tiene que el d50 del lecho en el sector corresponde a **10.0mm**

Tabla 10. Resultados de HEC-RAS para las secciones de interés

Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Q Total (m3/s)	Vel Total (m/s)
Rio de Oro	1304.8	Tr 100	669.12	662.76	6.36	409.41	103.91	1102.9	2.69
Rio de Oro	1300	Tr 100	669.11	663.08	6.39	406.42	104.97	1102.9	2.71
Rio de Oro	1290	Tr 100	669.09	662.89	6.38	413.3	100.49	1102.9	2.67
Rio de Oro	1280	Tr 100	669.04	662.27	6.77	408.86	96.56	1102.9	2.7
Rio de Oro	1270	Tr 100	669.02	662.24	6.77	411.94	97.44	1102.9	2.68
Rio de Oro	1260	Tr 100	668.88	662.09	6.79	382.61	101.27	1102.9	2.88
Rio de Oro	1250	Tr 100	668.8	662.28	6.52	380.04	127.41	1102.9	2.9
Rio de Oro	1240	Tr 100	668.61	662.33	6.28	350.74	128.02	1102.9	3.14
Rio de Oro	1230	Tr 100	668.54	661.73	6.81	349.85	123.6	1102.9	3.15
Rio de Oro	1220	Tr 100	668.54	661.92	6.62	358.23	119.41	1102.9	3.08
Rio de Oro	1210	Tr 100	668.63	662.09	6.55	411.04	127.65	1102.9	2.68
Rio de Oro	1200	Tr 100	668.62	662.25	6.37	421.5	130.08	1102.9	2.62
Rio de Oro	1190	Tr 100	668.59	662.29	6.31	420.45	128.44	1102.9	2.62
Rio de Oro	1180	Tr 100	668.54	662.07	6.47	410.71	126.9	1102.9	2.69
Rio de Oro	1170	Tr 100	668.45	661.71	6.74	396.45	126.32	1102.9	2.78
Rio de Oro	1160	Tr 100	668.43	661.3	7.13	397.01	123.66	1102.9	2.78
Rio de Oro	1150	Tr 100	668.39	661.63	6.76	387.5	116.55	1102.9	2.85
Rio de Oro	1140	Tr 100	667.41	661.92	5.5	250.28	92.6	1102.9	4.41
Rio de Oro	1130	Tr 100	667.45	661.81	5.64	264.03	93.51	1102.9	4.18

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Q Total (m3/s)	Vel Total (m/s)
Rio de Oro	1120	Tr 100	666.7	661.79	4.91	221.35	92.19	1102.9	4.98
Rio de Oro	1110	Tr 100	667.02	661.82	5.2	273.31	99.57	1102.9	4.04
Rio de Oro	1100	Tr 100	667.2	661.81	5.39	325.9	103.97	1102.9	3.38
Rio de Oro	1090	Tr 100	667.28	661.76	5.52	361.71	102.43	1102.9	3.05
Rio de Oro	1080	Tr 100	667.25	661.98	5.27	363.62	100.5	1102.9	3.03
Rio de Oro	1070	Tr 100	667.25	661.92	5.33	379.48	104.32	1102.9	2.91
Rio de Oro	1060	Tr 100	667.28	662	5.28	414.09	109.85	1102.9	2.66
Rio de Oro	1050	Tr 100	667.3	661.94	5.37	448.39	119.67	1102.9	2.46
Rio de Oro	1040	Tr 100	667.32	661.96	5.37	484.41	124.88	1102.9	2.28
R. Oro Q. Chimit	1030	Tr 100	666.83	661.95	4.88	350.08	123.76	1159.2	3.31
R. Oro Q. Chimit	1020	Tr 100	666.69	661.78	4.91	334.5	123.19	1159.2	3.47
R. Oro Q. Chimit	1010	Tr 100	666.71	661.47	5.25	354.46	122.54	1159.2	3.27
R. Oro Q. Chimit	1000	Tr 100	666.72	661.2	5.57	372.91	121.58	1159.2	3.11
R. Oro Q. Chimit	990	Tr 100	666.73	660.58	6.15	395.2	127.52	1159.2	2.93
R. Oro Q. Chimit	980	Tr 100	666.68	660.48	6.2	393.5	127.49	1159.2	2.95
R. Oro Q. Chimit	970	Tr 100	666.61	660.7	5.91	387.2	128.22	1159.2	2.99
R. Oro Q. Chimit	960	Tr 100	666.34	661.44	4.9	339.45	125.72	1159.2	3.41
R. Oro Q. Chimit	950	Tr 100	666.32	661.3	5.02	351.17	125.14	1159.2	3.3
R. Oro Q. Chimit	940	Tr 100	666.25	661.06	5.19	350.58	124.01	1159.2	3.31
R. Oro Q. Chimit	930	Tr 100	666.21	661.01	5.2	359.1	126.03	1159.2	3.23
R. Oro Q. Chimit	920	Tr 100	666.15	660.98	5.17	355.84	125	1159.2	3.26
R. Oro Q. Chimit	910	Tr 100	666.17	660.94	5.22	380.01	125.63	1159.2	3.05
R. Oro Q. Chimit	900	Tr 100	665.69	660.86	4.83	307.72	127.15	1159.2	3.77
R. Oro Q. Chimit	890	Tr 100	665.7	660.69	5	327.77	125.8	1159.2	3.54
R. Oro Q. Chimit	880	Tr 100	665.41	660.52	4.88	302.35	126.62	1159.2	3.83
R. Oro Q. Chimit	870	Tr 100	665.32	660.55	4.77	321.09	129.89	1159.2	3.61
R. Oro Q. Chimit	860	Tr 100	665.32	660.52	4.8	338.97	133.68	1159.2	3.42

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Q Total (m3/s)	Vel Total (m/s)
R. Oro Q. Chimit	850	Tr 100	665.26	660.49	4.77	339.74	134.97	1159.2	3.41
R. Oro Q. Chimit	840	Tr 100	665.29	660.4	4.89	364.09	136.79	1159.2	3.18
R. Oro Q. Chimit	830	Tr 100	665.29	660.26	5.03	381.27	137.72	1159.2	3.04
R. Oro Q. Chimit	820	Tr 100	665.27	660.12	5.15	392.57	137.11	1159.2	2.95
R. Oro Q. Chimit	810	Tr 100	665.15	660	5.15	376.98	136.93	1159.2	3.07
R. Oro Q. Chimit	800	Tr 100	665	659.91	5.09	356.44	134.3	1159.2	3.25
R. Oro Q. Chimit	790	Tr 100	664.96	659.92	5.04	364.37	141.52	1159.2	3.18
R. Oro Q. Chimit	780	Tr 100	664.9	659.93	4.96	365.95	143.51	1159.2	3.17
R. Oro Q. Chimit	770	Tr 100	664.94	659.87	5.07	402.89	148.86	1159.2	2.88
R. Oro Q. Chimit	760	Tr 100	664.93	659.65	5.29	422.74	160.63	1159.2	2.74
R. Oro Q. Chimit	750	Tr 100	664.96	659.75	5.21	461.34	166.97	1159.2	2.51
R. Oro Q. Chimit	740	Tr 100	664.99	659.73	5.26	510.47	173.67	1159.2	2.27
R. Oro Q. Chimit	730	Tr 100	664.99	659.34	5.65	536.63	178.7	1159.2	2.16
R. Oro Q. Chimit	720	Tr 100	664.97	659.21	5.75	542.32	182.92	1159.2	2.14
R. Oro Q. Chimit	710	Tr 100	664.95	659.09	5.86	552.73	182.8	1159.2	2.1
R. Oro Q. Chimit	700	Tr 100	664.94	658.99	5.96	566.2	182.39	1159.2	2.05
R. Oro Q. Chimit	690	Tr 100	664.93	658.88	6.06	580.77	182.22	1159.2	2
R. Oro Q. Chimit	680	Tr 100	664.88	658.76	6.12	560.65	176.61	1159.2	2.07
R. Oro Q. Chimit	670	Tr 100	664.73	658.64	6.09	486.18	163.23	1159.2	2.38
R. Oro Q. Chimit	660	Tr 100	664.59	658.62	5.97	443.55	158.75	1159.2	2.61
R. Oro Q. Chimit	650	Tr 100	664.38	658.71	5.68	396.46	154.77	1159.2	2.92
R. Oro Q. Chimit	640	Tr 100	664.24	658.59	5.65	373.1	151.61	1159.2	3.11

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Q Total (m3/s)	Vel Total (m/s)
R. Oro Q. Chimit	630	Tr 100	664.25	658.18	6.07	401.56	151.86	1159.2	2.89
R. Oro Q. Chimit	620	Tr 100	664.25	658.14	6.11	415.05	149.26	1159.2	2.79
R. Oro Q. Chimit	610	Tr 100	664.27	658.09	6.18	441.44	153.85	1159.2	2.63
R. Oro Q. Chimit	600	Tr 100	664.07	658.31	5.76	391.01	145.6	1159.2	2.96
R. Oro Q. Chimit	590	Tr 100	664.04	658.05	5.99	396.68	143.01	1159.2	2.92
R. Oro Q. Chimit	580	Tr 100	663.93	657.79	6.14	384.17	142.38	1159.2	3.02
R. Oro Q. Chimit	570	Tr 100	663.93	657.96	5.97	401.83	141.26	1159.2	2.88
R. Oro Q. Chimit	560	Tr 100	663.86	658.25	5.6	395.06	138.86	1159.2	2.93
R. Oro Q. Chimit	550	Tr 100	663.19	658.03	5.16	300.85	127.23	1159.2	3.85
R. Oro Q. Chimit	540	Tr 100	663.23	657.75	5.49	318.97	123.02	1159.2	3.63
R. Oro Q. Chimit	530	Tr 100	663.22	657.56	5.65	328.48	121.12	1159.2	3.53
R. Oro Q. Chimit	520	Tr 100	662.96	657.14	5.82	307.89	120.89	1159.2	3.76
R. Oro Q. Chimit	510	Tr 100	662.92	656.8	6.12	322.58	120.38	1159.2	3.59
R. Oro Q. Chimit	500	Tr 100	662.98	656.85	6.13	346.99	117.74	1159.2	3.34
R. Oro Q. Chimit	490	Tr 100	662.88	656.47	6.41	336.68	112.64	1159.2	3.44
R. Oro Q. Chimit	480	Tr 100	662.9	656.44	6.46	356.77	108.84	1159.2	3.25
R. Oro Q. Chimit	470	Tr 100	662.97	656.41	6.56	396.83	111.61	1159.2	2.92
R. Oro Q. Chimit	460	Tr 100	662.85	656.36	6.49	380.9	115	1159.2	3.04
R. Oro Q. Chimit	450	Tr 100	662.72	656.36	6.36	370.09	119.04	1159.2	3.13
R. Oro Q. Chimit	440	Tr 100	662.63	656.52	6.11	364	121.55	1159.2	3.18
R. Oro Q. Chimit	430	Tr 100	662.59	656.68	5.91	364.15	120.98	1159.2	3.18
R. Oro Q. Chimit	420	Tr 100	662.04	656.83	5.21	292.3	117.91	1159.2	3.97

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Q Total (m3/s)	Vel Total (m/s)
R. Oro Q. Chimit	410	Tr 100	662.05	656.59	5.46	315.05	123.64	1159.2	3.68
R. Oro Q. Chimit	400	Tr 100	661.99	656.4	5.58	319.68	129.97	1159.2	3.63
R. Oro Q. Chimit	390	Tr 100	661.8	656.22	5.58	309.03	132.35	1159.2	3.75
R. Oro Q. Chimit	380	Tr 100	662.07	656	6.06	384.01	131.69	1159.2	3.02
R. Oro Q. Chimit	370	Tr 100	661.22	655.52	5.69	256.3	80.8	1159.2	4.52
R. Oro Q. Chimit	360	Tr 100	661.53	655.25	6.29	339.05	106.13	1159.2	3.42
R. Oro Q. Chimit	350	Tr 100	661.6	655.14	6.45	377.05	115.58	1159.2	3.07
R. Oro Q. Chimit	340	Tr 100	661.62	655.47	6.15	392.79	108.21	1159.2	2.95
R. Oro Q. Chimit	330	Tr 100	661.45	654.74	6.71	375.46	121.75	1159.2	3.09
R. Oro Q. Chimit	320	Tr 100	661.3	654.19	7.11	348.97	118.21	1159.2	3.32
R. Oro Q. Chimit	310	Tr 100	661.13	654.06	7.07	322.87	97.52	1159.2	3.59
R. Oro Q. Chimit	300	Tr 100	661.04	654.38	6.67	312.9	90.76	1159.2	3.7
R. Oro Q. Chimit	290	Tr 100	661.05	653.83	7.22	330.02	101.01	1159.2	3.51
R. Oro Q. Chimit	280	Tr 100	661.07	653.77	7.31	347.99	108.09	1159.2	3.33
R. Oro Q. Chimit	270	Tr 100	661.04	653.6	7.43	361.04	125.23	1159.2	3.21
R. Oro Q. Chimit	260	Tr 100	660.97	653.8	7.17	359.4	138.98	1159.2	3.23
R. Oro Q. Chimit	250	Tr 100	661.07	653.68	7.39	434.64	178.7	1159.2	2.67
R. Oro Q. Chimit	240	Tr 100	661.07	653.89	7.19	451.54	192.65	1159.2	2.57
R. Oro Q. Chimit	230	Tr 100	661.03	654.35	6.68	446.36	193.34	1159.2	2.6
R. Oro Q. Chimit	220	Tr 100	661	653.61	7.39	456.81	191.78	1159.2	2.54
R. Oro Q. Chimit	210	Tr 100	660.83	654.28	6.55	420.36	189.26	1159.2	2.76
R. Oro Q. Chimit	200	Tr 100	660.82	653.68	7.14	429.79	184.47	1159.2	2.7

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Q Total (m3/s)	Vel Total (m/s)
R. Oro Q. Chimit	190	Tr 100	660.68	653.8	6.89	403.91	180.18	1159.2	2.87
R. Oro Q. Chimit	180	Tr 100	660.57	653.69	6.87	382.21	161.39	1159.2	3.03
R. Oro Q. Chimit	170	Tr 100	660.62	653.69	6.92	413.42	160.79	1159.2	2.8
R. Oro Q. Chimit	160	Tr 100	660.66	653.69	6.97	442.16	166.09	1159.2	2.62
R. Oro Q. Chimit	150	Tr 100	660.67	653.45	7.22	461.03	167.82	1159.2	2.51
R. Oro Q. Chimit	140	Tr 100	660.6	653.42	7.19	452.32	167.45	1159.2	2.56
R. Oro Q. Chimit	130	Tr 100	660.59	653.42	7.17	459.6	167.06	1159.2	2.52
R. Oro Q. Chimit	120	Tr 100	660.57	653.36	7.21	461.67	166.03	1159.2	2.51
R. Oro Q. Chimit	110	Tr 100	660.54	653.3	7.23	458.98	158.55	1159.2	2.53
R. Oro Q. Chimit	100	Tr 100	660.41	653.28	7.13	429.44	155.3	1159.2	2.7
R. Oro Q. Chimit	90	Tr 100	660.35	653.22	7.12	424.33	150.92	1159.2	2.73
R. Oro Q. Chimit	80	Tr 100	660.38	653.23	7.15	448.78	147.52	1159.2	2.58
R. Oro Q. Chimit	70	Tr 100	660.22	653.13	7.09	418.05	147.73	1159.2	2.77
R. Oro Q. Chimit	60	Tr 100	660.2	653.02	7.19	422.9	146.54	1159.2	2.74
R. Oro Q. Chimit	50	Tr 100	659.91	652.79	7.12	371.09	144.44	1159.2	3.12
R. Oro Q. Chimit	40	Tr 100	659.97	652.61	7.35	400.38	145.81	1159.2	2.9
R. Oro Q. Chimit	30	Tr 100	658.97	651.94	7.04	250.86	120.88	1159.2	4.62
R. Oro Q. Chimit	20	Tr 100	658.64	651.55	7.1	234.66	77.66	1159.2	4.94
R. Oro Q. Chimit	10	Tr 100	657.68	651.59	6.1	192.3	71.38	1159.2	6.03
R. Oro Q. Chimit	0	Tr 100	657.29	651.71	5.67	182.41	71.77	1159.2	6.35
Quebrada Chimita	705.22	Tr 100	673.52	672.26	1.27	17.94	17.92	56.3	3.14
Quebrada Chimita	700	Tr 100	673.26	672.11	1.14	16.27	17.69	56.3	3.46

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Q Total (m3/s)	Vel Total (m/s)
Quebrada Chimita	690	Tr 100	673.12	671.35	1.77	24.75	19.74	56.3	2.27
Quebrada Chimita	680	Tr 100	672.9	671.43	1.47	21.46	19.91	56.3	2.62
Quebrada Chimita	670	Tr 100	672.83	671.18	1.65	24.18	19.27	56.3	2.33
Quebrada Chimita	660	Tr 100	672.77	670.92	1.85	26.26	19.23	56.3	2.14
Quebrada Chimita	650	Tr 100	672.7	671.13	1.57	27.02	21.39	56.3	2.08
Quebrada Chimita	640	Tr 100	672.27	670.8	1.47	17.78	13.69	56.3	3.17
Quebrada Chimita	630	Tr 100	671.88	670.49	1.39	15.63	11.92	56.3	3.6
Quebrada Chimita	620	Tr 100	671.34	670.17	1.16	13.75	12.86	56.3	4.09
Quebrada Chimita	610	Tr 100	671.02	669.64	1.38	14.68	13.29	56.3	3.84
Quebrada Chimita	600	Tr 100	670.99	669.4	1.59	18.87	16	56.3	2.98
Quebrada Chimita	590	Tr 100	670.84	669.31	1.52	19.78	18.04	56.3	2.85
Quebrada Chimita	580	Tr 100	670.72	669.41	1.31	21.53	20.37	56.3	2.61
Quebrada Chimita	570	Tr 100	670.63	669.24	1.39	23.79	21.44	56.3	2.37
Quebrada Chimita	560	Tr 100	670.47	669.25	1.22	22.61	21.03	56.3	2.49
Quebrada Chimita	550	Tr 100	670.36	669.08	1.28	23.9	22.11	56.3	2.36
Quebrada Chimita	540	Tr 100	670.21	669.06	1.15	23.08	21.95	56.3	2.44
Quebrada Chimita	530	Tr 100	670.16	668.81	1.35	27.22	24.1	56.3	2.07
Quebrada Chimita	520	Tr 100	670.11	668.59	1.52	29.9	25.28	56.3	1.88
Quebrada Chimita	510	Tr 100	670.01	668.5	1.51	27.89	22.66	56.3	2.02
Quebrada Chimita	500	Tr 100	669.96	668.51	1.45	30.4	27.37	56.3	1.85
Quebrada Chimita	490	Tr 100	669.89	668.33	1.56	30.88	27.49	56.3	1.82
Quebrada Chimita	480	Tr 100	669.65	668.35	1.29	22.38	22.07	56.3	2.52

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Q Total (m3/s)	Vel Total (m/s)
Quebrada Chimita	470	Tr 100	669.52	668.21	1.3	23.62	25.23	56.3	2.38
Quebrada Chimita	460	Tr 100	669.38	668.09	1.29	24.05	23.78	56.3	2.34
Quebrada Chimita	450	Tr 100	669.05	667.97	1.09	19.42	21.16	56.3	2.9
Quebrada Chimita	440	Tr 100	668.83	667.75	1.08	19.59	21.9	56.3	2.87
Quebrada Chimita	430	Tr 100	668.89	667.55	1.34	33.87	47.62	56.3	1.66
Quebrada Chimita	420	Tr 100	668.82	667.5	1.32	35.41	43.66	56.3	1.59
Quebrada Chimita	410	Tr 100	668.7	667.41	1.3	32.68	47.63	56.3	1.72
Quebrada Chimita	400	Tr 100	668.46	667.44	1.01	25.22	46.6	56.3	2.23
Quebrada Chimita	390	Tr 100	668.38	667.26	1.12	35.83	61.95	56.3	1.57
Quebrada Chimita	380	Tr 100	668.33	667.16	1.17	44.15	63.45	56.3	1.28
Quebrada Chimita	370	Tr 100	668.21	667	1.21	38.92	62.13	56.3	1.45
Quebrada Chimita	360	Tr 100	668.15	666.91	1.24	43.06	61.84	56.3	1.31
Quebrada Chimita	350	Tr 100	668	666.61	1.39	34.01	59.72	56.3	1.66
Quebrada Chimita	340	Tr 100	667.66	666.56	1.1	20.96	28.82	56.3	2.69
Quebrada Chimita	330	Tr 100	667.71	666.1	1.61	35.11	43.41	56.3	1.6
Quebrada Chimita	320	Tr 100	667.67	666.23	1.44	42.83	63.61	56.3	1.31
Quebrada Chimita	310	Tr 100	667.66	665.95	1.72	61.19	69.76	56.3	0.92
Quebrada Chimita	300	Tr 100	667.65	666.14	1.51	71.73	71.25	56.3	0.78
Quebrada Chimita	290	Tr 100	667.65	665.99	1.66	79.67	69.21	56.3	0.71
Quebrada Chimita	280	Tr 100	667.64	665.66	1.98	89.44	72.79	56.3	0.63
Quebrada Chimita	270	Tr 100	667.64	665.47	2.17	100.58	73.13	56.3	0.56
Quebrada Chimita	260	Tr 100	667.63	665.5	2.13	96.05	72.7	56.3	0.59

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Q Total (m3/s)	Vel Total (m/s)
Quebrada Chimita	250	Tr 100	667.63	665.54	2.09	105.5	75.26	56.3	0.53
Quebrada Chimita	240	Tr 100	667.63	665.54	2.09	114.14	77.72	56.3	0.49
Quebrada Chimita	230	Tr 100	667.63	665.42	2.2	122.36	79.31	56.3	0.46
Quebrada Chimita	220	Tr 100	667.62	665.15	2.47	128.26	78.79	56.3	0.44
Quebrada Chimita	210	Tr 100	667.62	665.04	2.58	133.57	70.25	56.3	0.42
Quebrada Chimita	200	Tr 100	667.62	665.03	2.59	134.88	69.78	56.3	0.42
Quebrada Chimita	190	Tr 100	667.62	665.06	2.56	149.59	76.78	56.3	0.38
Quebrada Chimita	180	Tr 100	667.62	664.81	2.81	163.05	78.94	56.3	0.35
Quebrada Chimita	170	Tr 100	667.62	664.53	3.09	177.69	85.88	56.3	0.32
Quebrada Chimita	160	Tr 100	667.62	664.4	3.22	191.27	87.4	56.3	0.29
Quebrada Chimita	150	Tr 100	667.62	664.28	3.34	209.71	92.33	56.3	0.27
Quebrada Chimita	140	Tr 100	667.62	664.2	3.42	226.67	96.68	56.3	0.25
Quebrada Chimita	130	Tr 100	667.62	663.96	3.67	255.44	109.51	56.3	0.22
Quebrada Chimita	120	Tr 100	667.62	663.64	3.98	262.15	107.94	56.3	0.21
Quebrada Chimita	110	Tr 100	667.62	663.51	4.11	280.41	112.82	56.3	0.2
Quebrada Chimita	100	Tr 100	667.62	663.29	4.33	288.21	106.78	56.3	0.2
Quebrada Chimita	90	Tr 100	667.62	663.25	4.37	310.82	111.7	56.3	0.18
Quebrada Chimita	80	Tr 100	667.62	663.03	4.59	337.69	111.48	56.3	0.17
Quebrada Chimita	70	Tr 100	667.62	662.99	4.63	363.52	114.78	56.3	0.15
Quebrada Chimita	60	Tr 100	667.62	662.74	4.88	385.04	121.01	56.3	0.15
Quebrada Chimita	50	Tr 100	667.62	662.57	5.05	416.24	129.99	56.3	0.14
Quebrada Chimita	40	Tr 100	667.62	662.27	5.35	451.1	140.95	56.3	0.12

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Q Total (m3/s)	Vel Total (m/s)
Quebrada Chimita	30	Tr 100	667.62	662.42	5.2	507.74	153.54	56.3	0.11
Quebrada Chimita	20	Tr 100	667.62	662.33	5.29	568.32	166.99	56.3	0.1
Quebrada Chimita	10	Tr 100	667.62	662.17	5.45	644.59	181.62	56.3	0.09
Quebrada Chimita	0	Tr 100	667.62	661.96	5.66	740.15	196.74	56.3	0.08

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 11. Tabla de socavación para punto más profundo en las secciones de interés

Sector	Abscisa	Cota inundación (m)	Cota de Fondo (m)	Y0 (m)	A (m2)	Be (m)	dm (mm)	Qd (m3/s)	Tr (años)	φ	μ	Ym (m)	α	β	Z	Ys	Cota Socavada	Total, Socavado Recto
Rio de Oro	**1304.8**	669.12	662.76	6.36	409.41	103.91	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.94	1.08	1.24	0.34	7.43	661.69	**1.07**
	1300	669.11	663.08	6.39	406.42	104.97	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.87	1.10	1.24	0.34	7.58	661.53	**1.55**
	1290	669.09	662.89	6.38	413.30	100.49	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	4.11	1.04	1.24	0.34	7.25	661.84	**1.05**
	1280	669.04	662.27	6.77	408.86	96.56	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	4.23	1.03	1.24	0.34	7.75	661.29	**0.98**
	1270	669.02	662.24	6.77	411.94	97.44	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	4.23	1.02	1.24	0.34	7.71	661.31	**0.93**
	1260	668.88	662.09	6.79	382.61	101.27	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.78	1.19	1.24	0.34	8.65	660.23	**1.86**
	1250	668.80	662.28	6.52	380.04	127.41	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	2.98	1.40	1.24	0.34	9.29	659.51	**2.77**
	1240	668.61	662.33	6.28	350.74	128.02	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	2.74	1.61	1.24	0.34	9.82	658.79	**3.54**
	1230	668.54	661.73	6.81	349.85	123.60	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	2.83	1.58	1.24	0.34	10.70	657.84	**3.89**
	1220	668.54	661.92	6.62	358.23	119.41	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.00	1.48	1.24	0.34	9.87	658.67	**3.25**
	1210	668.63	662.09	6.55	411.04	127.65	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.22	1.23	1.24	0.34	8.49	660.14	**1.95**
	1200	668.62	662.25	6.37	421.50	130.08	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.24	1.19	1.24	0.34	8.02	660.60	**1.65**
	1190	668.59	662.29	6.31	420.45	128.44	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.27	1.19	1.24	0.34	7.90	660.69	**1.60**
	1180	668.54	662.07	6.47	410.71	126.90	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.24	1.23	1.24	0.34	8.34	660.20	**1.87**
	1170	668.45	661.71	6.74	396.45	126.32	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.14	1.30	1.24	0.34	9.15	659.30	**2.41**
	1160	668.43	661.30	7.13	397.01	123.66	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.21	1.28	1.24	0.34	9.69	658.74	**2.56**
	1150	668.39	661.63	6.76	387.50	116.55	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.32	1.28	1.24	0.34	9.08	659.31	**2.32**
	1140	667.41	661.92	5.50	250.28	92.60	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	2.70	2.27	1.24	0.34	10.78	656.63	**5.29**
	1130	667.45	661.81	5.64	264.03	93.51	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	2.82	2.09	1.24	0.34	10.46	656.99	**4.82**
	1120	666.70	661.79	4.91	221.35	92.19	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	2.40	2.78	1.24	0.34	10.88	655.82	**5.97**
	1110	667.02	661.82	5.20	273.31	99.57	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	2.74	2.06	1.24	0.34	9.35	657.67	**4.15**
	1100	667.20	661.81	5.39	325.90	103.97	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.13	1.58	1.24	0.34	8.03	659.17	**2.64**
	1090	667.28	661.76	5.52	361.71	102.43	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.53	1.31	1.24	0.34	7.21	660.07	**1.69**
	1080	667.25	661.98	5.27	363.62	100.50	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.62	1.29	1.24	0.34	6.70	660.55	**1.43**
	1070	667.25	661.92	5.33	379.48	104.32	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.64	1.23	1.24	0.34	6.57	660.68	**1.24**
	1060	667.28	662.00	5.28	414.09	109.85	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.77	1.10	1.24	0.34	5.98	661.30	**0.70**
	1050	667.30	661.94	5.37	448.39	119.67	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.75	1.02	1.24	0.34	5.77	661.53	**0.41**
	1040	667.32	661.96	5.37	484.41	124.88	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.88	0.92	1.24	0.34	5.35	661.97	**-0.01**
	1030	666.83	661.95	4.88	350.08	123.76	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.83	1.66	1.24	0.34	7.35	659.48	**2.47**
	1020	666.69	661.78	4.91	334.50	123.19	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.72	1.78	1.24	0.34	7.82	658.87	**2.91**
	1010	666.71	661.47	5.25	354.46	122.54	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.89	1.61	1.24	0.34	7.88	658.83	**2.64**
	1000	666.72	661.20	5.57	372.91	121.58	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.07	1.47	1.24	0.34	7.93	658.79	**2.41**
	990	666.73	660.58	6.15	395.20	127.52	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.10	1.38	1.24	0.34	8.55	658.18	**2.40**

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Sector	Abscisa	Cota inundación (m)	Cota de Fondo (m)	Y0 (m)	A (m2)	Be (m)	dm (mm)	Qd (m3/s)	Tr (años)	φ	μ	Ym (m)	α	β	Z	Ys	Cota Socavada	Total, Socavado Recto
	980	666.68	660.48	6.20	393.50	127.49	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.09	1.39	1.24	0.34	8.68	658.00	**2.48**
	970	666.61	660.70	5.91	387.20	128.22	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.02	1.43	1.24	0.34	8.37	658.24	**2.46**
	960	666.34	661.44	4.90	339.45	125.72	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.70	1.76	1.24	0.34	7.73	658.61	**2.83**
	950	666.32	661.30	5.02	351.17	125.14	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.81	1.66	1.24	0.34	7.62	658.70	**2.60**
	940	666.25	661.06	5.19	350.58	124.01	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.83	1.65	1.24	0.34	7.92	658.33	**2.73**
	930	666.21	661.01	5.20	359.10	126.03	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.85	1.61	1.24	0.34	7.77	658.44	**2.57**
	920	666.15	660.98	5.17	355.84	125.00	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.85	1.62	1.24	0.34	7.77	658.38	**2.60**
	910	666.17	660.94	5.22	380.01	125.63	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.02	1.46	1.24	0.34	7.27	658.90	**2.04**
	900	665.69	660.86	4.83	307.72	127.15	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.42	2.09	1.24	0.34	8.63	657.06	**3.80**
	890	665.70	660.69	5.00	327.77	125.80	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.61	1.87	1.24	0.34	8.28	657.42	**3.27**
	880	665.41	660.52	4.88	302.35	126.62	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.39	2.15	1.24	0.34	8.91	656.50	**4.02**
	870	665.32	660.55	4.77	321.09	129.89	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.47	1.97	1.24	0.34	8.14	657.18	**3.37**
	860	665.32	660.52	4.80	338.97	133.68	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.54	1.84	1.24	0.34	7.78	657.54	**2.98**
	850	665.26	660.49	4.77	339.74	134.97	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.52	1.84	1.24	0.34	7.74	657.52	**2.97**
	840	665.29	660.40	4.89	364.09	136.79	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.66	1.66	1.24	0.34	7.37	657.92	**2.48**
	830	665.29	660.26	5.03	381.27	137.72	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.77	1.54	1.24	0.34	7.24	658.05	**2.21**
	820	665.27	660.12	5.15	392.57	137.11	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.86	1.46	1.24	0.34	7.17	658.10	**2.02**
	810	665.15	660.00	5.15	376.98	136.93	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.75	1.57	1.24	0.34	7.53	657.62	**2.38**
	800	665.00	659.91	5.09	356.44	134.30	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.65	1.70	1.24	0.34	7.88	657.12	**2.79**
	790	664.96	659.92	5.04	364.37	141.52	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.57	1.69	1.24	0.34	7.78	657.18	**2.74**
	780	664.90	659.93	4.96	365.95	143.51	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.55	1.70	1.24	0.34	7.64	657.26	**2.67**
	770	664.94	659.87	5.07	402.89	148.86	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.71	1.48	1.24	0.34	7.09	657.85	**2.02**
	760	664.93	659.65	5.29	422.74	160.63	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.63	1.44	1.24	0.34	7.31	657.62	**2.03**
	750	664.96	659.75	5.21	461.34	166.97	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.76	1.28	1.24	0.34	6.57	658.39	**1.36**
	740	664.99	659.73	5.26	510.47	173.67	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.94	1.11	1.24	0.34	5.98	659.01	**0.72**
	730	664.99	659.34	5.65	536.63	178.70	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.00	1.04	1.24	0.34	6.23	658.76	**0.58**
	720	664.97	659.21	5.75	542.32	182.92	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.96	1.04	1.24	0.34	6.35	658.62	**0.59**
	710	664.95	659.09	5.86	552.73	182.80	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.02	1.00	1.24	0.34	6.35	658.60	**0.49**
	700	664.94	658.99	5.96	566.20	182.39	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.10	0.96	1.24	0.34	6.29	658.65	**0.34**
	690	664.93	658.88	6.06	580.77	182.22	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.19	0.92	1.24	0.34	6.22	658.71	**0.17**
	680	664.88	658.76	6.12	560.65	176.61	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.17	0.96	1.24	0.34	6.47	658.41	**0.35**
	670	664.73	658.64	6.09	486.18	163.23	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.98	1.15	1.24	0.34	7.38	657.35	**1.29**
	660	664.59	658.62	5.97	443.55	158.75	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.79	1.32	1.24	0.34	7.96	656.63	**1.99**
	650	664.38	658.71	5.68	396.46	154.77	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.56	1.56	1.24	0.34	8.49	655.89	**2.82**
	640	664.24	658.59	5.65	373.10	151.61	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.46	1.70	1.24	0.34	9.00	655.24	**3.35**
	630	664.25	658.18	6.07	401.56	151.86	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.64	1.51	1.24	0.34	8.99	655.26	**2.92**

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Sector	Abscisa	Cota inundación (m)	Cota de Fondo (m)	Y0 (m)	A (m2)	Be (m)	dm (mm)	Qd (m3/s)	Tr (años)	φ	μ	Ym (m)	α	β	Z	Ys	Cota Socavada	Total, Socavado Recto
	620	664.25	658.14	6.11	415.05	149.26	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.78	1.41	1.24	0.34	8.63	655.62	**2.52**
	610	664.27	658.09	6.18	441.44	153.85	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.87	1.30	1.24	0.34	8.23	656.04	**2.05**
	600	664.07	658.31	5.76	391.01	145.60	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.69	1.53	1.24	0.34	8.53	655.54	**2.77**
	590	664.04	658.05	5.99	396.68	143.01	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.77	1.48	1.24	0.34	8.72	655.32	**2.73**
	580	663.93	657.79	6.14	384.17	142.38	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.70	1.56	1.24	0.34	9.33	654.60	**3.19**
	570	663.93	657.96	5.97	401.83	141.26	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.84	1.44	1.24	0.34	8.49	655.44	**2.52**
	560	663.86	658.25	5.60	395.06	138.86	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.85	1.46	1.24	0.34	7.94	655.92	**2.33**
	550	663.19	658.03	5.16	300.85	127.23	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.36	2.17	1.24	0.34	9.63	653.56	**4.47**
	540	663.23	657.75	5.49	318.97	123.02	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.59	1.93	1.24	0.34	9.51	653.72	**4.03**
	530	663.22	657.56	5.65	328.48	121.12	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.71	1.81	1.24	0.34	9.43	653.79	**3.77**
	520	662.96	657.14	5.82	307.89	120.89	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.55	2.02	1.24	0.34	10.59	652.37	**4.77**
	510	662.92	656.80	6.12	322.58	120.38	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.68	1.86	1.24	0.34	10.62	652.30	**4.50**
	500	662.98	656.85	6.13	346.99	117.74	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.95	1.63	1.24	0.34	9.62	653.36	**3.49**
	490	662.88	656.47	6.41	336.68	112.64	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.99	1.66	1.24	0.34	10.32	652.56	**3.91**
	480	662.90	656.44	6.46	356.77	108.84	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.28	1.47	1.24	0.34	9.53	653.37	**3.07**
	470	662.97	656.41	6.56	396.83	111.61	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.56	1.25	1.24	0.34	8.62	654.35	**2.06**
	460	662.85	656.36	6.49	380.90	115.00	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.31	1.37	1.24	0.34	9.09	653.76	**2.60**
	450	662.72	656.36	6.36	370.09	119.04	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.11	1.47	1.24	0.34	9.34	653.38	**2.98**
	440	662.63	656.52	6.11	364.00	121.55	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.99	1.53	1.24	0.34	9.17	653.46	**3.06**
	430	662.59	656.68	5.91	364.15	120.98	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.01	1.53	1.24	0.34	8.77	653.82	**2.86**
	420	662.04	656.83	5.21	292.30	117.91	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.48	2.17	1.24	0.34	9.73	652.31	**4.52**
	410	662.05	656.59	5.46	315.05	123.64	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.55	1.97	1.24	0.34	9.62	652.43	**4.16**
	400	661.99	656.40	5.58	319.68	129.97	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.46	1.99	1.24	0.34	9.95	652.04	**4.36**
	390	661.80	656.22	5.58	309.03	132.35	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.33	2.13	1.24	0.34	10.47	651.33	**4.89**
	380	662.07	656.00	6.06	384.01	131.69	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.92	1.48	1.24	0.34	8.84	653.23	**2.77**
	370	661.22	655.52	5.69	256.30	80.80	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.17	2.10	1.24	0.34	10.59	650.63	**4.89**
	360	661.53	655.25	6.29	339.05	106.13	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.19	1.58	1.24	0.34	9.70	651.83	**3.42**
	350	661.60	655.14	6.45	377.05	115.58	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.26	1.40	1.24	0.34	9.15	652.45	**2.69**
	340	661.62	655.47	6.15	392.79	108.21	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.63	1.25	1.24	0.34	7.94	653.68	**1.79**
	330	661.45	654.74	6.71	375.46	121.75	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.08	1.46	1.24	0.34	9.92	651.53	**3.21**
	320	661.30	654.19	7.11	348.97	118.21	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.95	1.61	1.24	0.34	11.50	649.80	**4.39**
	310	661.13	654.06	7.07	322.87	97.52	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.31	1.62	1.24	0.34	11.43	649.70	**4.36**
	300	661.04	654.38	6.67	312.90	90.76	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.45	1.62	1.24	0.34	10.67	650.37	**4.01**
	290	661.05	653.83	7.22	330.02	101.01	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.27	1.60	1.24	0.34	11.62	649.43	**4.40**
	280	661.07	653.77	7.31	347.99	108.09	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.22	1.53	1.24	0.34	11.42	649.65	**4.12**
	270	661.04	653.60	7.43	361.04	125.23	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.88	1.59	1.24	0.34	11.98	649.06	**4.54**

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Sector	Abscisa	Cota inundación (m)	Cota de Fondo (m)	Y0 (m)	A (m2)	Be (m)	dm (mm)	Qd (m3/s)	Tr (años)	φ	μ	Ym (m)	α	β	Z	Ys	Cota Socavada	Total, Socavado Recto
	260	660.97	653.80	7.17	359.40	138.98	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.59	1.71	1.24	0.34	12.14	648.83	**4.97**
	250	661.07	653.68	7.39	434.64	178.70	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.43	1.47	1.24	0.34	11.28	649.79	**3.89**
	240	661.07	653.89	7.19	451.54	192.65	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.34	1.45	1.24	0.34	10.79	650.28	**3.61**
	230	661.03	654.35	6.68	446.36	193.34	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.31	1.49	1.24	0.34	10.01	651.02	**3.33**
	220	661.00	653.61	7.39	456.81	191.78	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.38	1.42	1.24	0.34	10.98	650.02	**3.59**
	210	660.83	654.28	6.55	420.36	189.26	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.22	1.62	1.24	0.34	10.41	650.42	**3.86**
	200	660.82	653.68	7.14	429.79	184.47	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.33	1.53	1.24	0.34	11.13	649.69	**3.99**
	190	660.68	653.80	6.89	403.91	180.18	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.24	1.68	1.24	0.34	11.37	649.31	**4.49**
	180	660.57	653.69	6.87	382.21	161.39	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.37	1.71	1.24	0.34	11.49	649.08	**4.61**
	170	660.62	653.69	6.92	413.42	160.79	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.57	1.49	1.24	0.34	10.50	650.12	**3.57**
	160	660.66	653.69	6.97	442.16	166.09	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.66	1.36	1.24	0.34	9.90	650.76	**2.93**
	150	660.67	653.45	7.22	461.03	167.82	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.75	1.28	1.24	0.34	9.87	650.80	**2.65**
	140	660.60	653.42	7.19	452.32	167.45	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.70	1.32	1.24	0.34	10.05	650.55	**2.87**
	130	660.59	653.42	7.17	459.60	167.06	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.75	1.28	1.24	0.34	9.80	650.79	**2.63**
	120	660.57	653.36	7.21	461.67	166.03	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.78	1.27	1.24	0.34	9.79	650.78	**2.58**
	110	660.54	653.30	7.23	458.98	158.55	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.89	1.24	1.24	0.34	9.67	650.87	**2.43**
	100	660.41	653.28	7.13	429.44	155.30	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.77	1.37	1.24	0.34	10.21	650.20	**3.08**
	90	660.35	653.22	7.12	424.33	150.92	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.81	1.37	1.24	0.34	10.20	650.15	**3.07**
	80	660.38	653.23	7.15	448.78	147.52	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.04	1.23	1.24	0.34	9.46	650.92	**2.31**
	70	660.22	653.13	7.09	418.05	147.73	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.83	1.39	1.24	0.34	10.23	649.99	**3.14**
	60	660.20	653.02	7.19	422.90	146.54	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.89	1.35	1.24	0.34	10.22	649.98	**3.04**
	50	659.91	652.79	7.12	371.09	144.44	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.57	1.67	1.24	0.34	11.79	648.12	**4.67**
	40	659.97	652.61	7.35	400.38	145.81	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.75	1.48	1.24	0.34	11.21	648.76	**3.85**
	30	658.97	651.94	7.04	250.86	120.88	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.08	2.84	1.24	0.34	17.29	641.68	**10.26**
	20	658.64	651.55	7.10	234.66	77.66	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.02	2.36	1.24	0.34	15.24	643.40	**8.15**
	10	657.68	651.59	6.10	192.30	71.38	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.69	3.11	1.24	0.34	15.50	642.18	**9.41**
	0	657.29	651.71	5.67	182.41	71.77	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.54	3.41	1.24	0.34	15.16	642.13	**9.58**
Quebrada Chimita	**705.22**	673.52	672.26	1.27	17.94	17.92	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.00	3.14	1.24	0.34	2.23	671.29	**0.97**
	700	673.26	672.11	1.14	16.27	17.69	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.92	3.66	1.24	0.34	2.18	671.08	**1.03**
	690	673.12	671.35	1.77	24.75	19.74	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.25	1.96	1.24	0.34	2.37	670.75	**0.60**
	680	672.90	671.43	1.47	21.46	19.91	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.08	2.50	1.24	0.34	2.25	670.65	**0.78**
	670	672.83	671.18	1.65	24.18	19.27	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.25	2.00	1.24	0.34	2.21	670.62	**0.56**
	660	672.77	670.92	1.85	26.26	19.23	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.37	1.74	1.24	0.34	2.29	670.48	**0.44**
	650	672.70	671.13	1.57	27.02	21.39	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.26	1.78	1.24	0.34	1.90	670.80	**0.33**
	640	672.27	670.80	1.47	17.78	13.69	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.30	2.66	1.24	0.34	2.36	669.91	**0.89**
	630	671.88	670.49	1.39	15.63	11.92	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.31	3.01	1.24	0.34	2.41	669.47	**1.02**

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Sector	Abscisa	Cota inundación (m)	Cota de Fondo (m)	Y0 (m)	A (m2)	Be (m)	dm (mm)	Qd (m3/s)	Tr (años)	φ	μ	Ym (m)	α	β	Z	Ys	Cota Socavada	Total, Socavado Recto
	620	671.34	670.17	1.16	13.75	12.86	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.07	3.92	1.24	0.34	2.35	668.99	**1.18**
	610	671.02	669.64	1.38	14.68	13.29	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.10	3.59	1.24	0.34	2.73	668.29	**1.35**
	600	670.99	669.40	1.59	18.87	16.00	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.18	2.67	1.24	0.34	2.61	668.38	**1.02**
	590	670.84	669.31	1.52	19.78	18.04	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.10	2.68	1.24	0.34	2.47	668.37	**0.94**
	580	670.72	669.41	1.31	21.53	20.37	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.06	2.52	1.24	0.34	1.97	668.75	**0.66**
	570	670.63	669.24	1.39	23.79	21.44	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.11	2.21	1.24	0.34	1.92	668.71	**0.53**
	560	670.47	669.25	1.22	22.61	21.03	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.08	2.37	1.24	0.34	1.72	668.75	**0.50**
	550	670.36	669.08	1.28	23.90	22.11	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.08	2.24	1.24	0.34	1.75	668.61	**0.47**
	540	670.21	669.06	1.15	23.08	21.95	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.05	2.36	1.24	0.34	1.59	668.62	**0.44**
	530	670.16	668.81	1.35	27.22	24.10	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.13	1.91	1.24	0.34	1.66	668.50	**0.31**
	520	670.11	668.59	1.52	29.90	25.28	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.18	1.68	1.24	0.34	1.75	668.36	**0.23**
	510	670.01	668.50	1.51	27.89	22.66	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.23	1.76	1.24	0.34	1.79	668.22	**0.28**
	500	669.96	668.51	1.45	30.40	27.37	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.11	1.73	1.24	0.34	1.68	668.28	**0.23**
	490	669.89	668.33	1.56	30.88	27.49	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.12	1.69	1.24	0.34	1.81	668.08	**0.25**
	480	669.65	668.35	1.29	22.38	22.07	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.01	2.49	1.24	0.34	1.91	667.74	**0.61**
	470	669.52	668.21	1.30	23.62	25.23	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.94	2.49	1.24	0.34	1.93	667.59	**0.62**
	460	669.38	668.09	1.29	24.05	23.78	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.01	2.32	1.24	0.34	1.82	667.56	**0.53**
	450	669.05	667.97	1.09	19.42	21.16	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.92	3.07	1.24	0.34	1.81	667.24	**0.73**
	440	668.83	667.75	1.08	19.59	21.90	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.89	3.10	1.24	0.34	1.80	667.03	**0.72**
	430	668.89	667.55	1.34	33.87	47.62	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.71	2.09	1.24	0.34	1.76	667.13	**0.42**
	420	668.82	667.50	1.32	35.41	43.66	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.81	1.83	1.24	0.34	1.56	667.26	**0.24**
	410	668.70	667.41	1.30	32.68	47.63	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.69	2.21	1.24	0.34	1.77	666.93	**0.48**
	400	668.46	667.44	1.01	25.22	46.60	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.54	3.36	1.24	0.34	1.77	666.69	**0.75**
	390	668.38	667.26	1.12	35.83	61.95	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.58	2.26	1.24	0.34	1.50	666.88	**0.38**
	380	668.33	667.16	1.17	44.15	63.45	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.70	1.62	1.24	0.34	1.23	667.10	**0.06**
	370	668.21	667.00	1.21	38.92	62.13	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.63	1.98	1.24	0.34	1.49	666.72	**0.28**
	360	668.15	666.91	1.24	43.06	61.84	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.70	1.66	1.24	0.34	1.35	666.80	**0.11**
	350	668.00	666.61	1.39	34.01	59.72	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.57	2.41	1.24	0.34	2.05	665.95	**0.66**
	340	667.66	666.56	1.10	20.96	28.82	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.73	3.32	1.24	0.34	1.94	665.72	**0.84**
	330	667.71	666.10	1.61	35.11	43.41	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.81	1.85	1.24	0.34	2.02	665.69	**0.41**
	320	667.67	666.23	1.44	42.83	63.61	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.67	1.71	1.24	0.34	1.66	666.01	**0.22**
	310	667.66	665.95	1.72	61.19	69.76	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.88	1.00	1.24	0.34	1.39	666.27	**-0.32**
	300	667.65	666.14	1.51	71.73	71.25	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.01	0.78	1.24	0.34	0.98	666.67	**-0.53**
	290	667.65	665.99	1.66	79.67	69.21	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.15	0.64	1.24	0.34	0.96	666.69	**-0.70**
	280	667.64	665.66	1.98	89.44	72.79	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.23	0.55	1.24	0.34	1.06	666.58	**-0.92**
	270	667.64	665.47	2.17	100.58	73.13	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.38	0.45	1.24	0.34	1.03	666.61	**-1.14**

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Sector	Abscisa	Cota inundación (m)	Cota de Fondo (m)	Y0 (m)	A (m2)	Be (m)	dm (mm)	Qd (m3/s)	Tr (años)	φ	μ	Ym (m)	α	β	Z	Ys	Cota Socavada	Total, Socavado Recto
	260	667.63	665.50	2.13	96.05	72.70	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.32	0.49	1.24	0.34	1.06	666.57	**-1.07**
	250	667.63	665.54	2.09	105.50	75.26	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.40	0.43	1.24	0.34	0.94	666.69	**-1.15**
	240	667.63	665.54	2.09	114.14	77.72	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.47	0.38	1.24	0.34	0.86	666.77	**-1.23**
	230	667.63	665.42	2.20	122.36	79.31	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.54	0.34	1.24	0.34	0.85	666.78	**-1.36**
	220	667.62	665.15	2.47	128.26	78.79	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.63	0.32	1.24	0.34	0.92	666.70	**-1.55**
	210	667.62	665.04	2.58	133.57	70.25	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.90	0.27	1.24	0.34	0.88	666.74	**-1.70**
	200	667.62	665.03	2.59	134.88	69.78	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.93	0.27	1.24	0.34	0.87	666.75	**-1.72**
	190	667.62	665.06	2.56	149.59	76.78	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.95	0.24	1.24	0.34	0.79	666.83	**-1.77**
	180	667.62	664.81	2.81	163.05	78.94	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	2.07	0.21	1.24	0.34	0.81	666.81	**-2.00**
	170	667.62	664.53	3.09	177.69	85.88	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	2.07	0.20	1.24	0.34	0.85	666.77	**-2.24**
	160	667.62	664.40	3.22	191.27	87.40	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	2.19	0.17	1.24	0.34	0.82	666.80	**-2.40**
	150	667.62	664.28	3.34	209.71	92.33	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	2.27	0.16	1.24	0.34	0.79	666.83	**-2.55**
	140	667.62	664.20	3.42	226.67	96.68	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	2.34	0.14	1.24	0.34	0.76	666.86	**-2.66**
	130	667.62	663.96	3.67	255.44	109.51	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	2.33	0.13	1.24	0.34	0.76	666.86	**-2.90**
	120	667.62	663.64	3.98	262.15	107.94	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	2.43	0.12	1.24	0.34	0.80	666.82	**-3.18**
	110	667.62	663.51	4.11	280.41	112.82	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	2.49	0.11	1.24	0.34	0.79	666.83	**-3.32**
	100	667.62	663.29	4.33	288.21	106.78	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	2.70	0.10	1.24	0.34	0.79	666.83	**-3.54**
	90	667.62	663.25	4.37	310.82	111.70	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	2.78	0.09	1.24	0.34	0.74	666.88	**-3.63**
	80	667.62	663.03	4.59	337.69	111.48	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	3.03	0.08	1.24	0.34	0.71	666.91	**-3.88**
	70	667.62	662.99	4.63	363.52	114.78	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	3.17	0.07	1.24	0.34	0.67	666.95	**-3.96**
	60	667.62	662.74	4.88	385.04	121.01	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	3.18	0.07	1.24	0.34	0.68	666.94	**-4.20**
	50	667.62	662.57	5.05	416.24	129.99	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	3.20	0.06	1.24	0.34	0.67	666.95	**-4.38**
	40	667.62	662.27	5.35	451.10	140.95	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	3.20	0.06	1.24	0.34	0.68	666.94	**-4.67**
	30	667.62	662.42	5.20	507.74	153.54	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	3.31	0.05	1.24	0.34	0.59	667.03	**-4.61**
	20	667.62	662.33	5.29	568.32	166.99	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	3.40	0.04	1.24	0.34	0.54	667.08	**-4.75**
	10	667.62	662.17	5.45	644.59	181.62	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	3.55	0.04	1.24	0.34	0.50	667.12	**-4.95**
	0	667.62	661.96	5.66	740.15	196.74	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	3.76	0.03	1.24	0.34	0.46	667.16	**-5.20**

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

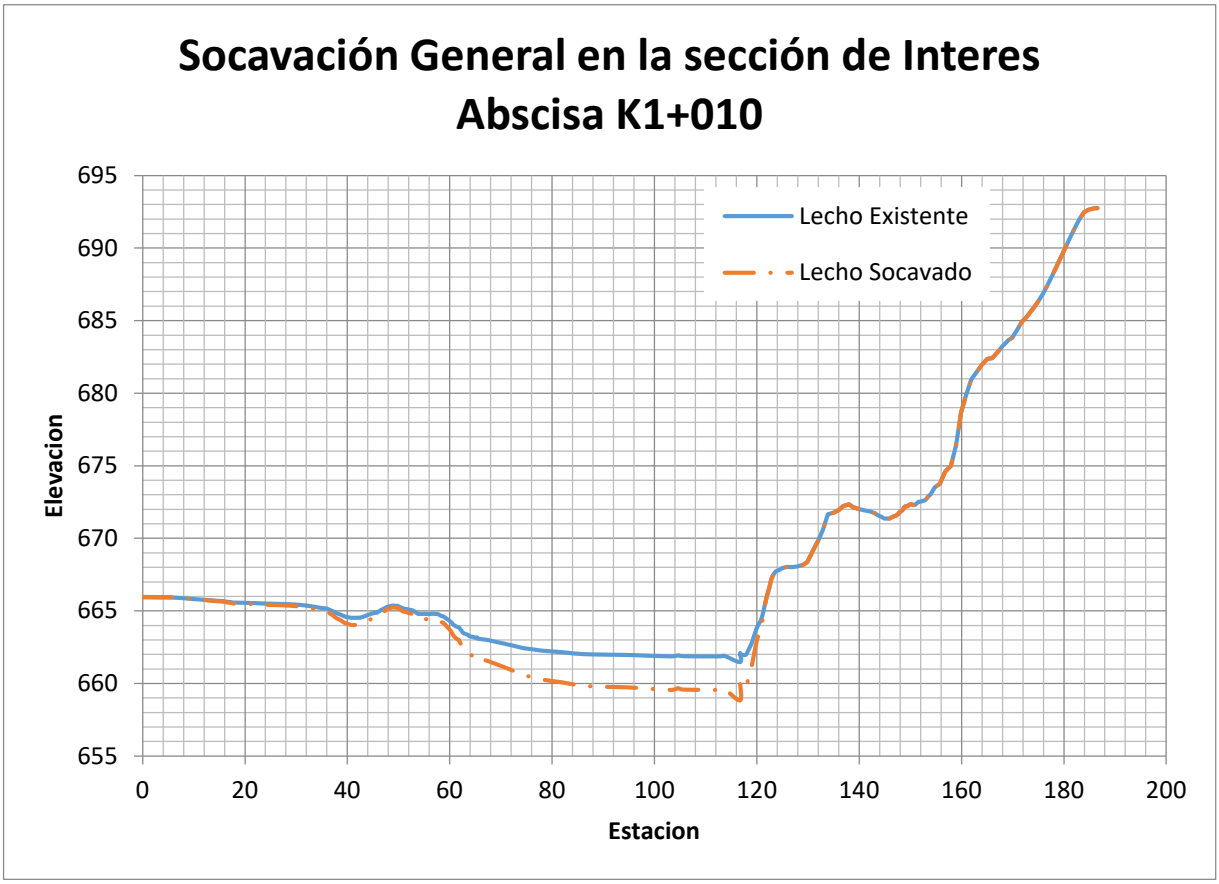


Figura 33.Socavación general para las obras en sección media de mayor profundidad (K1+010)

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

5. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

5.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El municipio de Bucaramanga está localizado al nororiente del país en el departamento de Santander sobre la Cordillera Oriental. La zona de estudio se encuentra ubicada al suroccidente de la ciudad, exactamente en el barrio Galán junto al rio de Oro y cercano a la planta vidagas. Presenta coordenadas Origen Único N: 2.342.755,28 y E: 4.980.974,977.



Figura 34. Localización zona estudio, ubicado en el barrio Galán junto al rio de oro. Fuente: Autores

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

5.2 GEOLOGÍA

5.2.1 Geología Regional

La zona de estudio ubicada en el Barrio Galán se localiza dentro del área de influencia de la plancha geológica del Servicio Geológico Colombiano Plancha geológica del departamento de Santander donde se presenta en la Figura 29.

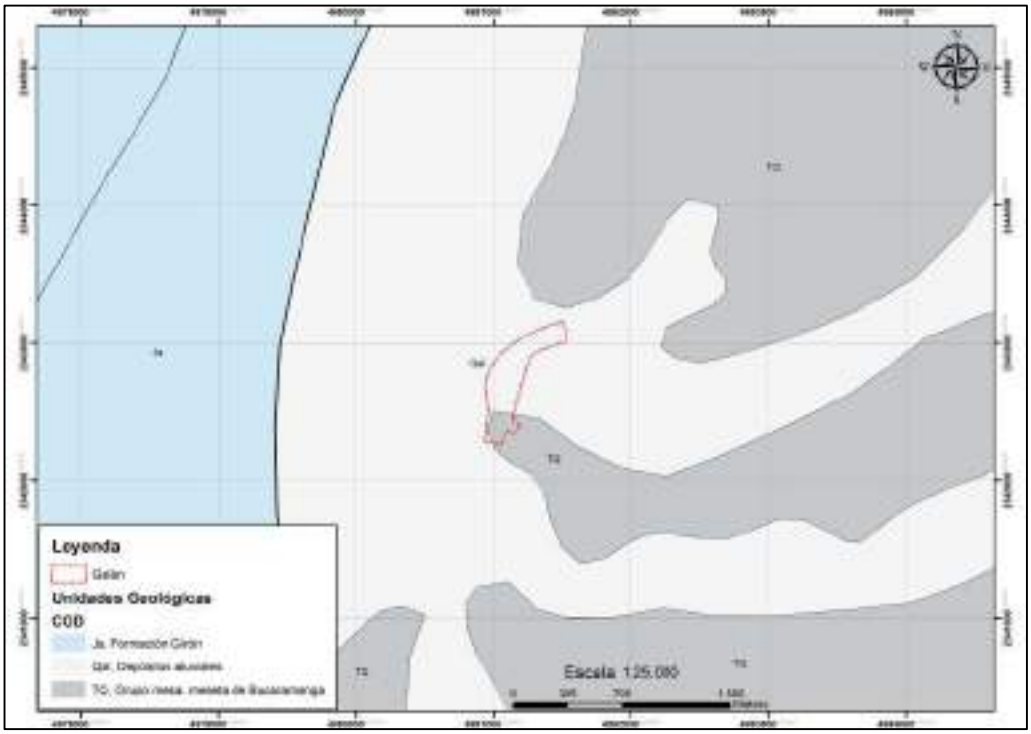


Figura 35. Localización zona estudio Barrio Galán (cuadro rojo) en la plancha Geología del Departamento de Santander.
Fuente: Tomado y adaptado del SGC, 1999

De acuerdo con lo observado en la Figura 29 el área de estudio se encuentra ubicado en medio Depósitos aluviales (Qal), por consiguiente, el Barrio Galán estará conformada en su mayoría por areniscas, limolitas y conglomerados débilmente consolidados y considerados como depósitos de origen fluvial.

Depósitos aluviales (Qal). Sedimentos recientes que han sido transportados y depositados por los ríos y quebradas, conformando los cauces activos, abandonados y llanuras de inundación. Están conformados por bloques, cantos, grava, arena y finos, compuestos por cuarzo, chert, cuarcitas y líticos de composición variada, con forma subredondeada a redondeada, por lo general clasto soportados, con tamaños y granulometría heterogénea, en condición suelta, embebidos en matriz areno limosa. Con espesor promedio entre 0.5 y 1.0 m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Grupo Mesa, Meseta de Bucaramanga (TQ). La unidad está constituida por areniscas, limolitas y conglomerados débilmente consolidados y considerados como depósitos de origen fluvial, los cuales están representados por el grupo Mesa y la Unidad Meseta de Bucaramanga, de edad pliocena-pleistocena.

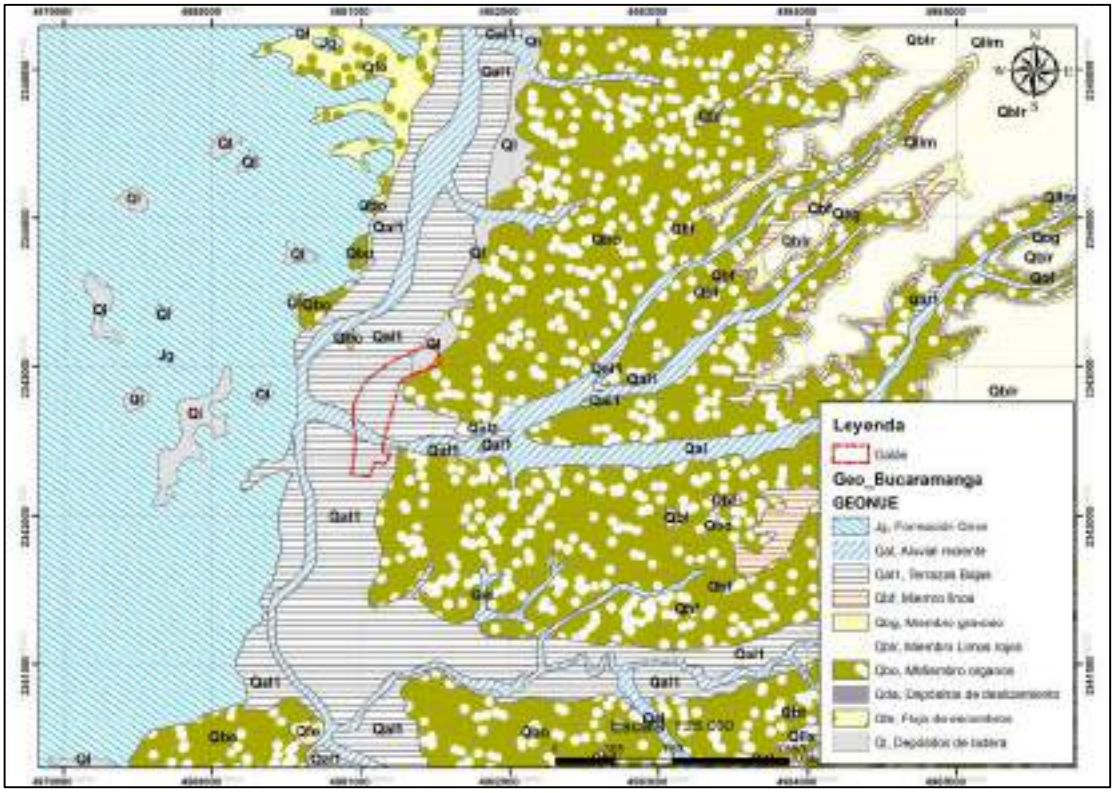


Figura 36. Localización Zona de estudio afectado en la zona del Barrio Galán (Cuadro rojo), en el mapa geológico de la zonificación sismo geotectónica del área metropolitana de Bucaramanga.
Fuente: Tomado y modificado del INGEOMINAS, 2001.

Depósitos de ladera (Ql): Depósitos de color amarillo claro y rojizo, con cantos y bloques de conglomerados y areniscas cuarzo feldespáticas, subangulares, en matriz areno-arcillosa

Aluvial reciente (Qal): Cantos de areniscas silíceas, conglomerados cuarcitas y lodolitas, granito, granodiorita, diorita, gabro, neis y esquisto, en matriz areno lodosa.

Terrazas bajas (Qal1): Depósitos de cantos subredondeados a redondeados de areniscas cuarzosas y resistentes, guijos ígneo-metamórficos, areniscas violáceas y fragmentos de cuarzo lechoso, en matriz areno – arcillosa.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

5.2.2 Geología estructural

El nororiente colombiano de Los Andes es un territorio geológicamente complejo y tectónicamente dinámico; su conformación está relacionada con la interacción de las placas tectónicas Nazca, Caribe y Suramérica. El área de Santander por encontrarse dentro de este dominio despierta gran interés y genera discusiones sobre su origen y su conformación geológica.

El Departamento de Santander se encuentra localizado en una región tectónica compleja y dinámica, que representa a una zona de influencia entre los límites de las placas tectónicas del Caribe y la suramericana, conocida como bloque Andes del Norte o bloque Norandino en los trabajos de Kellogg (1984); Case, et al. (1984); Kellogg, et al. (1985); James (1985) y Boinet (1985), entre otros.

Para la caracterización tectónica del territorio de Santander se ha subdividido en tres provincias tectónicas como son la del Macizo de Santander, que está conformada por los bloques de Floresta, Cucutilla, Pamplona y de Ocaña; la del Valle Medio de Magdalena, y la de la Cordillera Oriental.

El área de estudio se encuentra en la provincia tectónica de la Cordillera Oriental (Figura 31). La cual se caracteriza por pliegues anticlinales y sinclinales amplios, limitados por fallas inversas y de cabalgamiento, de direcciones NE y NW, con inclinación predominante hacia el oriente.

Constituye una cobertera sedimentaria con cubrimiento de una gran extensión de la Cordillera Oriental. En el Departamento de Santander, está restringida a dos bloques, el principal localizado en la región central estructural y el menor ubicado en la región oriental. Esta provincia está conformada por rocas sedimentarias generalmente plegadas, de edades jurásicas y cretácicas; el bloque principal o central está limitado al oriente por las fallas Riachuelo y Bucaramanga-Santa Marta, y al occidente por la Falla La Salina, mientras el bloque oriental está limitado al oriente por la Falla de Servitá y al occidente por las fallas Bucaramanga-Santa Marta y de Baraya.

El territorio santandereano se caracteriza por presentar tres estilos estructurales diferenciables, los cuales identifican tres regiones estructuralmente bien definidas del departamento: uno de fallamiento en bloques en la región oriental; otro de plegamientos en la región central, y el graben del Magdalena, en la región occidental (Figura 37) se toma como referencia la descripción en la memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001).

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

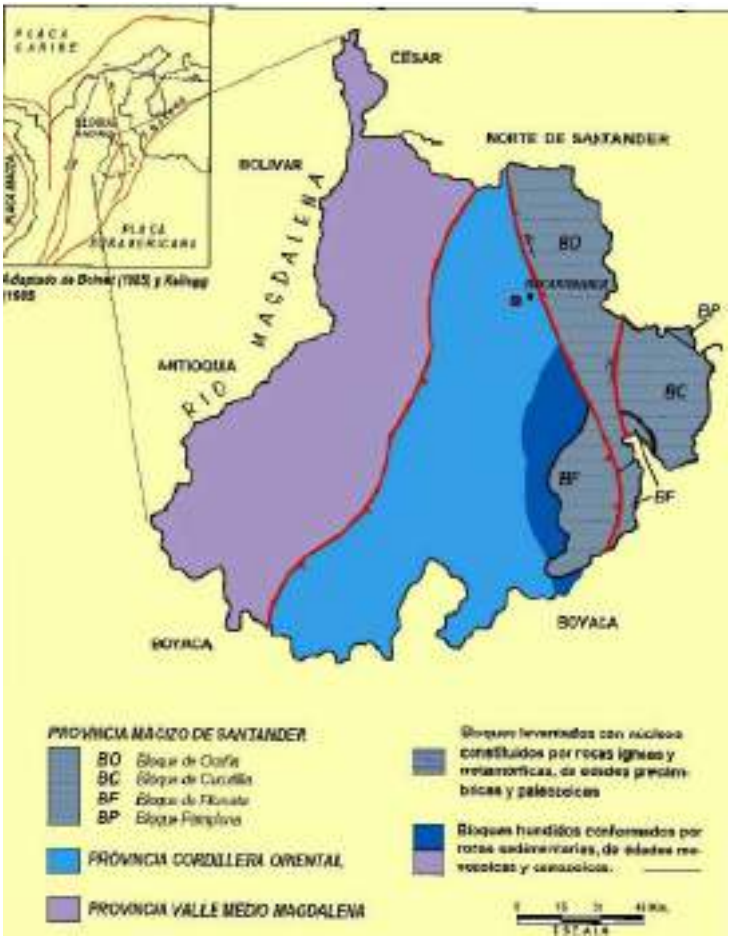


Figura 37. Esquema tectónico departamento de Santander, la zona de estudio esta demarcada en rojo.
Fuente: Tomado y modificado de memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001).

El área de estudio, Barrio Galán se encuentra en la región central (Figura 38) está al NW de la falla del Suarez.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

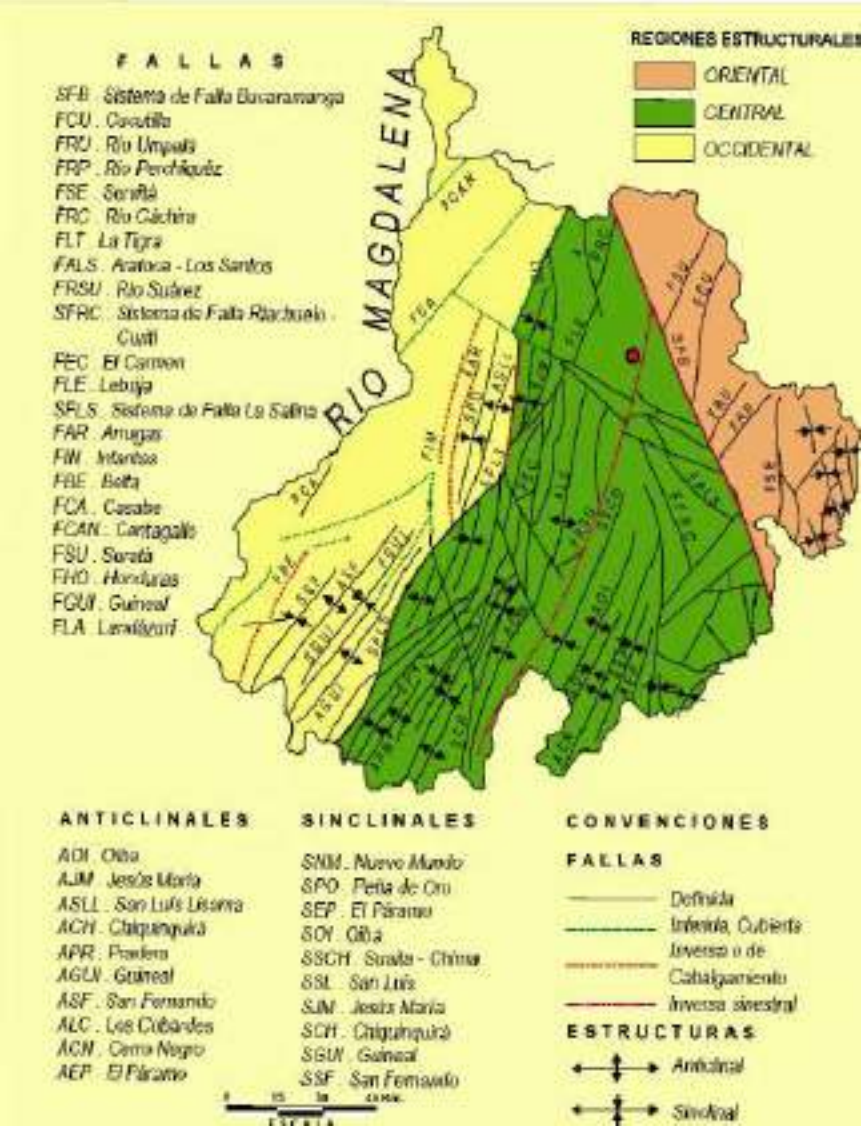


Figura 38. Esquema estructural departamento de Santander, la zona de estudio esta demarcada en rojo.

Fuente: Tomado y modificado de memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001).

De acuerdo con lo que se puede observar en la Ilustración 1 el área de estudio está en cercanías de la falla del Suarez.

En Figura 32 la zona de estudio que está sobre el barrio Galán exactamente junto al rio de oro y cerca de la planta vidagas se encuentra al noroeste la falla del Suarez.

Geográficamente conforma la cadena montañosa de las estribaciones occidentales de la Cordillera Oriental, en donde se destacan amplias estructuras anticlinales y sinclinales,

limitadas por fallas inversas y de cabalgamiento con inclinación hacia el oriente. En esta región se describen de oriente a occidente, los principales anticlinales, sinclinales y fallas geológicas.

La región central está localizada entre la Falla de Bucaramanga-Santa Marta al oriente y la Falla La Salina al occidente. Geográficamente conforma la cadena montañosa de las estribaciones occidentales de la Cordillera Oriental, en donde se destacan estructuras anticlinales y sinclinales amplias, limitadas por fallas inversas y de cabalgamiento con inclinación hacia el oriente.

- **Falla de Bucaramanga-Santa Marta**

Es el rasgo estructural más evidente y de gran extensión que cruza la región centro-oriental del Departamento de Santander, en dirección aproximada N20°W y cuyo trazo rectilíneo se expresa claramente en imágenes de satélites y fotografías aéreas. Es considerada un sistema de fallas de rumbo (CAMPBELL, 1965; LEON, 1991; VARGAS Y NIÑO, 1992; CLAVIJO et al., 1993; CLAVIJO, 1994ª), con movimiento sinestral, cuyo desplazamiento es calculado por Campbell (1965) y Tschanz, et al. (1969, 1974) en unos 100 a 110 km; tiene una componente vertical importante, según Julivert (1958, 1961), Ward, et al. (1973), Paris y Sarria (1988), Royero (1994), que hace que esta falla se comporte en algunos sectores como inversa y en su extremo meridional aún de cabalgamiento (BOINET, 1985; ULLOA, 1990, Comunicación verbal).

En el territorio del Departamento de Santander se ha encontrado evidencias de actividad neotectónica (lineamiento, facetas triangulares, lomos de ganchos, drenajes adaptados, laguna de falla, lomo de obturación) de la Falla Bucaramanga-Santa Marta, especialmente en la Meseta de Bucaramanga (donde afecta los niveles interiores de la secuencia estratigráfica) de edad Plioceno-Pleistoceno, según Julivert (1963), Paris y Sarria (1988), León (1992), Vargas y Niño (1992), Reyes y Barbosa (1993).
En el Cañón del Rio Chicamocha también se han encontrado evidencias de neotectonica de esta falla (drenaje desplazado, terrada basculada, cantos rotos, lomos de obturación), según Castro y Bernal (1992) y Carrillo y Bernal (1992).

- **Falla del Suarez**

Esta falla se extiende por una longitud de unos 120 km desde Barbosa al sur hasta la Falla Bucaramanga-Santa Marta 5km al norte de la capital santandereana; su trazo tiene una dirección N20°E y N25°E, con inclinación al occidente y sigue el curso de los ríos Suarez y Río de Oro. Es una falla inversa de ángulo alto, con una componente vertical importante. París y Sierra (1988) calculan una velocidad de desplazamiento vertical de 0,1 mm/año; además, se trata de una falla de rumbo con desplazamiento sinestral. El desplazamiento vertical se ha calculado entre 400 y 2300 m (WARD, et al., 1973).

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

La Falla del Suárez, al occidente del pueblo de Girón afecta capas de la Formación Girón, las cuales se pliegan por arrastre, alcanzando posiciones verticales y en algunos casos invertidas. En cercanías de la falla se observa un fuerte fracturamiento y un alto grado de meteorización de las rocas hasta el punto de llegarse a confundir con depósitos cuaternarios (JULIVERT, 1963).

5.2.3 Unidades Geológicas para Ingeniería (Local)

Se caracterizaron y cartografiaron las Unidades Geológicas Superficiales a escala detallada, según las condiciones físico-mecánicas de los suelos en diferentes sitios, siguiendo la metodología y nomenclatura del INGEOMINAS (2007).

Las Unidades Geológicas Superficiales corresponden a un conjunto de materiales que incluyen suelos y rocas, cuyas propiedades se conservan por debajo de la superficie hasta algunas decenas de metros. Las UGS se utilizan como herramienta para evaluar el comportamiento mecánico de los terrenos ante diferentes usos, como desarrollo de obras de infraestructura, desarrollos mineros y demás usos definidos en los planes de ordenamiento territorial.

Factores considerados para caracterizar las Unidades Geológicas Superficiales (UGS)

En la cartografía geológica para ingeniería, la clasificación de rocas y suelos está basada en las propiedades físicas de dichos materiales en su estado actual, dependiendo de la combinación de factores como el origen, la diagénesis, la historia tectónica, el metamorfismo y los procesos de meteorización, los cuales gobiernan el comportamiento mecánico de dichos materiales (resistencia, deformabilidad, durabilidad, y permeabilidad, entre otros). Para la descripción y caracterización de las unidades geológicas superficiales, se tienen en cuenta cinco parámetros fundamentales: Litología (composición y textura), dureza o resistencia, condición de las discontinuidades, grado de meteorización y rasgos estructurales. Estas características se obtienen mediante la descripción de perfiles de afloramientos rocosos, exploración del subsuelo, muestreo de suelos y rocas, ensayos in situ y análisis de laboratorio, debido a las condiciones que se presentaron en el área de estudio algunas de estas características se restringen para el análisis y resultados a presentar.

La International Asociation of Engineering Geology (IAEG) recomienda usar propiedades geológicas que de alguna manera indican las características geológicas de ingeniería, como las que se relacionan a continuación:

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Litología

Características de textura y estructura tales como la distribución del tamaño de las partículas, su correlación con el peso unitario y la porosidad.

Contenido de humedad, humedad de saturación, consistencia, diaclasamiento, alteración y grado de meteorización.

Composición mineralógica, la cual está estrechamente relacionada con el peso específico, los límites de Atterberg y el índice de plasticidad.

Grado de Meteorización

Es uno de los aspectos que juega un papel importante en la caracterización de las unidades superficiales, se define como la descomposición física y química In situ de los materiales cercanos a la superficie de la tierra. Influye en la formación de los suelos residuales, estabilidad de las laderas y en la acción de los procesos erosivos, al igual que sobre las propiedades físico–mecánicas de las rocas tales como densidad, esfuerzo a la comprensión inconfinada, esfuerzo a la tensión inconfinada, porosidad, permeabilidad, deformabilidad y consistencia. Para definir el grado de meteorización de las rocas se utilizaron los perfiles generalizados de Deere y Patton (1971) y Dearman (1974, 1991).

Grado de fracturamiento o discontinuidades:

Se definen como planos o fracturas de origen mecánico o sedimentario que independizan o separan bloques de roca. En la Tabla 12, se muestra una de las clasificaciones del grado de fracturamiento tenida en cuenta en el estudio de las discontinuidades.

Tabla 12. Condición de fracturamiento de las rocas.

INTERVALO DE SEPARACION (espaciamiento)*	> 2 m (mayor de 200 cm)	60 - 200 cms	20 - 60 cm	6 - 20 cm	< 6 cm (menor de 6 cm)
CLASIFICACION (Grado de fracturación)	MASIVA	POCO FRACTURADA	FRACTURADA	MUY FRACTURADA	FRAGMENTADA o TRITURADA
CARACTERISTICAS	Discontinuidades bastante espaciadas (mayor de 2 m)	Fracturas regularmente espaciadas a ampliamente espaciadas	Fracturas próximas o moderadamente espaciadas	Fracturas muy próximas o estrechamente espaciadas. Las rocas se separan en bloques tabulares	La roca se presenta triturada, astillosa y se separan en lajas con facilidad

* Según Bieniawsky (1979), Dearman (1991) y Medina (1997).

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

De acuerdo con los factores considerados para caracterizar las Unidades Geológicas Superficiales (UGS) (según su origen, litología, grado de meteorización, y grado de fracturamiento o discontinuidades en roca, entre otros aspectos), en el sitio estudiado las UGS se dividieron en:

5.2.3.1 Unidades de Suelo

Para la clasificación de estas unidades se tomó como base la clasificación genética utilizada por el INGEOMINAS (2007) (Tabla 13).

Tabla 13. Clasificación genética de las unidades de suelo. Modificado de Montero (2001).

Tipo	Origen	Nombre de los depósitos
Residual	In situ	Suelo Laterítico y Suelo Saprolítico
Transportado	De Ladera	De gravedad: depósitos coluviales y flujos de tierra
	Aluvial – Fluvio torrencial	Aluviones en el lecho o fuera de él (Llanura de Inundación, Barras, Terrazas, Abanicos, Deltas)
	Glaciares	Fluvioglaciares
	Antrópico	Materiales diversos, naturales o no (Rellenos sanitarios, presas, escombreras y rellenos de disposición)

De acuerdo con la Tabla 13, en el sector estudiado, se presentan según la clasificación del INGEOMINAS 2007, en la zona estudiada:

Suelos transportados:
Esta unidad corresponde a material que ha sufrido algún tipo de transporte, en este caso se refiere a materiales transportados por efectos de la gravedad, movimientos en masa, actividad antrópica, corrientes de agua y principalmente la lluvia, los suelos transportados están conformados por clastos de diferente composición litológica (rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas), se pueden hallar embebidos en una matriz arcillosa a arenosa, suelos varían de

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

compactos a no compactos. Según lo anterior los suelos transportados se clasificaron de la siguiente manera:

Aluvial-Fluviotorrencial

- **Suelos aluviales de cauce activo (Sal):**

Dentro del área de estudio se observó sedimentos recientes que han sido transportados y depositados por los ríos y quebradas, conformando los cauces activos, abandonados y llanuras de inundación. Están conformados por bloques, cantos, grava, arena y finos, compuestos por cuarzo, chert, cuarcitas y líticos de composición variada, con forma subredondeada a redondeada, por lo general clasto soportados, con tamaños y granulometría heterogénea, en condición suelta, embebidos en matriz areno limosa. Con espesor promedio entre 0.5 y 1.0 m.



Figura 39. Se observa suelo aluvial de cauce activo (rio de oro) y terraza baja.

- **Suelos de Terrazas Bajas (Sat1):**

Corresponden a depósitos aluviales, acumulados en forma de escalones en las márgenes de los ríos y arroyos, con tamaño de grano arena, grava, cantos y bloques, redondeados a subredondeados, con alta esfericidad, cuya composición varía según la litología de las zonas atravesadas por las corrientes. La matriz es principalmente areno-arcillosa, de consistencia baja a media, generalmente son matriz soportados, sueltos y permeables, con humedad baja, siendo fácilmente disgregables o erosionables. En la zona de estudio se encuentran terrazas bajas entre 1 a 2 m. ver Figura 33 y Figura 34.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Figura 40. Se observa terraza baja (Sat1) sobre el margen del rio de oro y también se evidencia geoforma de Suelos de llenos antrópicos de basuras y escombros (Stlab). Fuente: Este estudio, 2023

De Origen antrópico:
Corresponden a materiales heterogéneos dispuestos por el hombre, generalmente de manera caótica y sin ningún tratamiento o adecuación, con el objeto de cumplir los requerimientos de los diseños de obras de ingeniería. Están compuestos por materiales tamaño arena, arcilla, grava y son producto de residuos de construcción o para adecuación de terrenos generalmente como cimentación de la vivienda o vías (INGEOMINAS, 2001).

- **Suelos de llenos antrópicos de basuras y escombros (Stlab)**

Corresponden a materiales heterogéneos, dispuestos por el hombre, generalmente caóticamente y sin ningún tratamiento o adecuación, conformados por acumulaciones de material de desechos de construcción mezclados con desechos orgánicos y basuras que contienen caucho, papel, cartón, telas y plásticos, entre otros. En el área de estudio se pueden observar áreas compuestos por fragmentos de concreto, se pueden apreciar restos de diversos materiales (plásticos, tabletas de mampostería, fragmentos de vidrios, pequeños pedazos de tubería de pvc, entre otros) ().

A continuación, en la Tabla 14 se resumen las características principales de las unidades geológicas para ingeniería presentes en el área.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 14. Unidades geológicas de Ingeniería

UNIDAD GEOLÓGICA BÁSICA/EDAD	UNIDAD GEOLÓGICA SUPERFICIAL (Clase de material)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Cuaternario	Suelos aluviales de cauce activo	Sal	Materiales sueltos y heterogéneos, de suelos y/o fragmentos de rocas angulares a subangulares, depositados por la graedad, lavado de la lluvia o movimientos de masa.
	Suelos aluviales de terraza baja	Sat1	Son depósitos clasto soportados a matriz soportados, originados principalmente por acción de la gravedad, sobresaturación de suelos residuales y depósitos de coluvión, en épocas de fuerte invierno. Están compuestos por gravas y una matriz limo arenosa
	Suelo de llenos antrópicos de basuras y escombros	Stlab	Corresponden a materiales heterogéneos, dispuestos por el hombre, generalmente caóticamente y sin ningun tratamiento o adecuación, conformados por acumulación dematerial de desechos de construcción mezclados con desechos orgánicos y basuras.

A continuación, en la Figura 35 se presenta el mapa geológico de unidades para ingeniería del área de estudio Barrio Jose Antonio Galán.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

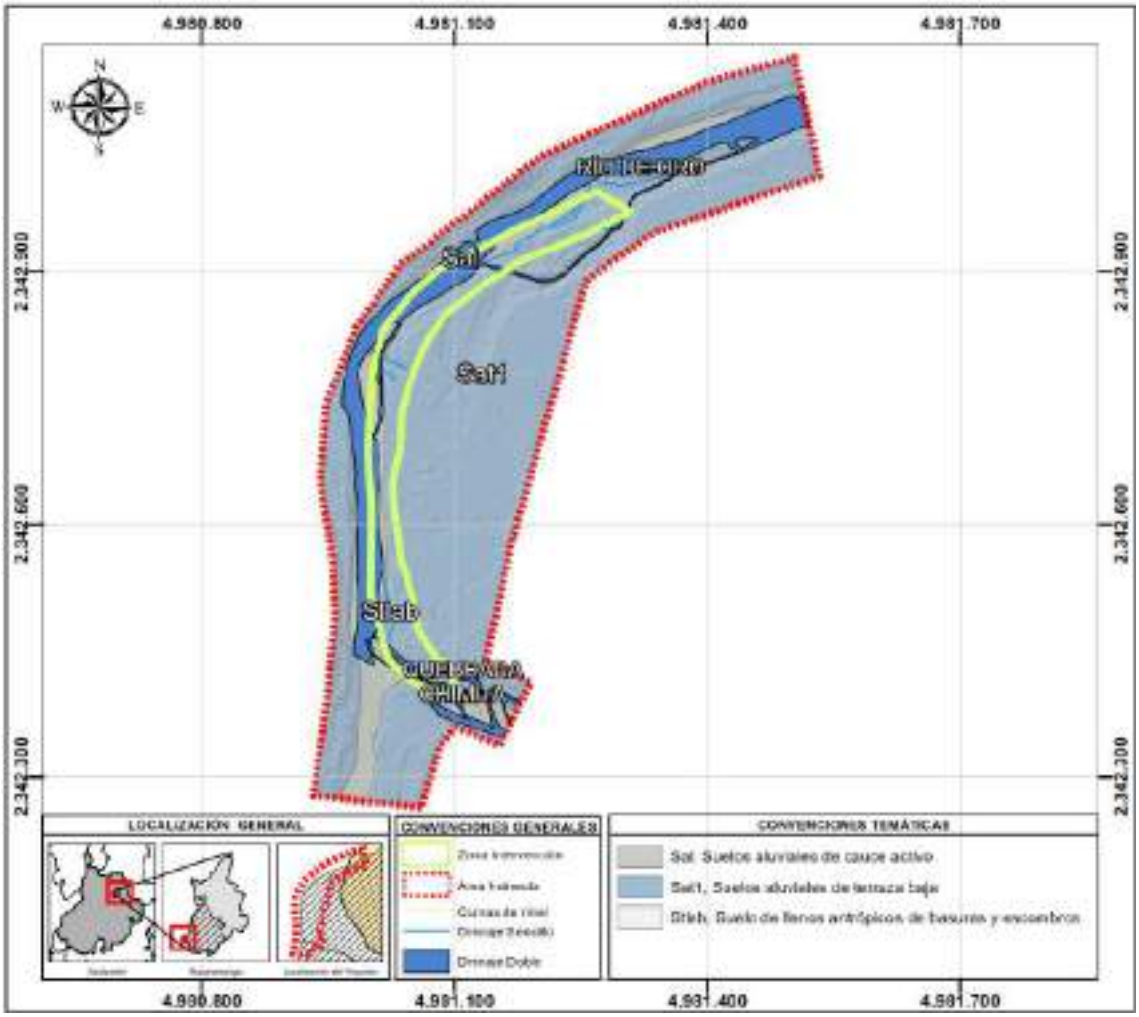


Figura 41. Mapas de Unidades Geológicas para Ingeniería área de estudio Barrio Jose Antonio Galán
Fuente: Este estudio, 2023

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

5.2.4 Geomorfología

5.2.4.1 Metodología

En el estudio de las formas del terreno, fue indispensable la utilización de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), las imágenes satelitales, y el Modelo Digital del Terreno (MDT) elaborados, con el que se calcularon otros factores como las pendientes del terreno, el modelo de sombras, entre otros; con el fin de determinar por medio de interpretación, los tipos de materiales involucrados, los procesos morfodinámicos, y las formas predominantes del terreno. Para su caracterización se consideró la metodología de trabajo que desarrolla la entidad del estado cuya misión es la evaluación de las amenazas naturales (SGC-metodología Carvajal-2011), cuyo marco de jerarquía difiere ligeramente en los niveles de categorización y conceptualización genérica.

A continuación, se enlistan algunos de los insumos utilizados para la caracterización geomorfológica del área de estudio.

- ArcGIS 10.4
- Mapa Geológico (1:25.000): 109 – Zonificación Sismogeotécnica indicativa del área metropolitana de Bucaramanga
- Imagen Satelital: Lidar
- Modelo Digital del Terreno
- Modelo de Sombras

5.2.4.2 Geomorfología de la Zona de estudio según (SGC)

La zona de estudio se encuentra ubicado morfológicamente en la geomorfoestructura correspondiente al sistema Orogénico Andino, conformado a su vez por la provincia geomorfológica Cordillera Oriental (Carvajal, 2002-2002a, y Mendivelso 2009). En la Figura 36 se muestra el esquema de jerarquización geomorfológica propuesto para el estudio del área del barrio Jose Antonio Galán.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Figura 42. Esquema de Jerarquización geomorfológica.
Fuente: Tomado y Modificado de Velásquez (1999), Carvajal (2002-2008).

5.2.4.2.1 Geomorfoestructura

La geomorfoestructura se refiere a grandes áreas geográficas o amplios espacios continentales o intra continentales caracterizados y definidos por estructuras geológicas y topográficas regionales que han tenido deformación o basculamiento y posiblemente metamorfismo o intrusión ígnea. Se consideran como geomorfoestructura: Los escudos, los bloques de origen continental (Plateaus Orogénicos o Epirogénicos), grandes cuencas de sedimentación, cuencas intracratónicas y rift valleys, plataformas y cinturones orogénicos. Corresponde según Velásquez (1999) a escalas de trabajo menores de 1: 2.500.000.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Figura 43. Localización zona estudio en el mapa Geomorfo estructural de Colombia. Fuente: Tomado y Modificado de Mendivelso (2009).

El área de estudio del barrio Jose Antonio Galán se encuentra ubicada morfológicamente en la geomorfoestructura correspondiente al sistema orogénico andino (Figura 37) descrito por Mendivelso (2009) y dentro de este sistema hace parte la geomorfoestructura de cordillera (Carvajal 2011).

5.2.4.2.2 Provincia Geomorfológica

Corresponde a un conjunto de regiones con geoformas parecidas y definidas por un macro relieve y una génesis geológica similar. Localmente se relacionan con las regiones naturales y con los terrenos geológicos de Colombia los cuales están delimitados por el trazo de mega fracturas y suturas definidas o inferidas (Ingeominas 1999, Velásquez 1999, Irving 1971, Etayo y otros 1986, Villota 1997). El área de estudio se encuentra localizada en la Cordillera Oriental (Figura 38).

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

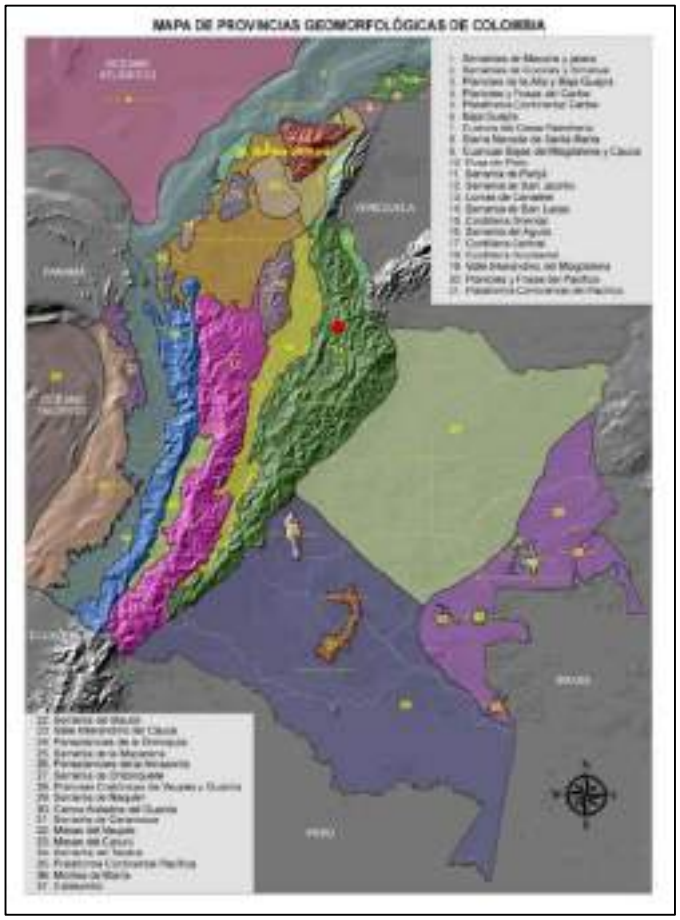


Figura 44. Localización zona de estudio en el mapa de Provincias de Colombia. Fuente: Tomado y Modificado de Mendivelso (2009).

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

El nombre propuesto para la provincia geomorfológica es compuesto y consiste en un término morfológico de macro relieve, combinado con un nombre geográfico definido por el nombre del terreno geológico o región natural respectiva Mendivelso (2008-2009).

5.2.4.2.3 Regiones

Las regiones hacen alusión a los ambientes morfogenético que predominan en el área de estudio, e involucra a las geoformas relacionadas a la génesis de los paisajes, y definidas por un marco de ambiente morfogenético definido y afectados por procesos dinámicos parecidos. Aquí se pueden agrupar áreas equivalentes a vertientes que estén contenidas dentro de una provincia geomorfológica y que representen un ambiente morfogenético particular con condiciones climáticas homogéneas: Eólico, lacustre, fluvial, volcánico, glaciar, denudativo, marino y costero, kárstico, estructural, estructural denudativo y antropogénico.

Tabla 15. Clasificación de unidades Geomorfológicas según su origen (Ingeominas, 2001).

ORIGEN PRINCIPAL	EJEMPLOS DE FORMAS CON UN ORIGEN ESPECIFICO
FLUVIAL (Erosión Fluvial y Sedimentación)	Geoformas de acumulación y complejas planicies aluviales, transicionales y erosiónales.
LACUSTRE (Erosión Lagunar y Sedimentación)	Geoformas producto de niveles de agua alta (Terrazas), fondos de lagos. (Evaporitas/Playa, no Evaporitas)
MARINO (Erosión Marina y Sedimentación)	Geoformas de ambientes de alta energía, (materiales de grano grueso); de ambientes de baja energía (materiales de grano fino); y asociadas a complejos levantamientos.
VOLCÁNICO (Actividad Volcánica)	Geoformas de conos, cráteres, escarpes volcánicos, flujos de lava y labradas en materiales piroclásticos.
DENUDACIONAL (Meteorización, desgaste de masa, Erosión Linear)	Geoformas asociadas a desgaste, efectos litológicos no mayores. Geoformas influenciadas por la litología y erosión fluvial linear asociadas con procesos denudativos específicos (desgaste de masas).
ESTRUCTURAL (Fallamiento)	Geoformas asociadas con las capas de roca estratificadas o estructuralmente controladas, relacionadas con plegamientos, fallamiento y levantamiento.
ESTRUCTURAL-DENUDACIONAL	Asociaciones denudacionales y estructurales.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

ORIGEN PRINCIPAL	EJEMPLOS DE FORMAS CON UN ORIGEN ESPECIFICO
KÁRSTICO (Solución y Redepositación)	Geoformas positivas (Colinas), negativas (Depresiones), estructurales y otras (Complejos).
EÓLICO (Erosión por el Viento y Sedimentación)	Geoformas de acumulación (Activas/No activas), y de deflación.
GLACIAL (Erosión y Sedimentación)	Geoformas erosiónales dominantemente de glaciación continental, glaciación de montañas y de acumulación (dominantemente morrenas, hielo, y lomos)
ANTROPOGÉNICO	Aquellas formas del relieve que son el producto de modificaciones causadas por intervención del hombre.

Según la 15, La zona de estudio (Barrio Galán) se encuentra caracterizada por dos regiones que representan los ambientes morfogenéticos, los cuales son: Ambiente Fluvial y Ambiente Antropogénico.

Tabla 16,. Unidades geomorfológicas de la zona de estudio (Carvajal 2011).

GEOMORFOESTRUCTURA	REGIÓN	UNIDAD	SUBUNIDAD	SÍMBOLO
Orógeno Andino	Ambiente Fluvial	Depósitos aluviales	Cauce o lecho actual del rio	F1
			Planicie o llanura de inundación	F2
	Ambiente Antropogénico	Rellenos	Llenos Mixtos	A5

5.2.5 Unidades y Subunidades geomorfológicas de la Zona de estudio

De la zona de estudio se identificaron unidades y subunidades de los ambientes fluvial y antropogénico. Estas Unidades se definieron con base en criterios genéticos, morfológico, geométrico, y en función de los procesos geomorfológicos específicos, ya sea de carácter erosivo o de acumulación. Para la delimitación de las geoformas se utilizaron imágenes satelitales y el modelo digital del terreno, las cuales evidenciaban todos los parámetros previamente mencionados junto a procesos dinámicos activos.

5.2.5.1 Geoformas de Origen Fluvial (F)

Estas geoformas incluyen la superficie del abanico de Bucaramanga, que se distingue como la forma más representativa del terreno en el área y sobre el cual se ha construido más del 80% de la ciudad, así como las diferentes superficies de terraza, valles aluviales asociados a las quebradas y ríos de la región.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Las geoformas de origen fluvial, en la zona de estudio, son el producto de la intensa erosión y depositación por acción de las corrientes, que a su vez son afluentes, la quebrada Chimita cauce activo (F1), con depósitos formando algunas planicies o llanuras de inundación (F2). A continuación, se hace una breve descripción de las unidades aflorantes en la zona de estudio:

- **Cauce o lecho actual del rio (F1)**

Corresponde a las áreas por donde frecuentemente circulan las corrientes permanentes de agua. Dependiendo de la época del año estas geoformas pueden presentar una pequeña variación a la escala cartografiada, debido a la divagación de las corrientes.
En las zonas de San Antonio del Carrizal (municipio de Girón) se encuentran cauces activos de menos de 10 m de ancho, parcialmente canalizados y con algunas casas construidas muy cerca de su lecho. De otra parte, en los valles de los ríos Frío y de Oro, los cauces son bastante amplios con algunas casas construidas muy cerca del rio sobre las terrazas.



Figura 45. Vista del rio de oro el cual se corresponde a geoforma de cauce o lecho actual del rio.
Fuente: Este estudio, 2023.

- **Planicie o llanura de inundación (F2)**

Encierra todas aquellas zonas por donde las corrientes permanentes han venido trabajando. También se conoce como zonas de divagación de corrientes fluviales, estos depósitos se caracterizan por presentar materiales sueltos dejados por una corriente natural de agua o por un movimiento de tipo flujo canalizado. Se localiza a lo largo del valle del río de Oro.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Figura 46. Se observa planicie o llanura de inundación en los bordes del rio de oro. Fuente: Este estudio, 2023

5.2.5.2 Geoformas de Origen Antrópico (A)

Son formas del terreno cuyo origen está ligado a las actividades humanas de explotación de recursos del subsuelo y al acondicionamiento del terreno tanto para la construcción de obras civiles como para la disposición de desechos tanto orgánicos como inorgánicos. En la zona de estudio predomina la geoforma de origen antrópico asociado a llenos mixtos (A5).

- **Llenos mixtos (A5)**

En su gran mayoría estas geoformas pertenecen a llenos realizados por el hombre y sus materiales por lo general se componen de acumulaciones de escombros, mezclados con frecuencia con basura.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Figura 47. Se evidencia llenos mixtos (A5) en el borde del rio de oro en el barrio Galán. Fuente: Este estudio, 2023.

A continuación, en la Figura 42 se presenta el mapa geomorfológico de la zona de estudio Barrio Galán.

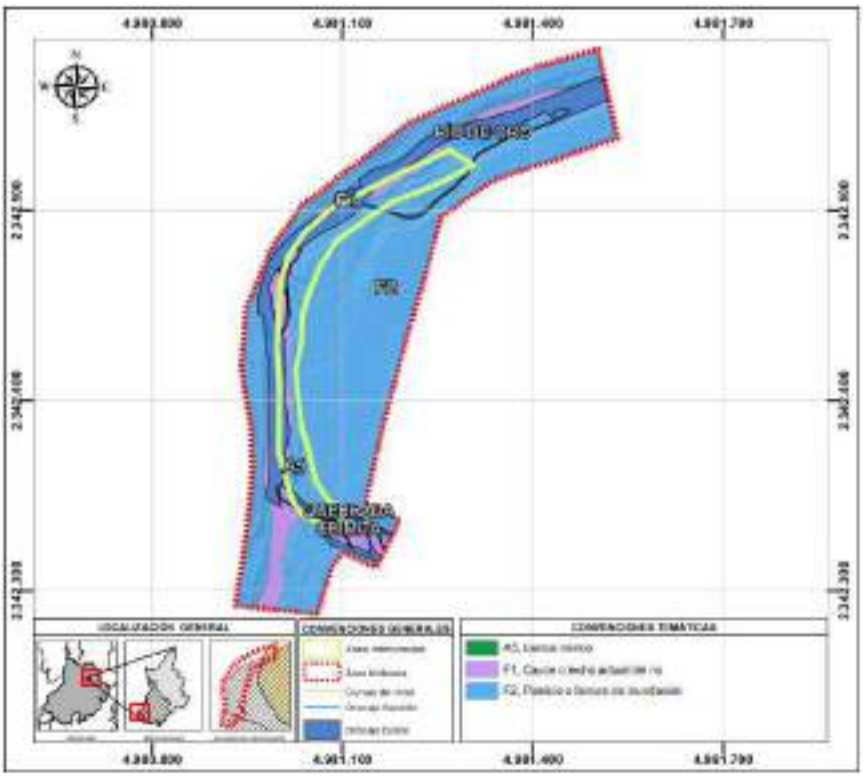


Figura 48. Unidades Geomorfológicas para zona de estudio Barrio Galán.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

6. ANÁLISIS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR INUNDACIÓN

6.1 ANÁLISIS DE AMENAZA

De acuerdo a los niveles de inundación obtenidos en capítulos anteriores se presenta el mapa de amenaza por inundación de acuerdo a los siguientes criterios de la CDMB.

- **Amenaza Alta:** Se considera como amenaza alta todas aquellas áreas que se encuentran inundadas para un periodo de retorno de 100 años.
- **Amenaza Media:** Se considera como amenaza media todas aquellas áreas que al momento del análisis hidrodinámico están entre los niveles alcanzados para una frecuencia de ocurrencia de 100 y 500 años.
- **Amenaza Baja:** Todas aquellas áreas para las cuales no existe inundación alguna bajo los periodos de retorno considerados.

En la figura 43 se observa el mapa de amenaza por inundación para un periodo de retorno de 100 años, como se aprecia gran parte del barrio Jose Antonio Galan presenta amenaza ALTA a inundación.

Por otro lado, en la figura 44 se presenta los resultados del mapa de amenaza por inundación del estudio “Convenio Interadministrativo No. 000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Río de Oro (tramo Nuevo Girón - Café Madrid) y del Río Frio (tramo PTAR - Girón)”. Con el fin de determinar el comportamiento hidráulico del flujo del cauce en el sector de interés (Inundación y socavación). En esta imagen se aprecia que las zonas de inundación obtenidas en los presentes estudios son congruentes con los estudios existentes.

En la figura 45 se muestra el mapa de la dinámica del rio de oro en este sector, correspondiente al DOCUMENTO DE DIAGNOSTICO AMENAZAS DE INUNDACIÓN Y EROSIÓN EN EL RIO DE ORO, VOL 1 - CONVENIO CDMB & GEOTECNOLOGÍA LTDA - JAIME SUAREZ-2005. En este mapa se puede apreciar que, el área actual del barrio José Antonio Galán, antiguamente correspondía a un antiguo cauce del Rio de Oro.

Por lo antes expuesto y ante el nivel de amenaza sobre este sector, se deben implementar obras de mitigación para el control de las inundaciones.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Figura 49. Mapa de amenaza por inundación periodo de retorno de 100 años

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

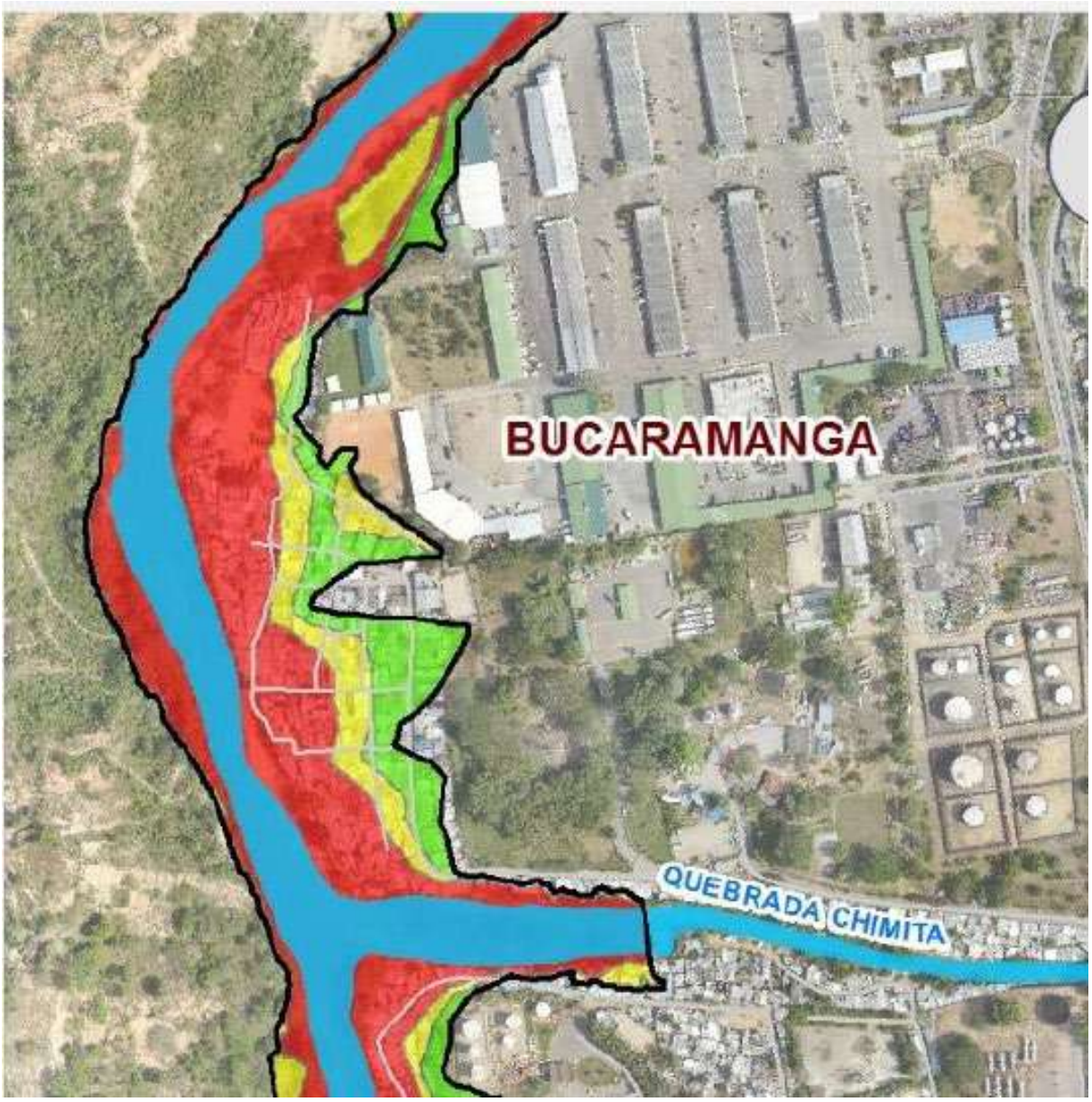


Figura 50. Mapa de amenaza por inundación 2016
Fuente: Convenio Interadministrativo No. 000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Río de Oro (tramo Nuevo Girón - Café Madrid) y del Río Frio (tramo PTAR - Girón)

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

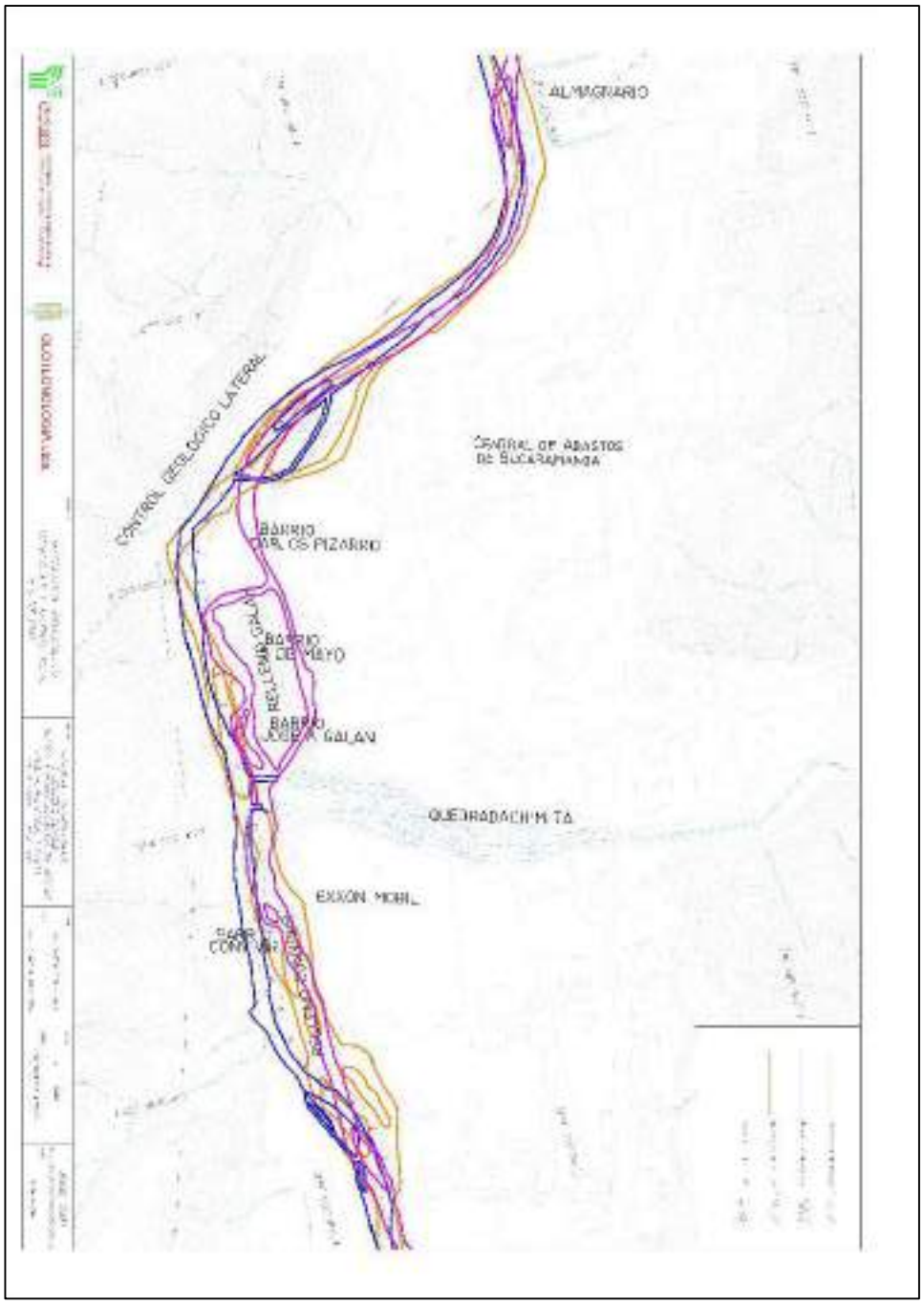


Figura 51. Dinámica del río de oro en los años 1957, 1966, 1978 y 1998
Fuente: GEOTECNOLOGIA LTDA - 2005

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

6.2 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad puede comprenderse como aquel conjunto de condiciones a partir de las cuales una comunidad esta o queda expuesta al peligro de resultar afectada por una amenaza, sea de tipo natural, antrópica o socio-natural. Adicionalmente se define como el grado de pérdida o destrucción de un elemento señalado o de un grupo de elementos en riesgo, como resultado de la ocurrencia de un fenómeno natural de magnitud determinada (Varnes, 1984).

La valoración de la vulnerabilidad puede definirse como el nivel potencial de daño o grado de pérdida de un determinado elemento, expuesto en una escala de 0 a 1.

Con el objeto de evaluar la vulnerabilidad de los elementos dentro del área en estudio, se caracterizaron los diferentes parámetros que se consideran como los más relevantes e influyentes en la valoración de la vulnerabilidad bajo la acción de efectos por fenómenos de inundación.

6.2.1 Factores para determinar la vulnerabilidad

La vulnerabilidad entendida como debilidad frente a las amenazas y como incapacidad de recuperación después de que ha ocurrido un evento, no solo depende de la vecindad física de las poblaciones a las fuentes de las amenazas, sino de otros múltiples factores de distinta índole, todos presentes en las comunidades.

Teniendo en cuenta lo anterior se presenta a continuación los factores que se requieren para definir la vulnerabilidad:

- Exposición: Se refiere a la localización de los elementos con respecto a la amenaza.
- Resistencia: La capacidad de los elementos a resistir el impacto de los eventos amenazantes.
- Resiliencia: La capacidad de una sociedad de recuperarse después del impacto.
- Recuperación: La capacidad de una sociedad de reconstruir después de un desastre.
- Aprendizaje: La capacidad de una sociedad de aprender de los desastres ocurridos.
- Adaptación: La capacidad de una sociedad de cambiar sus patrones de conducta a raíz de la ocurrencia de desastres.

Considerando estos factores se puede hablar de la existencia de una vulnerabilidad global, la cual requiere de un proceso complejo, dinámico y cambiante que determina la probabilidad de que una comunidad quede expuesta o no a la ocurrencia e impacto de un desastre, o que tenga más o menos probabilidad de recuperación.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Sin embargo, para este estudio se hizo énfasis en la vulnerabilidad física y económica de las estructuras existentes (edificaciones y vías), que se encuentran en el área del sector urbano.

6.2.2 Análisis de la Vulnerabilidad

El valor de vulnerabilidad para una construcción depende tanto de las características y calidad de las construcciones como de la localización de las amenazas, por tal motivo en este análisis se enfoca exclusivamente en la vulnerabilidad física, tal como lo establece el Anexo Técnico, con el ajuste a la escala de trabajo (1:2.000) y viene definida por:

$$V = I \times S$$

Dónde:

V: Vulnerabilidad

I: Intensidad del deslizamiento

S: Susceptibilidad de los elementos en riesgo

Este contempla la severidad de la acción del deslizamiento como la capacidad de resistencia brindada por los elementos. Los elementos en riesgo pueden dividirse en dos categorías, comúnmente, personas y elementos económicos.

6.2.2.1 Susceptibilidad de los elementos económicos

Los elementos económicos incluyen edificios, vías o rutas de transporte, y elementos naturales. La capacidad de resistencia para un grado de riesgo es asociada al tipo de estructura (o características de la misma) y el estado en que se encuentra, se aclara que, para el análisis sobre el tipo y estado de edificaciones, se hará con base en el predominio por manzana:

$$S_{eco} = 1 - \prod_{i=1}^{2}(1 - S_i)$$

Dónde:

Seco = Susceptibilidad de los elementos económicos.
Si = Factor de susceptibilidad que contribuye a la susceptibilidad de los elementos económicos, incluyendo Stipo y Smant

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Para edificaciones el tipo de estructura define la capacidad para resistir la deformación e impacto ocasionados por las fuerzas del deslizamiento. Seis categorías de estructuras y valores del factor de susceptibilidad se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17.Valores propuestos para el factor de susceptibilidad asociada con el tipo de estructura.

Tipo de estructura	Resistencia	Stipo
Estructuras simples, ligeras	Ninguna	1,00
Estructuras livianas	Muy baja	0,90
Muros en roca, concreto o madera	Baja	0,70
Muros en ladrillo o estructuras en concreto	Media	0,50
Estructuras en concreto reforzado	Alta	0,30
Estructuras reforzadas	Muy alta	0,10

El factor de susceptibilidad debido al tipo de edificación se calcula utilizando la Tabla 17; dependiendo de las estructuras encontradas en la zona, estas se podrán agrupar de la siguiente manera:

- Estructuras simples, ligeras: Aquellas que están construidas con materiales de recuperación, tales como madera, zinc, barro o cartón.
- Estructuras livianas: Edificaciones en mampostería de arcilla cocida o cemento no reforzada y sin elementos estructurales.
- Estructuras con muros en mampostería confinada: Edificaciones en mampostería de arcilla cocida o concreto con algunos elementos estructurales tales como vigas o columnas, que le brindan cierto grado de confinamiento.
- Estructuras en concreto reforzado: Edificaciones con sistema estructural a porticado que le brindan un alto grado de confinamiento.

El factor de susceptibilidad debido al mantenimiento puede asignarse de manera subjetiva, como el estado promedio de las edificaciones por manzanas, como se muestra en la Tabla 18.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 18.Valores propuestos para el factor de susceptibilidad por el estado de la edificación

Estado de la edificación	Smant
Deficiente	0,50
Malo	0,40
Medio	0,25
Bueno	0,10
Muy bueno	0,00

Con el objetivo de implementar la metodología propuesta en el anexo técnico se procedió a evaluar y calcular la susceptibilidad mediante visitas técnicas en las cuales se identificaron diferentes estructuras y sus condiciones de mantenimiento.

En el sector de Jose Antonio Galan, en la zona de influencia se identificó un tipo de vivienda, en las que se evidencio estructuras livianas, edificaciones en mampostería o cemento no reforzada y sin elementos estructurales.

6.2.2.2 Intensidad

Para este parámetro de acuerdo a los anexos técnicos está relacionado con la posición de los elementos expuestos con respecto a la amenaza. Sin embargo, para este parámetro se deben tener en cuenta características cinéticas y cinemáticas de las inundaciones y estas dependen de las precipitaciones en las cuencas y caudales en las fuentes hídricas, se propone como ajuste a la intensidad la evaluación de la posición de los elementos expuestos con respecto a la amenaza por inundación.

Tabla 19.Valores de intensidad para cada nivel de amenaza por inundación.

Amenaza	Intensidad
Alta	0,5
Media	0,3
Baja	0,1

Basados en los resultados del estudio de amenaza por inundación, se asignó un valor de intensidad a cada una de los elementos del sector Jose Antonio Galan del municipio de Bucaramanga, de acuerdo al nivel de amenaza en el que se encuentran catalogados.

6.2.2.3 Resultados de la Vulnerabilidad

Para toda la infraestructura pública, privada y la población que se encuentra dentro del sector del área de influencia de Jose Antonio Galan se calculó la vulnerabilidad aplicando la siguiente

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

metodología, en donde se asignó un porcentaje de relevancia a cada uno de los parámetros analizados.

$$Veco = Intensidad\ x\ Selementos\ en\ riesgo$$
$$Seco = 1 - (1 - Stipo)(1 - Smant)$$

Teniendo en cuenta las anteriores formulas se zonificaron las áreas de manera cualitativa de acuerdo a los siguientes criterios, los cuales se plasman en el mapa de vulnerabilidad.

Tabla 20.Calificación de la Vulnerabilidad.

Categoría de Vulnerabilidad	Rango
Alta	0.25<
Media	0,15 – 0,25
Baja	<0,15

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

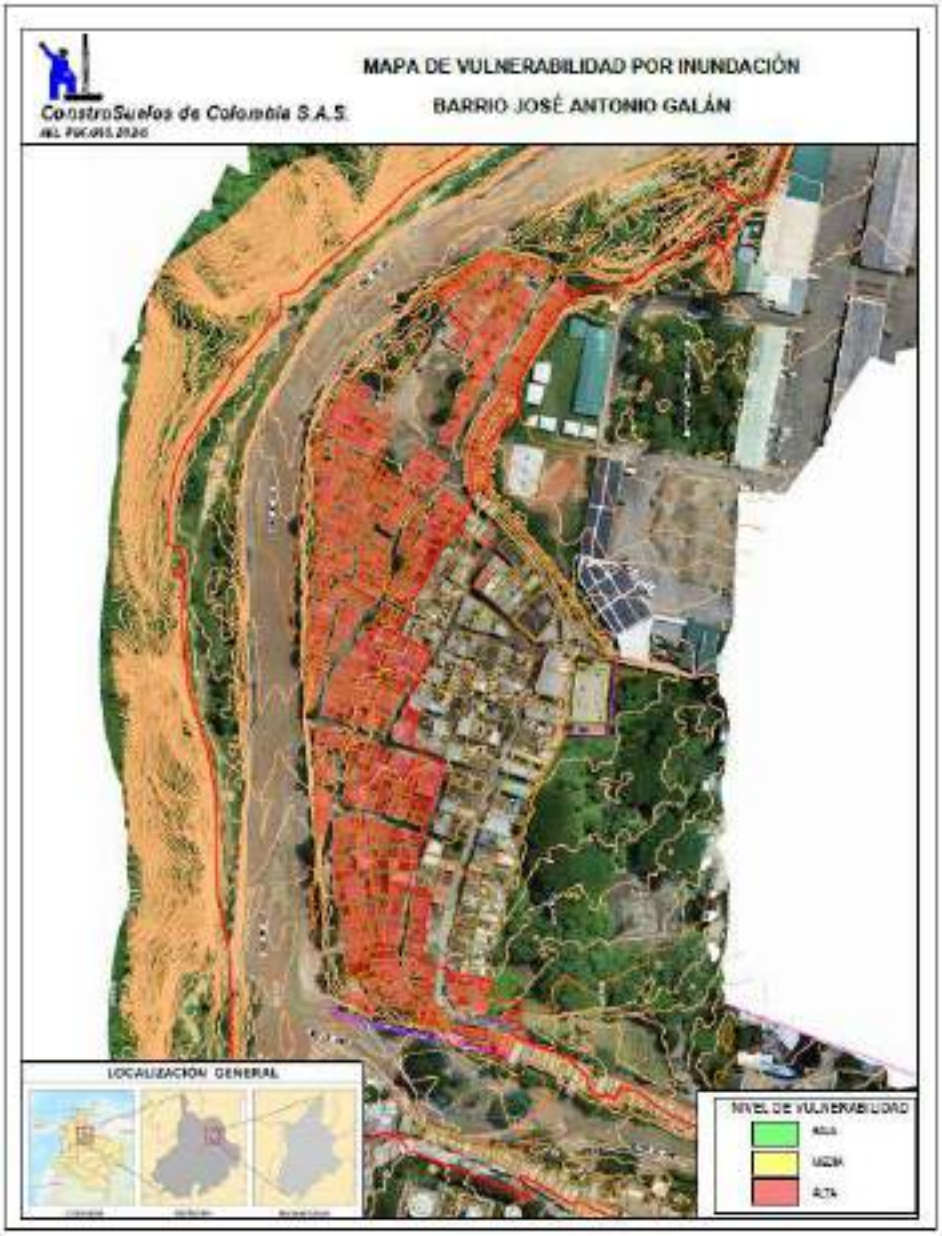


Figura 52.Mapa de vulnerabilidad a inundación en el Sector José Antonio Galán.

De la Figura 52 (mapa de vulnerabilidad) se observa que gran parte del sector de José Antonio Galán presenta vulnerabilidad alta.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 21.Clasificación de los niveles de vulnerabilidad.

Nivel de Vulnerabilidad	Descripción
Vulnerabilidad Baja	Los elementos con vulnerabilidad baja corresponden generalmente a estructuras en buen estado y que no se encuentran cerca a ningún drenaje.
Vulnerabilidad Media	Los elementos con vulnerabilidad media son aquellos que presentan una mayor susceptibilidad y adicionalmente se encuentran en zonas de drenaje propensas a presentar inundación.
Vulnerabilidad Alta	Los elementos que presentan vulnerabilidad alta se encuentran junto a los drenajes principales o en las zonas de divagación.

6.3 EVALUACIÓN DE RIESGO

El riesgo es el desastre potencial, definido como el daño, destrucción o pérdida esperada obtenida de la convolución de la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales amenazas, matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas y sociales en un cierto sitio y en un cierto período de tiempo. (Cardona, 1997a).

El riesgo se relaciona con algo que aún no ha sucedido, se refiere a una situación potencial y suele definir como las posibles consecuencias desfavorables económicas, sociales y ambientales que se pueden presentarse a raíz de ocurrir un evento dañino en un contexto de debilidad social y física ante el mismo.

Debido a la complejidad del fenomeno de inundacion y a la dinámica de los elementos expuestos, hay una variedad de posibilidades tanto en la amenaza como en la vulnerabilidad que hace necesario enriquecer el estudio para que sirva como herramienta en la planificación territorial y la prevención de desastres.

Se presenta una propuesta de zonificación del riesgo por inundación y se traduce metodológicamente en la combinación de la amenaza con los indicadores de vulnerabilidad que le son propios, para producir la estimación del riesgo ante esta amenaza.

La propuesta se apoya en la construcción de mapas temáticos para las amenazas y vulnerabilidades específicas.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

En el caso particular de este estudio se estimó el riesgo como el producto de la probabilidad de la amenaza por las consecuencias para los elementos en riesgo.

$$R = A \times V$$

Dónde: R: Riesgo

A: Amenaza por fenómenos de inundación

V: Vulnerabilidad

6.3.1 Resultados de la Evaluación del riesgo

El objetivo final del estudio es establecer los elementos en riesgo, para la generación del mapa de riesgo se cruzaron el mapa de amenaza y el mapa de vulnerabilidad además de las observaciones que se van generando en el cruce de estos mapas.

Conocido el valor de los elementos, así como su afectación acumulada, pueden determinarse las consecuencias, las cuales se presentan en el mapa de riesgo. El proceso de clasificación del riesgo se realizó a partir de la Tabla 22.

Tabla 22.Matriz de riesgos.

	Niveles de Amenaza		
Niveles de Vulnerabilidad	Alta	Media	Baja
Alta	**Alto**	**Alto**	**Medio**
Media	**Alto**	**Medio**	**Medio**
Baja	**Medio**	**Medio**	**Bajo**

Como resultado del proceso metodológico realizado y teniendo en cuenta que el riesgo está en función de la amenaza y la vulnerabilidad, se presenta a continuación el mapa de riesgo por inundación para el sector de Jose Antonio Galan .ver Figura 53

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

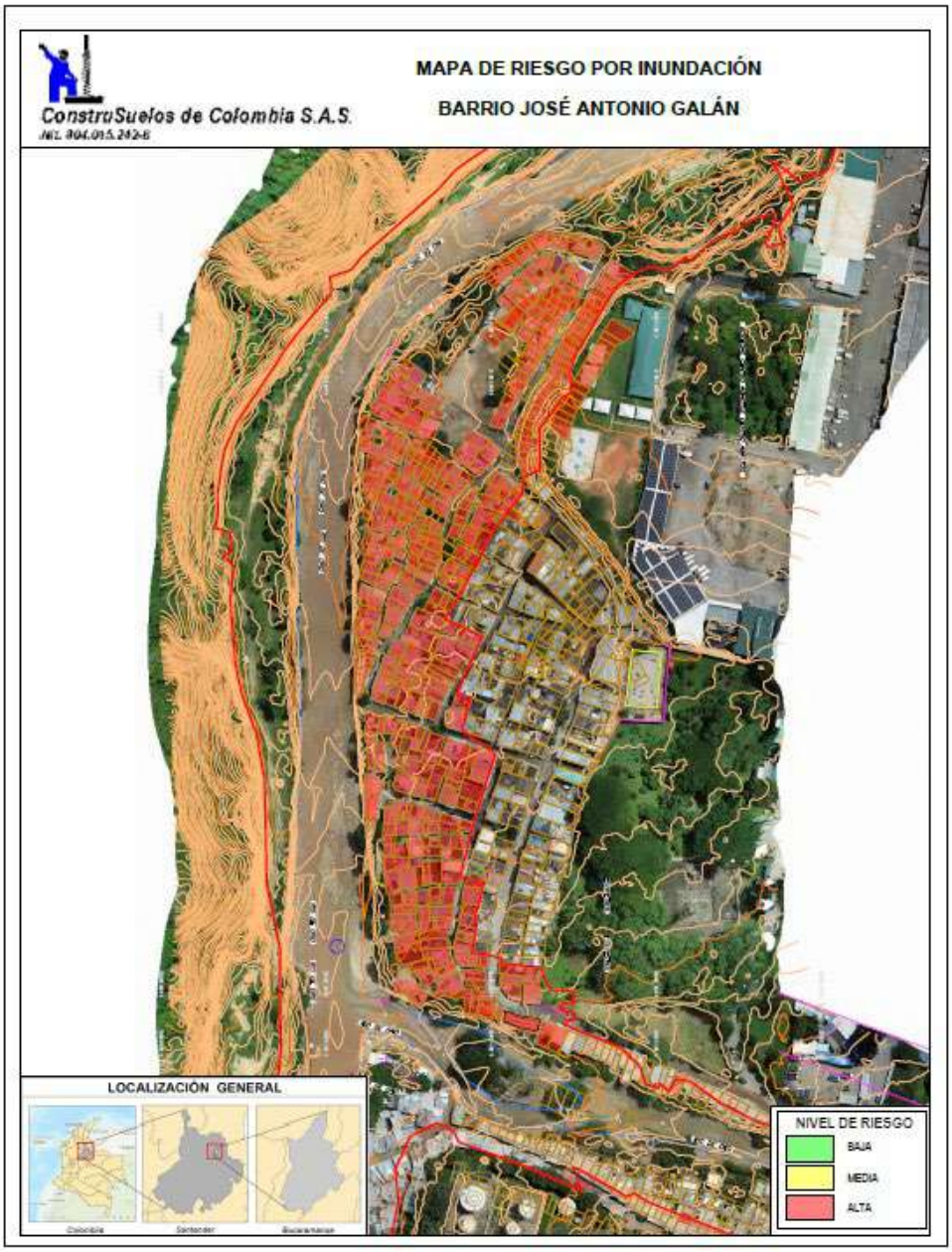


Figura 53.Mapa de riesgo por inundación corregir

En el mapa de riesgo se observa que el del municipio de presenta tres (3) niveles de riesgo alto, medio y bajo, en donde el riesgo alto predomina en toda el área en estudio.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 23.Clasificación de los niveles de Riesgo.

Nivel de Riesgo	Descripción
Riesgo Bajo	Corresponde a zonas donde los elementos no se encuentran expuestos a inundación y las estructuras presentan una baja susceptibilidad.
Riesgo Medio	Los sectores donde se presentan zonas de riesgo medio generalmente se encuentran cercanos a los drenajes o sus estructuras son susceptibles estos fenómenos.
Riesgo Alto	Las zonas de riesgo alto se encuentran principalmente junto a los drenajes principales o sobre el área de amenaza alta a inundación

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

6.4 PLANTEAMIENTO, ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN

De acuerdo con los resultados de zonificación de amenaza por inundación, se presenta a continuación la definición de las medidas mitigación.

Criterios Adoptados:

- En aquellos sectores zonificados con amenaza alta por inundacion, en donde se han registrado históricamente afectaciones por las crecientes del Rio De Oro, se implementarán obras de mitigación conformadas por n muros de contención en gaviones con protección ante efectos de socavación.

6.4.1 Medidas estructurales

De acuerdo a las alturas de inundación obtenidas en los modelos y de acuerdo a la zonificación de amenaza, se propone la construcción de un muro de contención en gaviones de 680m de longitud y alturas variables de 6.0m, 7.0m y 8.0m, de acuerdo a las cotas de implantación en cada sector.

6.4.2 Medidas No estructurales

Se propone la alternativa de reubicación de la totalidad de las viviendas localizadas en amenaza alta por inundación, sin embargo, el proceso de reasentamiento de estas viviendas no descarta la necesidad de construcción de las obras de mitigación, debido a que si no se construyen obras para control de inundaciones, las continuas crecidas del Rio de Oro podrían afectar zonas aledañas a la central de abastos de Bucaramanga y otros barrios cercanos.

6.5 ALTERNATIVA DE OBRAS DE MITIGACIÓN

De acuerdo a las alturas de inundación obtenidas en los modelos y de acuerdo a la zonificación de amenaza, se estudiaron dos alternativas de intervención así:

- Muros en concreto reforzado: se analizó la posibilidad de implementar muros en concreto reforzado tipo cantiléver, sin embargo, constructivamente requiere mayores anchos de zarpa y por tanto las excavaciones afectarían los elementos expuestos localizados en la corona, adicionalmente, para las alturas requeridas, los costos son mucho más elevados que un muro en gaviones.

- Muros en gaviones: esta alternativa de muros en gaviones recubiertos en concreto, apoyados sobre dentellones en concreto ciclópeo para controlar efectos de socavación

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

y de fondo, es la la mejor alternativa desde el punto de vista de efectividad del método, viabilidad constructiva y costos.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

7. DISEÑOS DE OBRAS DE MITIGACIÓN

7.1 ESCENARIO DE DISEÑO

De acuerdo a las alturas de inundación obtenidas en los modelos y de acuerdo a la zonificación de amenaza, se propone la construcción de un muro de contención en gaviones de 680m de longitud y alturas variables de 6.0m, 7.0m y 8.0m, de acuerdo a las cotas de implantación en cada sector.



Figura 54. Muro en gaviones propuesto a lo largo de la margen derecha – Barrio José Antonio Galán

Con base en la configuración del muro en gaviones propuesto, se contempla que el escenario critico de diseño sería el que se muestra en las figuras 47 a 49. En este escenario se tiene un nivel máximo del rio para el periodo de retorno de diseño, un nivel de socavación máximo y adicionalmente, se espera que la comunidad genere algunos rellenos sobre la cara interna del muro para conformar nuevos lotes como se ha observado en otros sitios a lo largo del Rio de Oro y Rio Frio.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

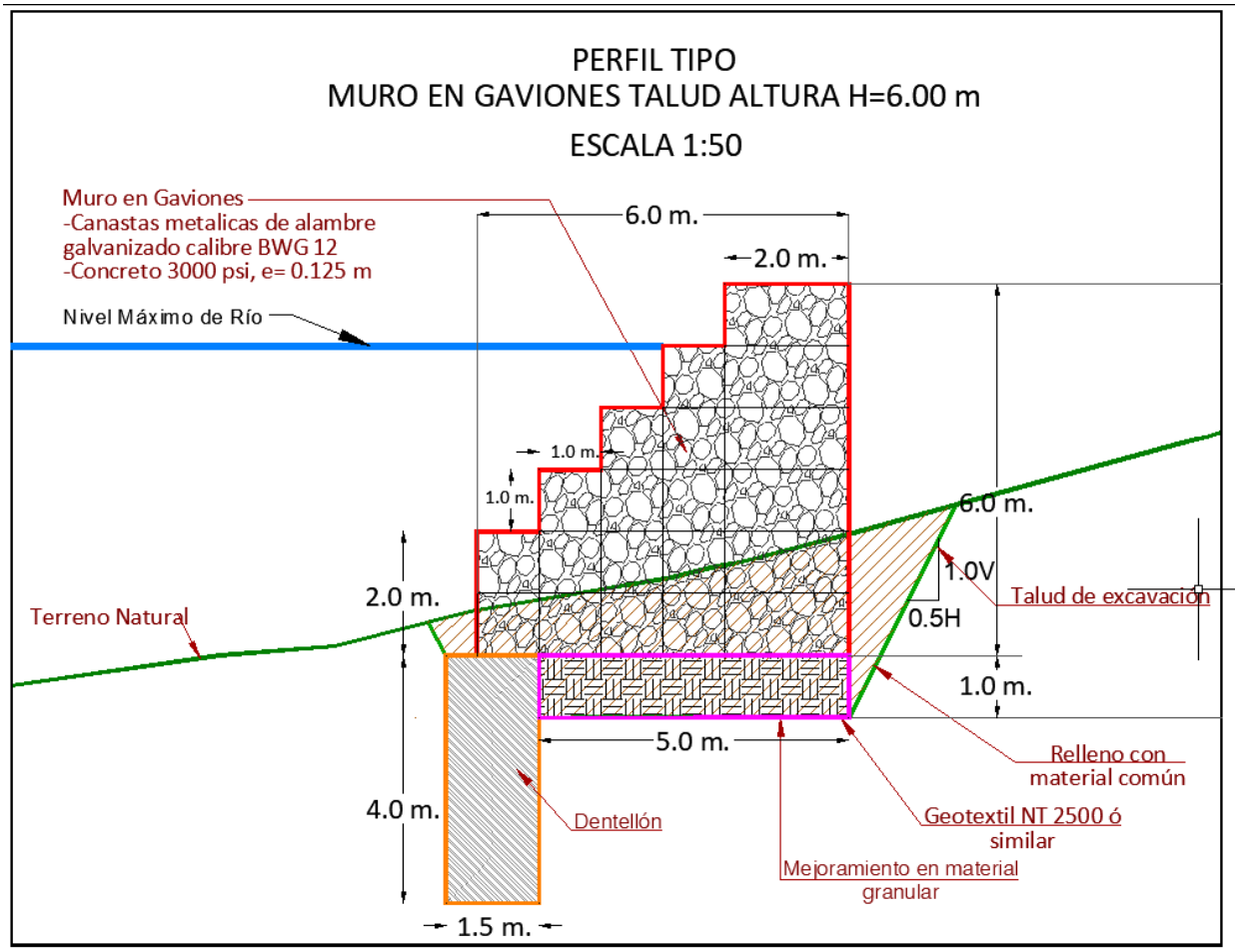


Figura 55. Escenario de diseño - Muro H= 6.00 m

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

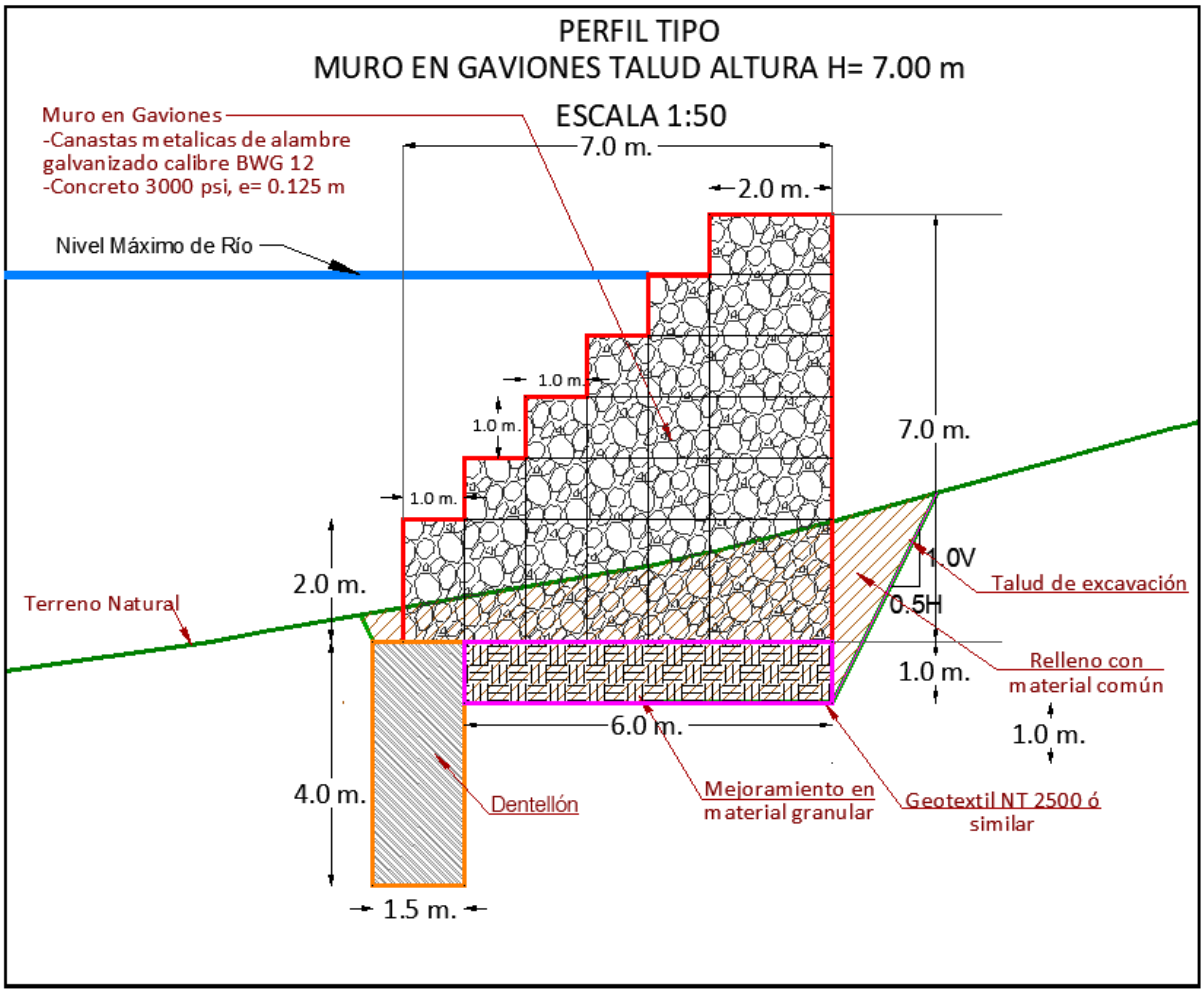


Figura 56. Escenario de diseño - Muro H= 7.00 m

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

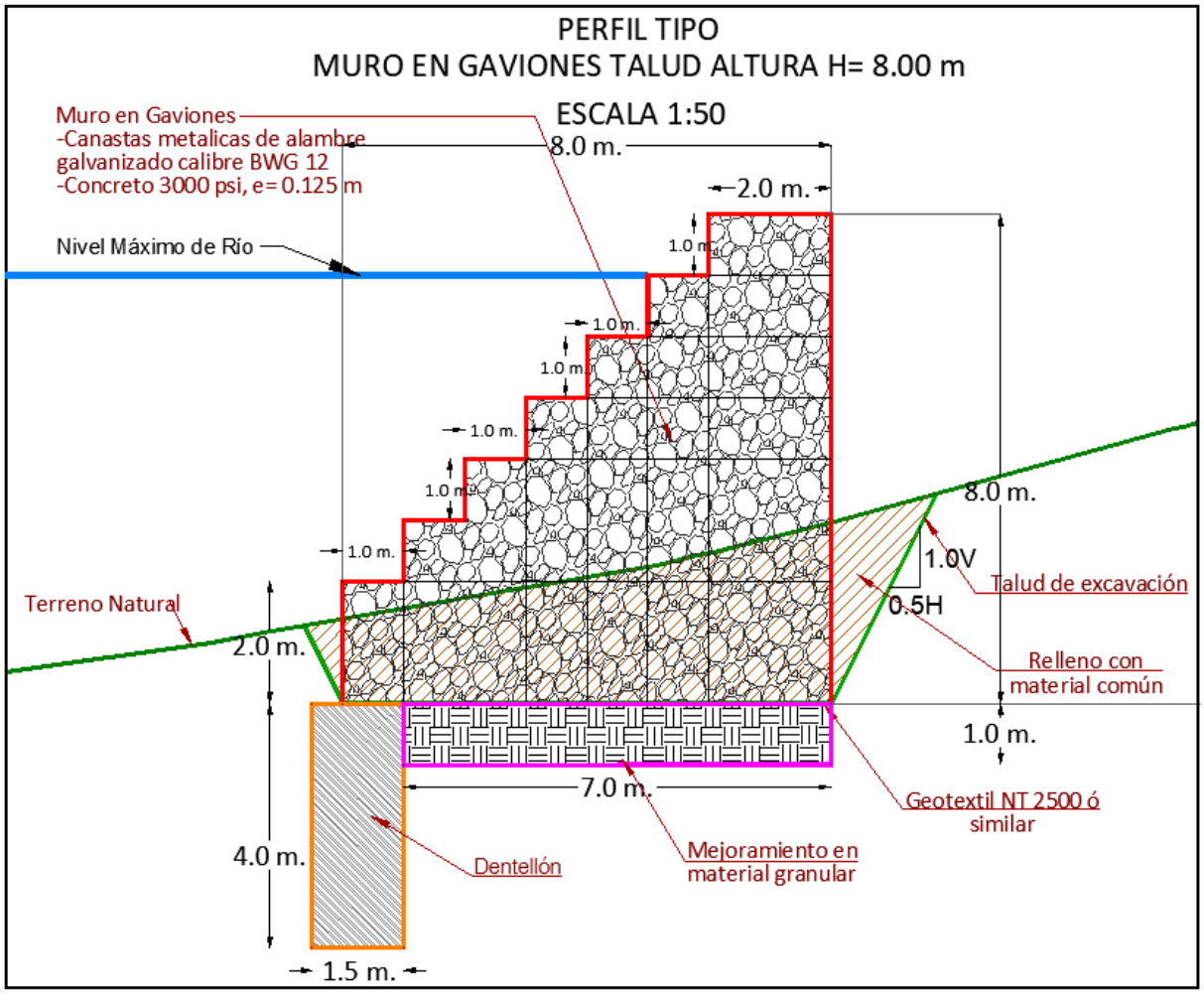


Figura 57. Escenario de diseño - Muro H= 8.00 m

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

7.2 EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE EFECTOS SÍSMICOS

7.2.1 Información para espectro de diseño NSR – 10

El diseñador estructural debe tener en cuenta los diseños sismo resistentes, para zonas de amenaza sísmica alta, ***Aa = 0.25*** y ***Ad = 0.09***.

De acuerdo a los estudios realizado., el perfil de suelo se clasifica como perfil ***Tipo D***.

Departamento de Santander

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Bucaramanga	68001	0.25	0.25	Alta	0.15	0.09

Figura 58. Valores de Aa, Av, Ae y Ad y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos.

Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplen con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s > $\bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplen con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (≈1 kgf/cm²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplen con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplen cualquiera de las dos condiciones	50 > $\bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈1 kgf/cm²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (≈0.5 kgf/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\bar{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w ≥ 40% 50 kPa (≈0.50 kgf/cm²) > $\bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

Figura 59. Clasificación de los perfiles de suelo, D.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

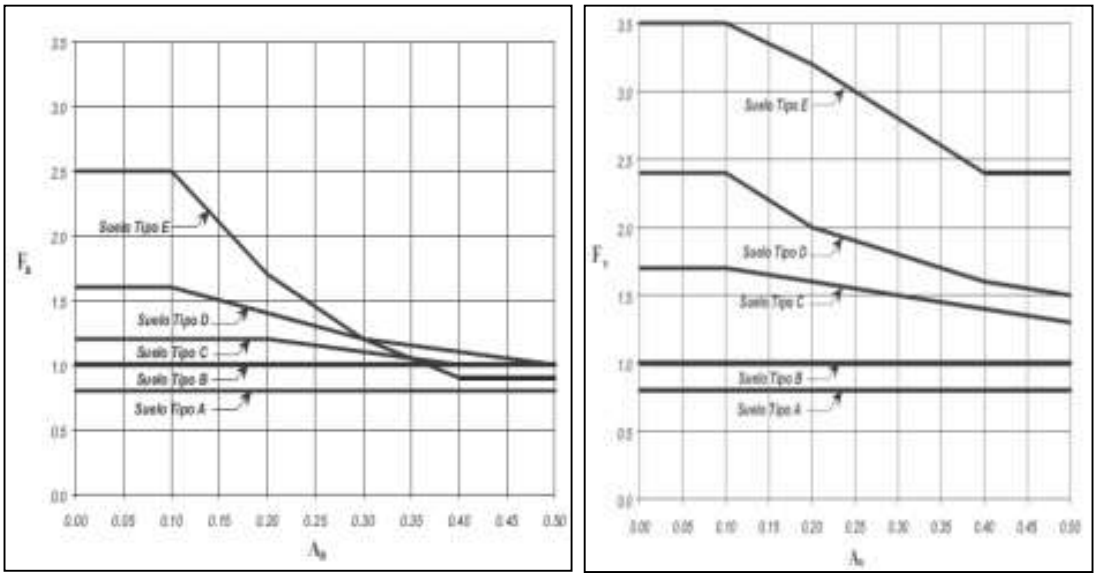


Figura 60. Coeficiente de amplificación Fa y Fv del suelo para la zona de periodos cortos del espectro.

7.2.2 Parámetros para análisis seudo estático de taludes

Para la realización de análisis seudo estático de taludes se evaluará la aceleración horizontal de acuerdo a criterio de la norma NSR 2010.

H.5.2.5 — **SISMO DE DISEÑO** — Para efectos del análisis y diseño de taludes, se debe emplear la aceleración máxima del terreno, a_{max}, obtenida bien sea de un espectro (aceleración del espectro de diseño para periodo cero) o por medio de análisis de amplificación de onda unidimensionales o bidimensionales, correspondiente a los movimientos sísmicos definidos en el Capítulo A.2, particularmente en los numerales A.2.1, A.2.2, A.2.3, A.2.4 Y A.2.5. En caso de que el sitio objeto de análisis haga parte de un estudio de microzonificación sísmica aprobado, se utilizará la aceleración máxima superficial del terreno establecida en el espectro de diseño respectivo en lugar de lo estipulado en la sección A.2. El coeficiente sísmico de diseño para análisis seudoestático de taludes KST tiene valor inferior o igual al de a_{max} y se admiten los siguientes valores mínimos de K_{ST}/a_{max}, dependiendo del tipo de material térreo (reforzado o no) y del tipo de análisis.

Tabla 24. Valores mínimos para análisis seudo estáticos de taludes

Tabla H.5.2-1
Valores de K_{ST}/a_{max} Mínimos para Análisis Seudoestático de Taludes

Material	K_{ST}/a_{max} Mínimo	Análisis de Amplificación Mínimo
Suelos, enrocados y macizos rocosos muy fracturados (RQD < 50%)	0.80	Ninguno
Macizos rocosos (RQD > 50%)	1.00	Ninguno
Todos los materiales térreos	0.67	Amplificación de onda unidimensional en dos columnas y promediar
Todos los materiales térreos	0.50	Amplificación de onda bidimensional

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanco – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Debido a que, para este estudio, no se contempla en los términos de referencia realizar análisis de amplificación de onda, se establecerá la aceleración máxima del terreno a_{max}, mediante un espectro de aceleraciones.

La aceleración máxima del terreno a_{max}, está dada por la aceleración del espectro de diseño para periodo cero así,

$a_{max} = A_a * F_a * I$ Ecuación (1)

A_a= coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño.
F_a=coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos de sitio, adimensional.
I= Coeficiente de importancia.

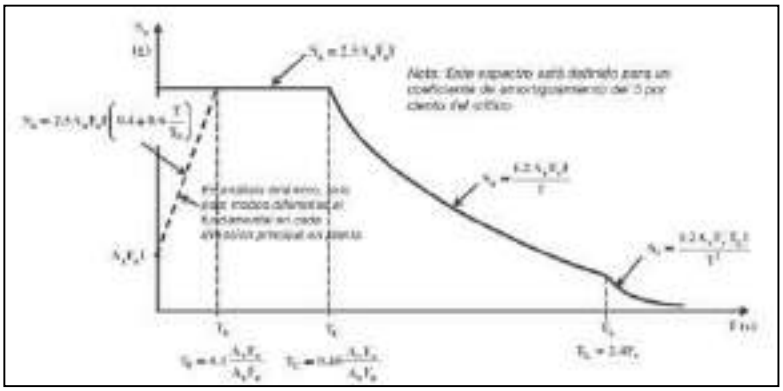


Figura 61. Espectro elástico de aceleraciones de diseño como fracción de g.

Para el municipio de Bucaramanga, el valor de Aa corresponde a 0.25. De acuerdo al tipo de perfil de suelo, basados en la clasificación de los perfiles de suelo NSR – 10, el tipo de perfil corresponde al D y se asumió un coeficiente de importancia de 1.0.

$a_{max} = 0.25 * 1.30 * 1.0$
$a_{max} = 0.325$

Por lo anterior expuesto, el coeficiente sísmico de diseño Kx, se estimó como el 80% del valor de la aceleración máxima amax, que está dada por la aceleración del espectro de diseño para periodo cero, ***Kx=0.26g.***

Por otro lado, para análisis temporales, los parámetros sísmicos seudo estáticos de Construcción serán el 50% de los de Diseño.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

7.3 EVALUACIÓN DE CONDICIONES DE ESTABILIDAD DE MUROS DE CONTENCIÓN EN GAVIONES

Los análisis de los estados límite de falla del muro, comprenden la evaluación de los factores de seguridad por volteo, deslizamiento, falla por capacidad de carga y estabilidad general requeridos por la NSR – 10 utilizando el algoritmo o programa GAVIÓN WALL de Geo5.

Se recomienda la construcción de muros en gavión de 6.0 a 8.0 metros de altura, el cual debe estar enterrado 1.0 metro.

Los factores de seguridad a volcamiento, deslizamiento Capacidad portante y excentricidad, son superiores a los admisibles. Ver la tabla a continuación.

Tabla 25. Factores de seguridad mínimos de la NSR-10

Condición	Construcción	Estático	Sismo	Seudo estático
Deslizamiento	1.60	1.60	Diseño	1.05
Volcamiento: el que resulte más crítico de Momento Resistente/ Momento Actuante Excentricidad en el sentido del momento (e/B)	 ≥ 3.00 ≤ 1/6	 ≥ 3.00 ≤ 1/6	 Diseño Diseño	 ≥ 2.00 ≤ 1/4
Capacidad portante	Iguales a los de la Tabla H.4.1			
Estabilidad intrinseca materiales térreos (reforzados o no)	Iguales a los de la Tabla H.2.1			
Estabilidad intrinseca materiales manufacturados	Según material (Concreto-Titulo C; Madera-Titulo G; etc.)			
Estabilidad general del sistema: Permanente o de Larga duración (> 6 meses) Temporal o de Corta duración (< 6 meses)	 1.20 1.20	 1.50 1.30	 Diseño 50% de Diseño	 1.05 1.00
Laderas adyacentes (Zona de influencia > 2.5H)	1.20	1.50	Diseño	1.05

A continuación, se muestran los resultados de los análisis de estabilidad del muro de protección en gaviones propuesto como alternativa de obra de mitigación.

7.3.1 Parámetros de diseño muro 1

- Inclinación del muro: 0°
- Peso específico de las piedras: 20.0 KN/m3.
- Porosidad de los Gaviones: 30%.
- Uso de Geotextil en Terraplén.
- Reducción por fricción: 10%.
- Malla y diámetro del alambre: 8x10, ϕ 2.7mm CD.
- Altura del Gavión: 6.0, 7.0 y 8.0 metros.
- Ancho del Gavión: 6.0, 7.0 y 8.0 metros.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Material de conformación - rellenos

- Soil Model: Mohr-Coulomb
- Peso volumétrico: 18.0 kN/m3
- Cohesión: 0.0 kPa
- Ø:30.0°

Suelo de fundación – depósitos aluviales

- Soil Model: Mohr-Coulomb
- Peso volumétrico: 18.0 kN/m3
- Cohesión: 1.8 kPa
- Ø:36°

7.4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GAVIÓN WALL DE GEO5 (CONDICIÓN ESTÁTICA)

De acuerdo a la configuración del muro en gaviones propuesto en los diseños iniciales, se contempla que el escenario critico de diseño sería el que se muestra en las figuras 47 a 49. En este escenario se tiene un nivel máximo del rio para el periodo de retorno de diseño y adicionalmente, se espera que la comunidad genere algunos rellenos sobre la cara interna del muro para conformar nuevos lotes como se ha observado en otros sitios a lo largo del Rio de Oro y la Quebrada chimita

Como se observa en la figura el muro no tendría presión pasiva ya que se esperan niveles de socavación entre 3.0 y 5.0m.

A continuación, en la siguiente figura se presentan las fuerzas que se contemplan en los análisis:

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

7.4.1 Muro H=6.00 m

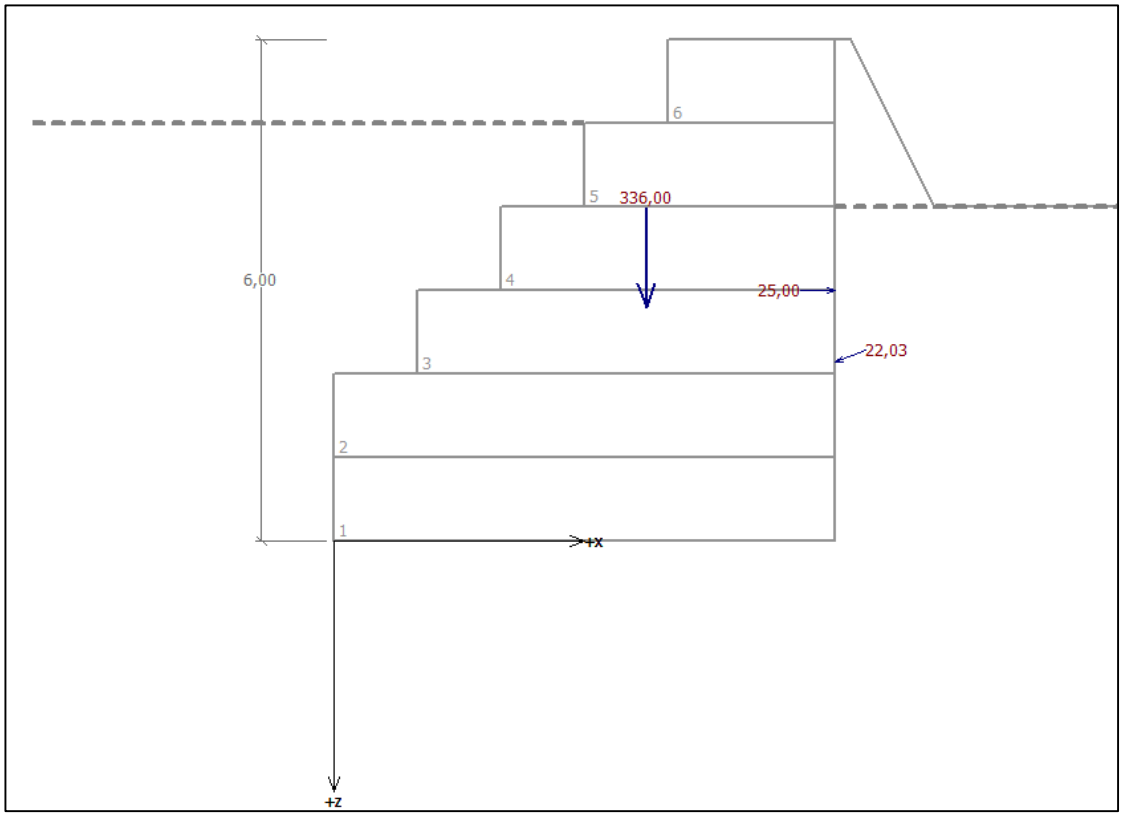


Figura 62. Análisis de estabilidad en condición estática. Muro H= 6.00 m

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Proyecto Jose Antonio Galan

Gabion analysis

Input data

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Verification No. 1

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0,00	-2,79	336,00	3,74	1,000
Active pressure	20,64	-2,14	7,69	6,00	1,000
Water pressure	-25,00	-3,00	0,00	6,00	1,000

Verification of complete wall

Check for overturning stability

Resisting moment M_{res} = 1304,14 kNm/m
Overturning moment M_{ovr} = -30,78 kNm/m

Safety factor = 1000,00 > 3,00
Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip

Resisting horizontal force H_{res} = 225,56 kN/m
Active horizontal force H_{act} = -4,36 kN/m

Safety factor = 1000,00 > 1,60
Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Bearing capacity of foundation soil

Design load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [-]	Stress [kPa]
1	-303,85	343,69	-4,36	0,000	57,28

Service load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	-303,85	343,69	-4,36

Figura 63. Análisis de estabilidad en condición estática. Muro H= 6.00 m

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

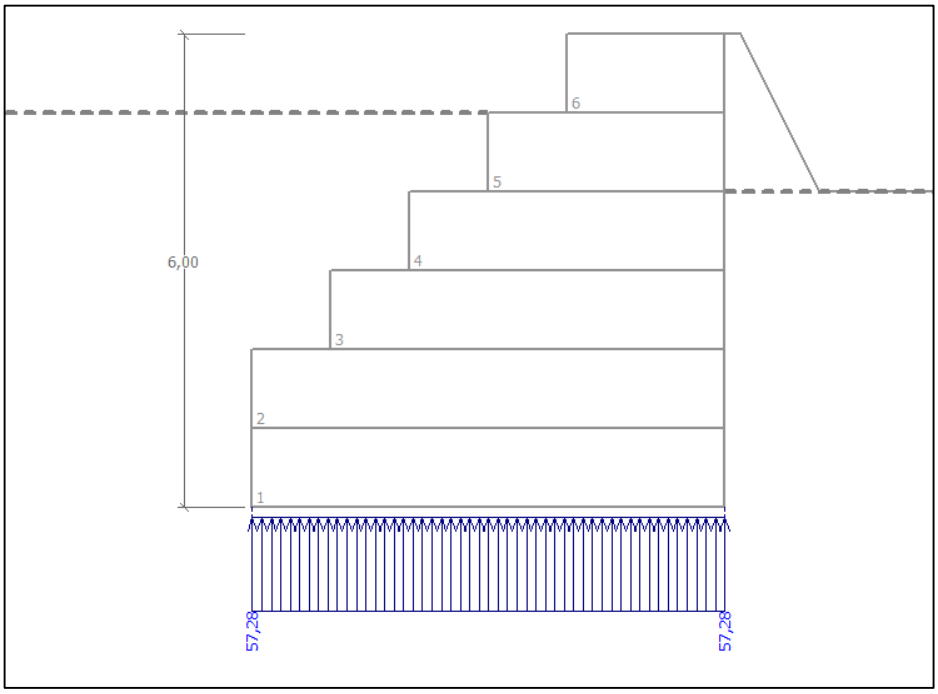


Figura 64. Presión máxima en condición estática. Muro H= 6.00 m

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

7.4.2 Muro H= 7.00 m

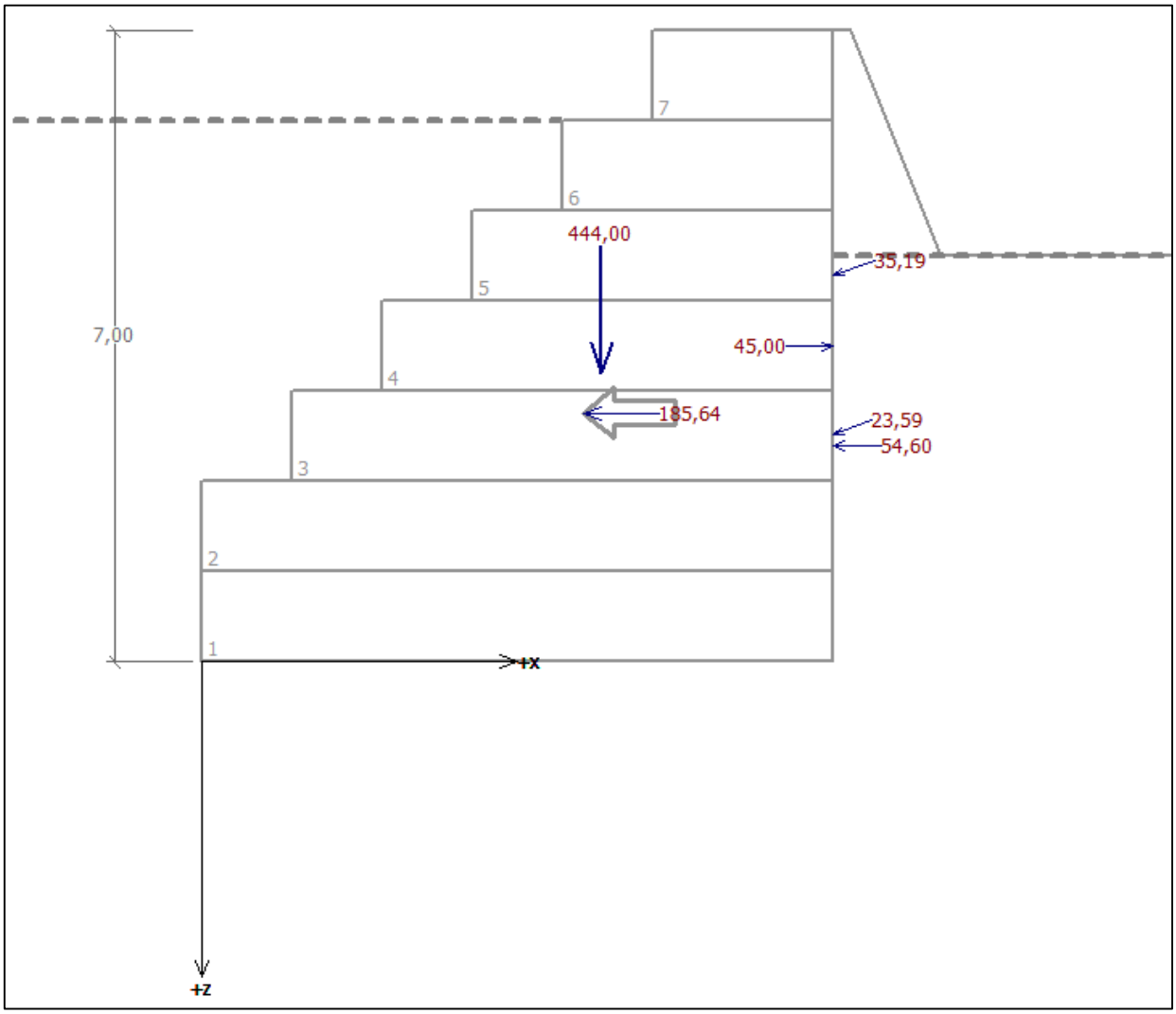


Figura 65. Análisis de estabilidad en condición estática. Muro H= 7.00 m

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Proyecto Jose Antonio Galan Seudo Estático

Gabion analysis

Input data

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Verification No. 1

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0,00	-3,21	444,00	4,43	1,000
Active pressure	22,07	-2,52	8,32	7,00	1,000
Water pressure	-45,00	-3,50	0,00	7,00	1,000

Verification of complete wall

Check for overturning stability

Resisting moment M_{res} = 2027,24 kNm/m
Overturning moment M_{ovr} = -101,79 kNm/m

Safety factor = 1000,00 > 3,00
Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip

Resisting horizontal force H_{res} = 295,24 kN/m
Active horizontal force H_{act} = -22,93 kN/m

Safety factor = 1000,00 > 1,60
Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Bearing capacity of foundation soil

Design load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [-]	Stress [kPa]
1	-545,91	452,32	-22,93	0,000	64,62

Service load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	-545,91	452,32	-22,93

Figura 66. Análisis de estabilidad en condición estática. Muro H= 7.00 m

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

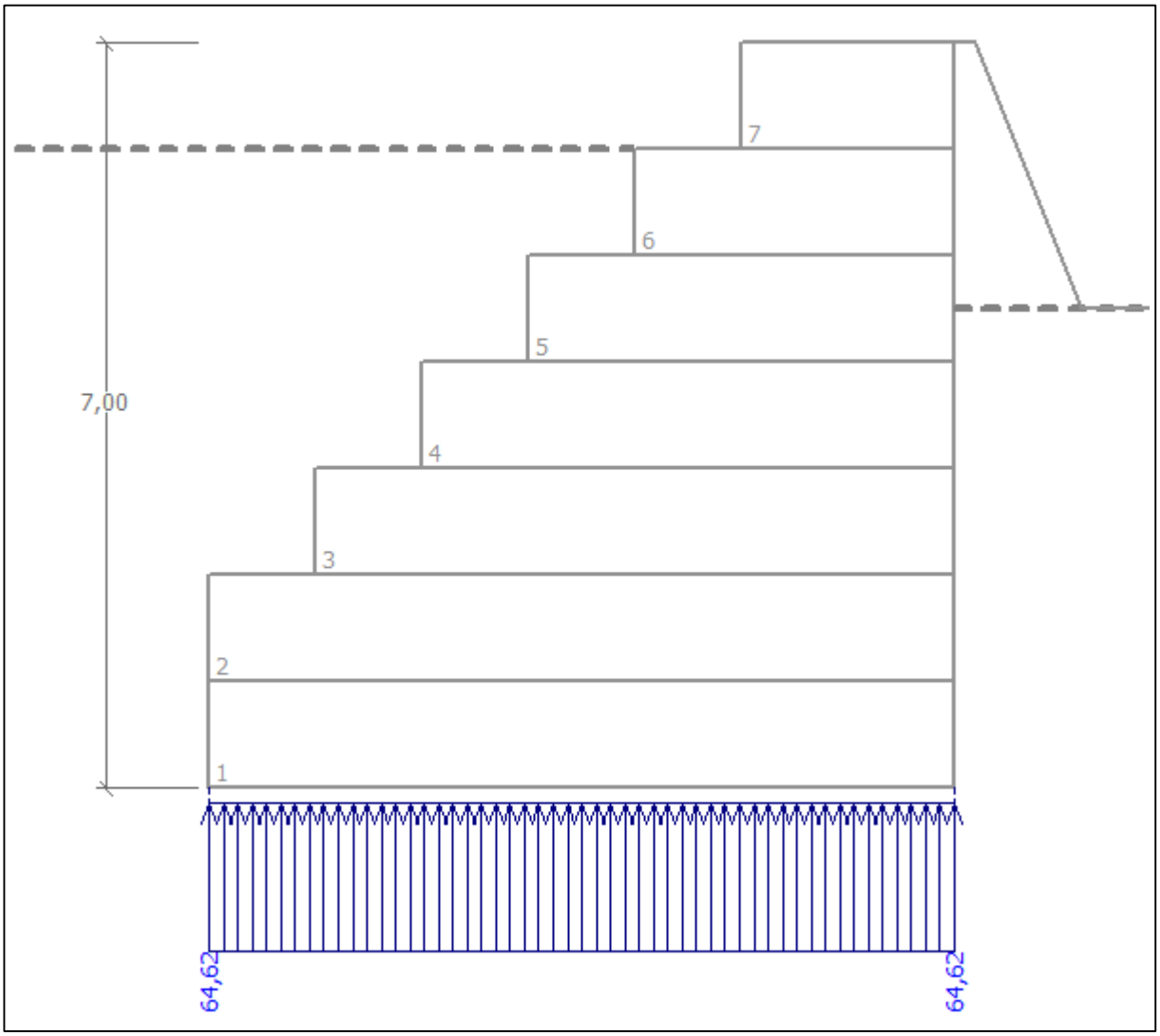


Figura 67.Presión máxima en condición estática. Muro H= 7.00 m

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

7.4.3 Muro H= 8.00 m

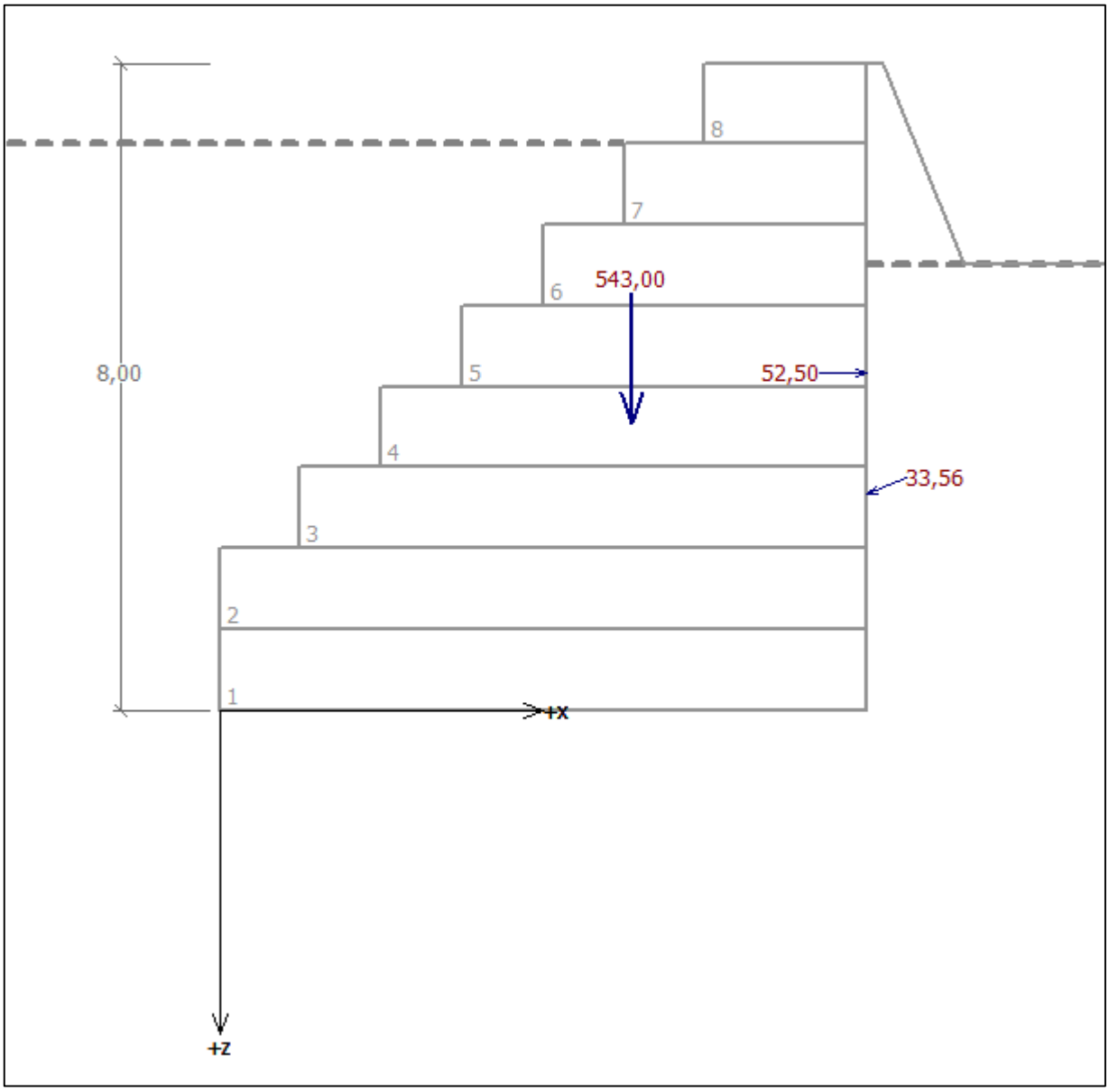


Figura 68. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 8.00 m

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Proyecto Jose Antonio Galan Seudo Estático

Gabion analysis

Input data

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Verification No. 1

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0,00	-3,55	543,00	5,10	1,000
Active pressure	31,36	-2,68	11,94	8,00	1,000
Water pressure	-52,50	-4,17	0,00	8,00	1,000

Verification of complete wall

Check for overturning stability

Resisting moment M_{res} = 2866,02 kNm/m
Overturning moment M_{ovt} = -134,64 kNm/m

Safety factor = 1000,00 > 3,00
Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip

Resisting horizontal force H_{res} = 361,16 kN/m
Active horizontal force H_{act} = -21,14 kN/m

Safety factor = 1000,00 > 1,60
Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Bearing capacity of foundation soil

Design load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [-]	Stress [kPa]
1	-780,90	554,94	-21,14	0,000	69,37

Service load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	-780,90	554,94	-21,14

Figura 69. Análisis de estabilidad en condición estática. Muro H= 8.00 m

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

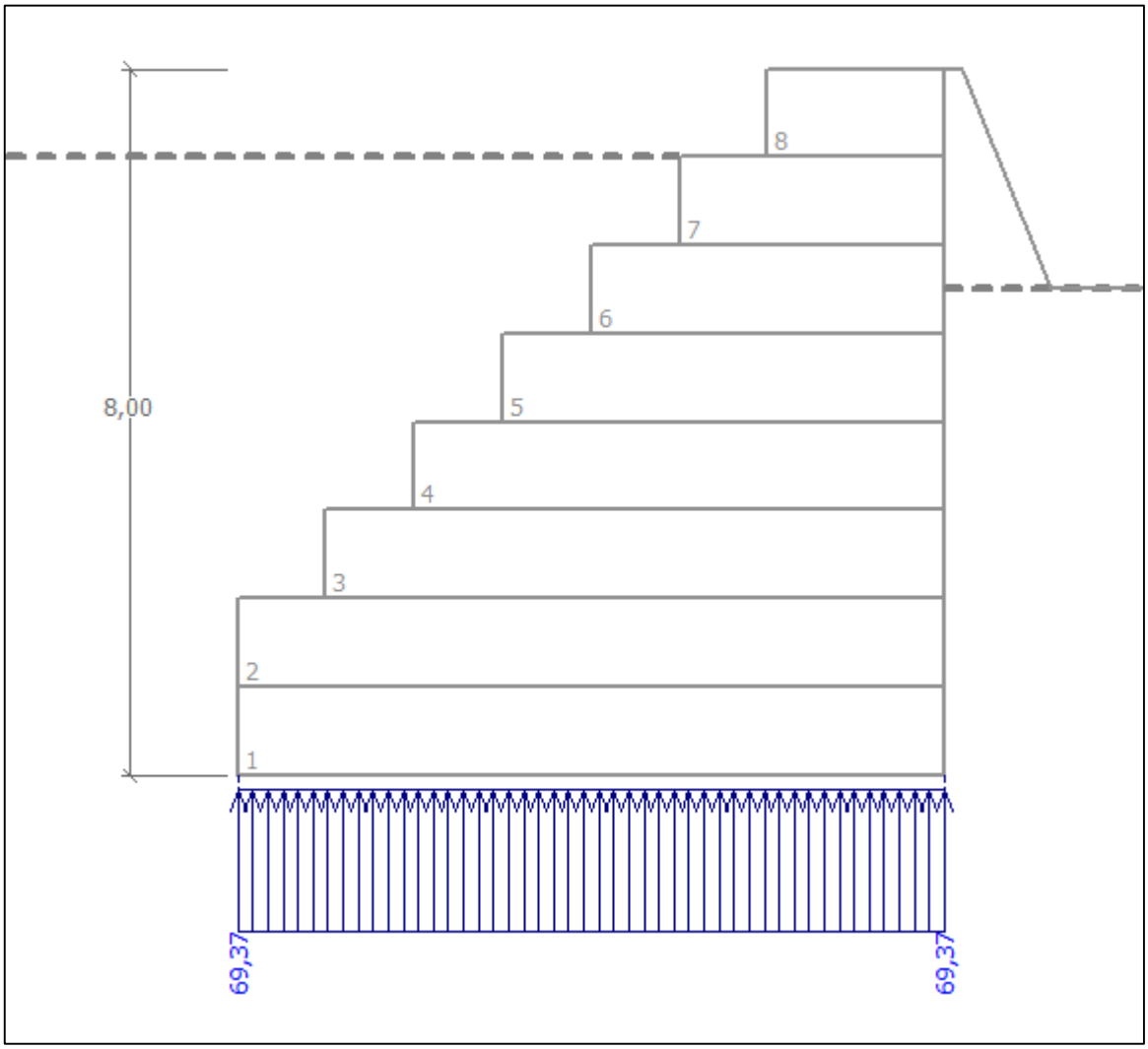


Figura 70. Presión máxima en condición seudo estática. Muro H= 8.00 m

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

7.5 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GAVIÓN WALL DE GEO5 (CONDICIÓN SEUDO-ESTÁTICA)

A continuación, en la siguiente figura se presentan las fuerzas que se contemplan en los análisis:

7.5.1 Muro H= 6.00 m

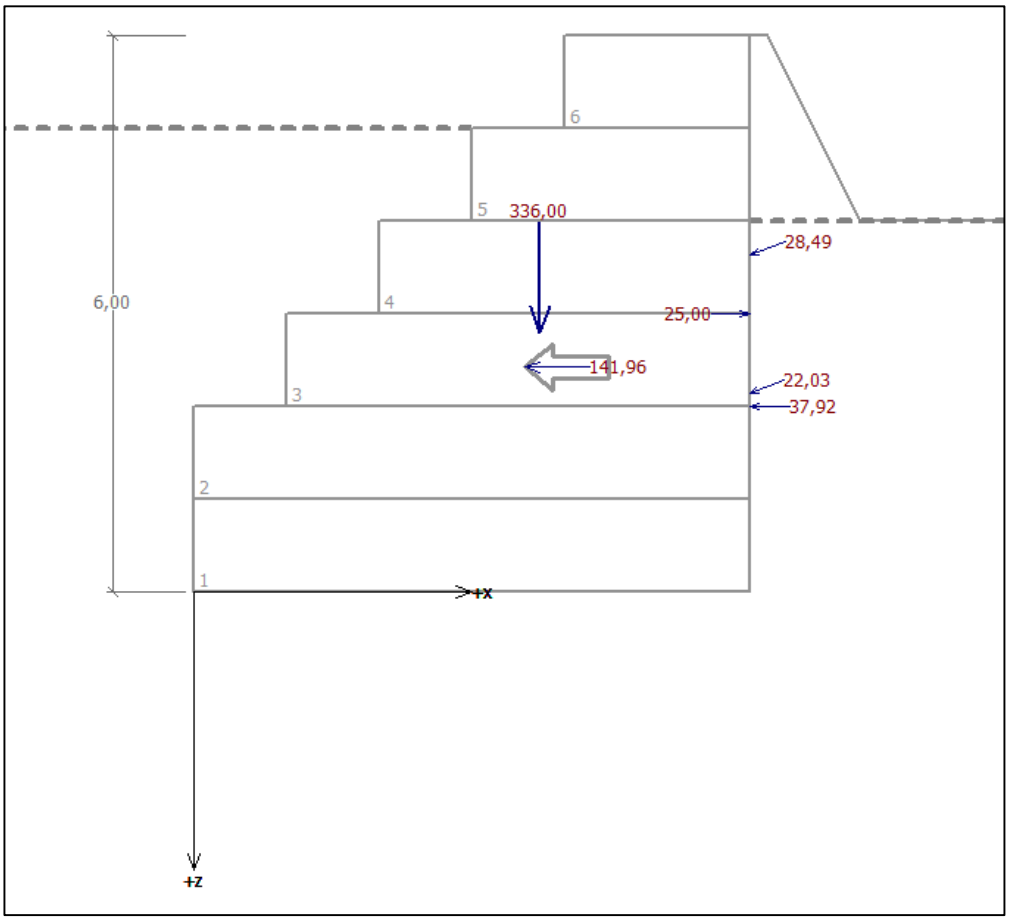


Figura 71. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 6.00 m

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Proyecto Jose Antonio Galan Seudo Estatico

Gabion analysis

Input data

Earthquake

Factor of horizontal acceleration K_h = 0,2600
Factor of vertical acceleration K_v = 0,0000

Water below the GWT is restricted.

Settings of the stage of construction

Design situation : seismic

Verification No. 1

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0,00	-2,79	336,00	3,74	1,000
Earthq - constr.	141,96	-2,42	0,00	3,58	1,000
Active pressure	20,64	-2,14	7,69	6,00	1,000
Water pressure	-25,00	-3,00	0,00	6,00	1,000
Earthq - act.pressure	26,74	-3,63	9,81	6,00	1,000
Dyn. water pressure at the front	37,92	-2,00	0,00	6,00	1,000

Verification of complete wall

Check for overturning stability
Resisting moment M_{res} = 1363,00 kNm/m
Overturning moment M_{ovr} = 486,13 kNm/m

Safety factor = 2,80 > 2,00
Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip
Resisting horizontal force H_{res} = 229,82 kN/m
Active horizontal force H_{act} = 202,26 kN/m

Safety factor = 1,14 > 1,05
Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Bearing capacity of foundation soil

Design load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [-]	Stress [kPa]
1	183,62	353,50	202,26	0,087	71,25

Service load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	183,62	353,50	202,26

Figura 72. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 6.00 m

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Adicionalmente se presenta la presión máxima que transmiten los gaviones al terreno en condición seudo estática en la situación más crítica con saturación de los suelos contenidos por el muro.

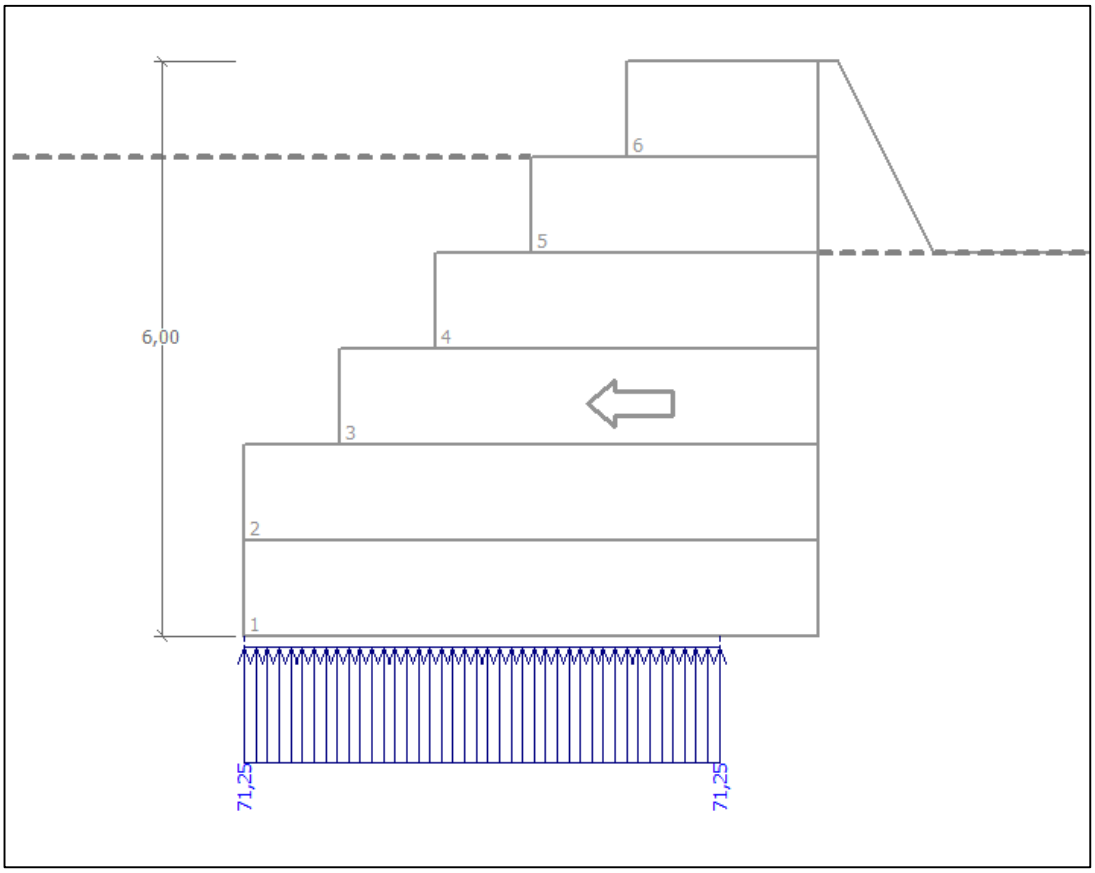


Figura 73. Presión máxima en condición seudo estática.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

7.5.2 Muro H= 7.00 m

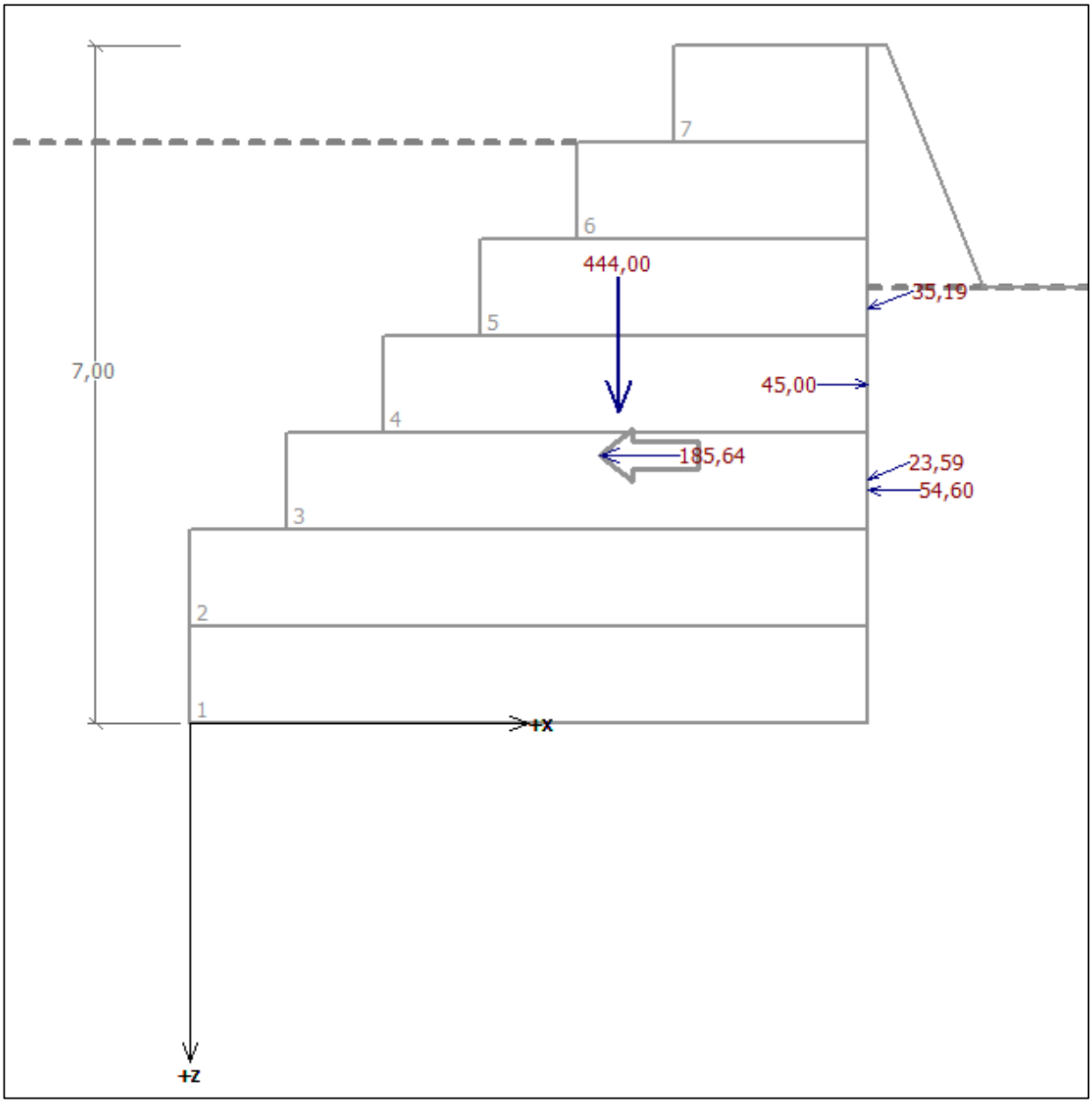


Figura 74. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 7.00 m

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Proyecto Jose Antonio Galan Seudo Estático

Gabion analysis

Input data

Earthquake

Factor of horizontal acceleration K_h = 0,2600
Factor of vertical acceleration K_v = 0,0000

Water below the GWT is restricted

Settings of the stage of construction

Design situation : seismic

Verification No. 1

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0,00	-3,21	444,00	4,43	1,000
Earthq. - constr.	165,64	-2,76	0,00	4,24	1,000
Active pressure	22,07	-2,52	8,32	7,00	1,000
Water pressure	-45,00	-3,50	0,00	7,00	1,000
Earthq. - act.pressure	33,02	-4,29	12,17	7,00	1,000
Dyn. water pressure at the front	54,60	-2,40	0,00	7,00	1,000

Verification of complete wall

Check for overturning stability
Resisting moment M_{res} = 2112,43 kNm/m
Overturning moment M_{ovt} = 684,08 kNm/m

Safety factor = 3,09 > 2,00
Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip
Resisting horizontal force H_{res} = 301,32 kN/m
Active horizontal force H_{act} = 250,33 kN/m

Safety factor = 1,20 > 1,05
Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Figura 75. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 7.00 m

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

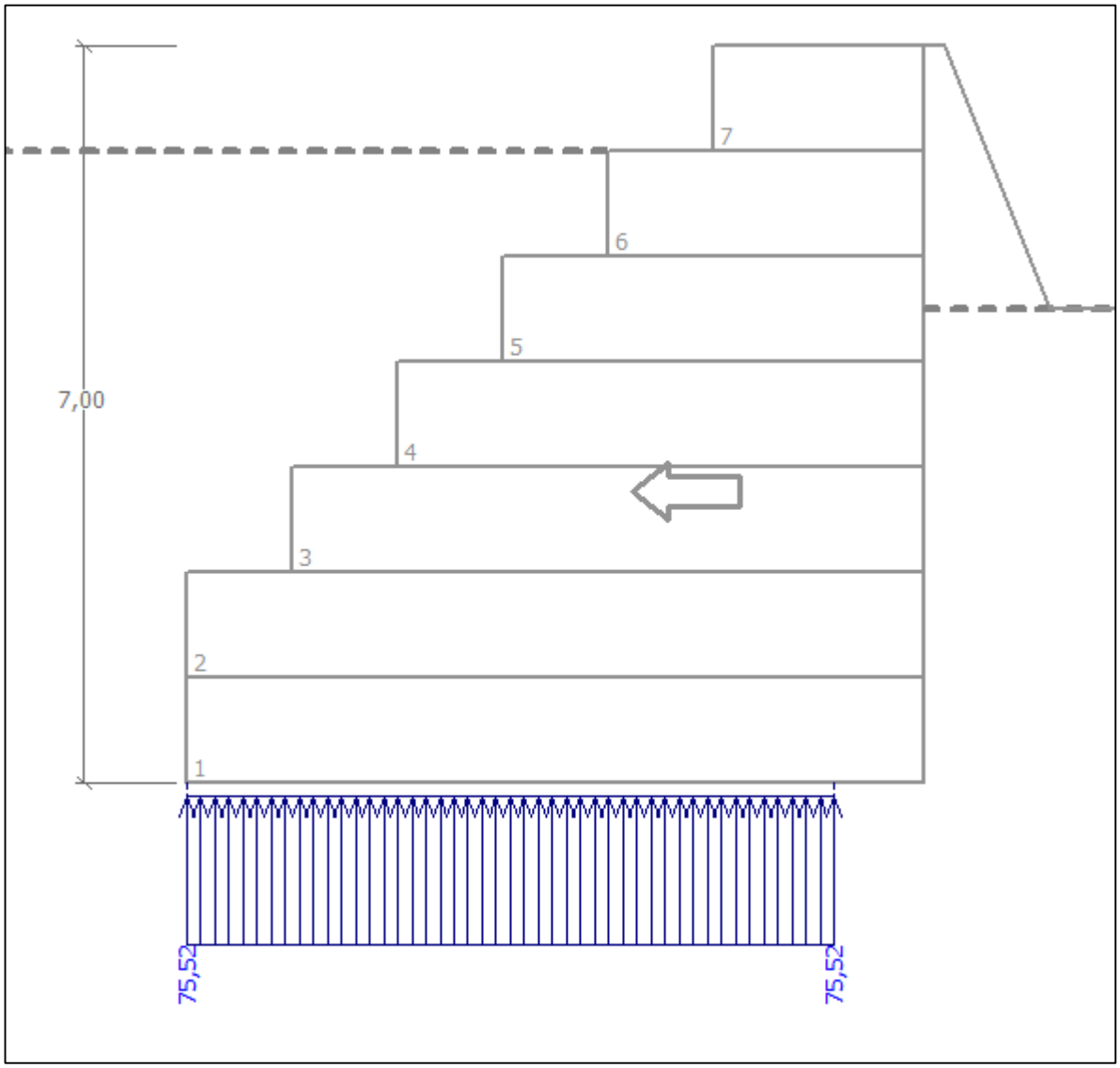


Figura 76. Presión máxima en condición seudo estática.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

7.5.3 Muro H=8.00 m

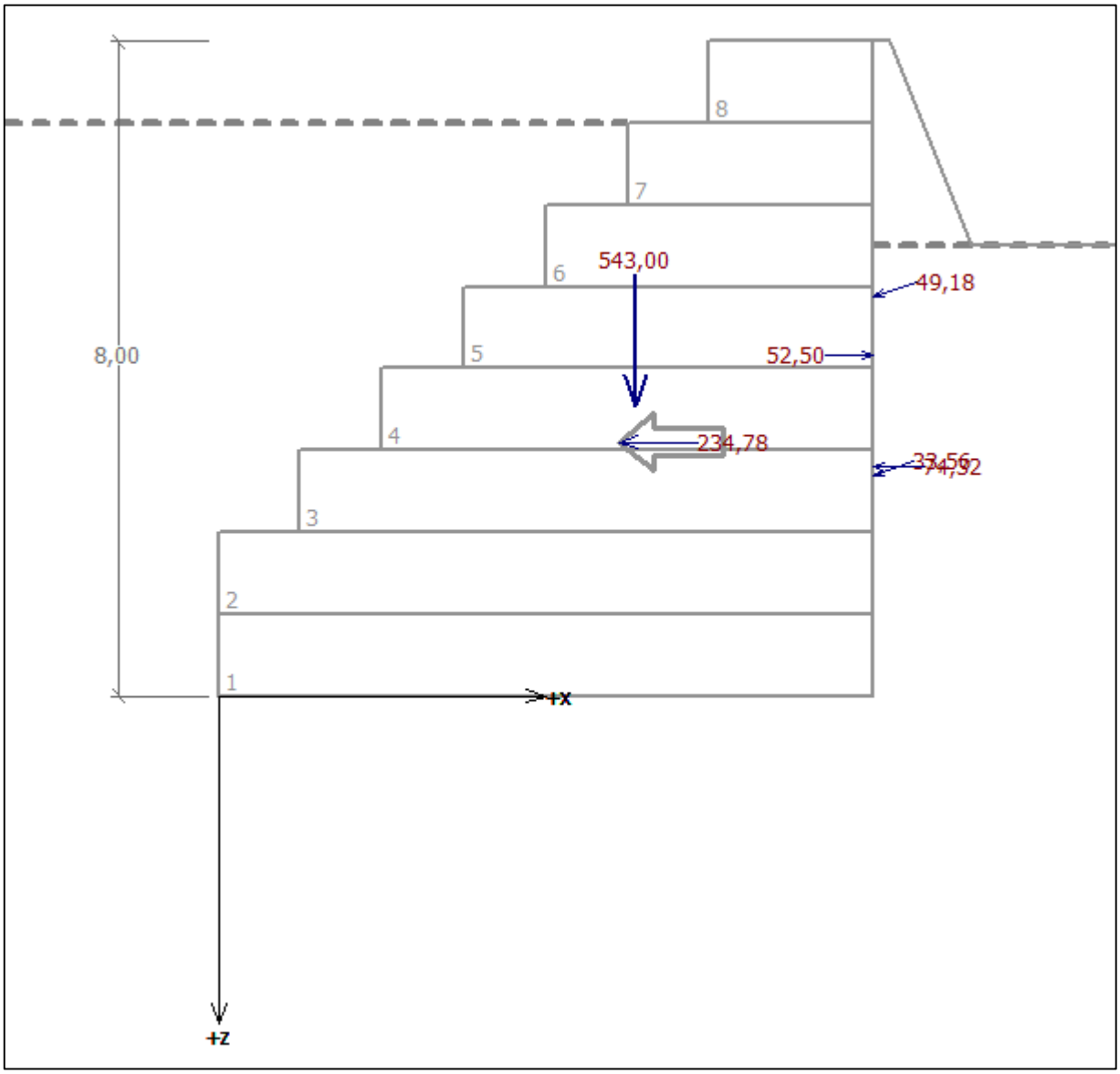


Figura 77. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 8.00 m

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Proyecto Jose Antonio Galan Seudo Estático

Gabion analysis

Input data

Earthquake

Factor of horizontal acceleration K_h = 0,2500
Factor of vertical acceleration K_v = 0,0000

Water below the GWT is restricted.

Settings of the stage of construction

Design situation : seismic

Verification No. 1

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0,00	-3,55	543,00	5,10	1,000
Earthq - constr.	234,78	-3,10	0,00	4,90	1,000
Active pressure	31,36	-2,68	11,94	8,00	1,000
Water pressure	-52,50	-4,17	0,00	6,00	1,000
Earthq - act pressure	46,12	-4,87	17,08	8,00	1,000
Dyn. water pressure at the front	74,32	-2,80	0,00	8,00	1,000

Verification of complete wall

Check for overturning stability
Resisting moment M_{res} = 3002,68 kNm/m
Overturning moment M_{ovr} = 1027,05 kNm/m

Safety factor = 2,92 > 2,00
Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip
Resisting horizontal force H_{res} = 369,87 kN/m
Active horizontal force H_{act} = 334,07 kN/m

Safety factor = 1,11 > 1,05
Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Bearing capacity of foundation soil

Design load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [-]	Stress [kPa]
1	312,47	572,02	334,07	0,068	82,81

Service load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	312,47	572,02	334,07

1

Figura 78. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 8.00 m

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

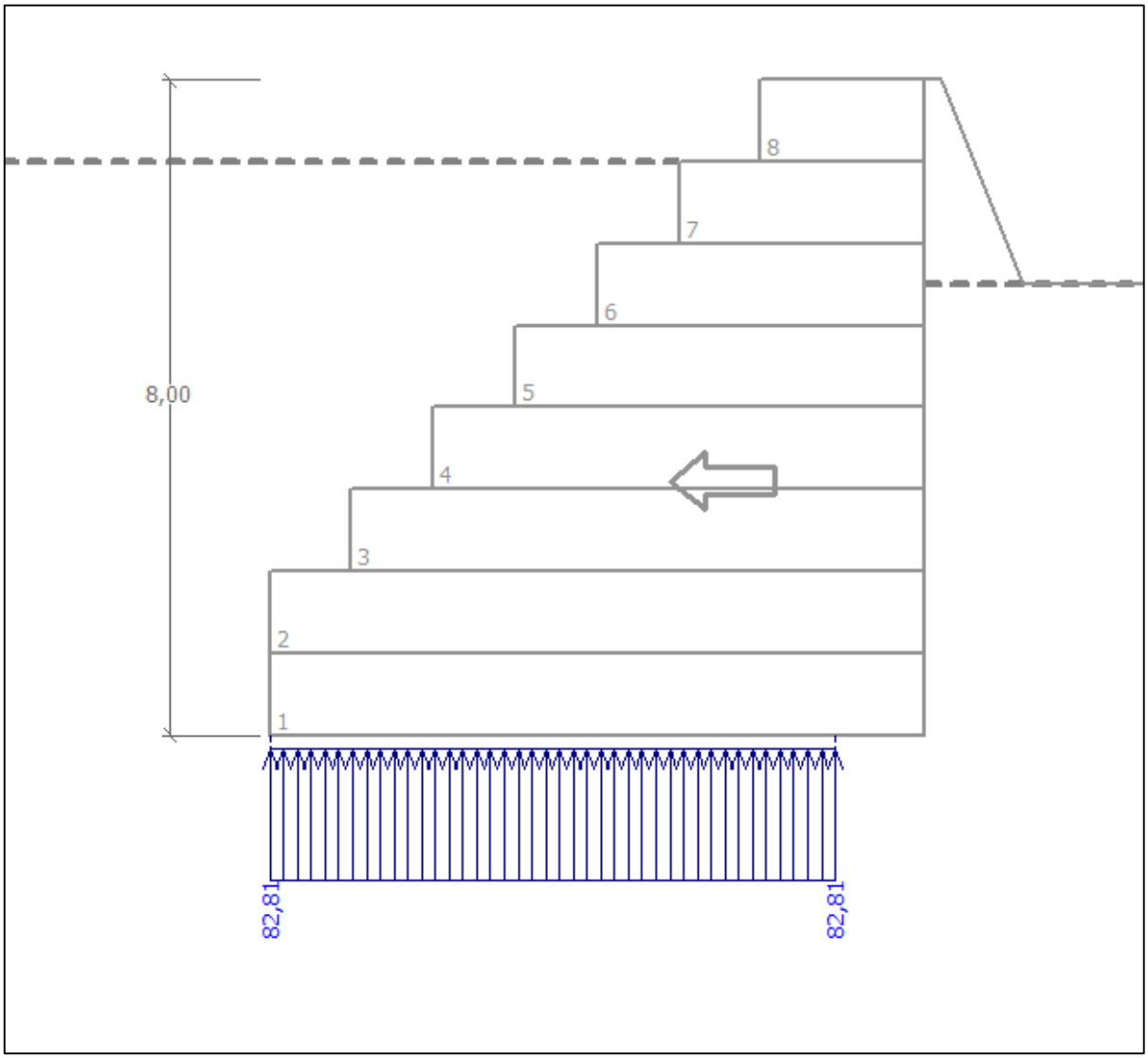


Figura 79. Presión máxima en condición seudo estática.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

7.6 CAPACIDAD DE SOPORTE

7.6.1 Caracterización geomecánica de depósito de suelo: Parámetros de deformidad

Como se observa en la Figura 80, los materiales que conforman el perfil estratigráfico, presentan contenido de finos de los suelos (pasante del Tamiz #200) menores al 30%, por lo que se espera un comportamiento drenado de estos materiales para un incremento dado de esfuerzos. Los modelos implementados para evaluación de los estados límite de falla y servicio de las cimentaciones, se realizarán en términos de esfuerzos efectivos.

Los valores de ángulo de fricción utilizados, fueron inferidos mediante la implementación de correlaciones con el número de golpes del ensayo SPT corregido por energía y esfuerzo de confinamiento N1,60.

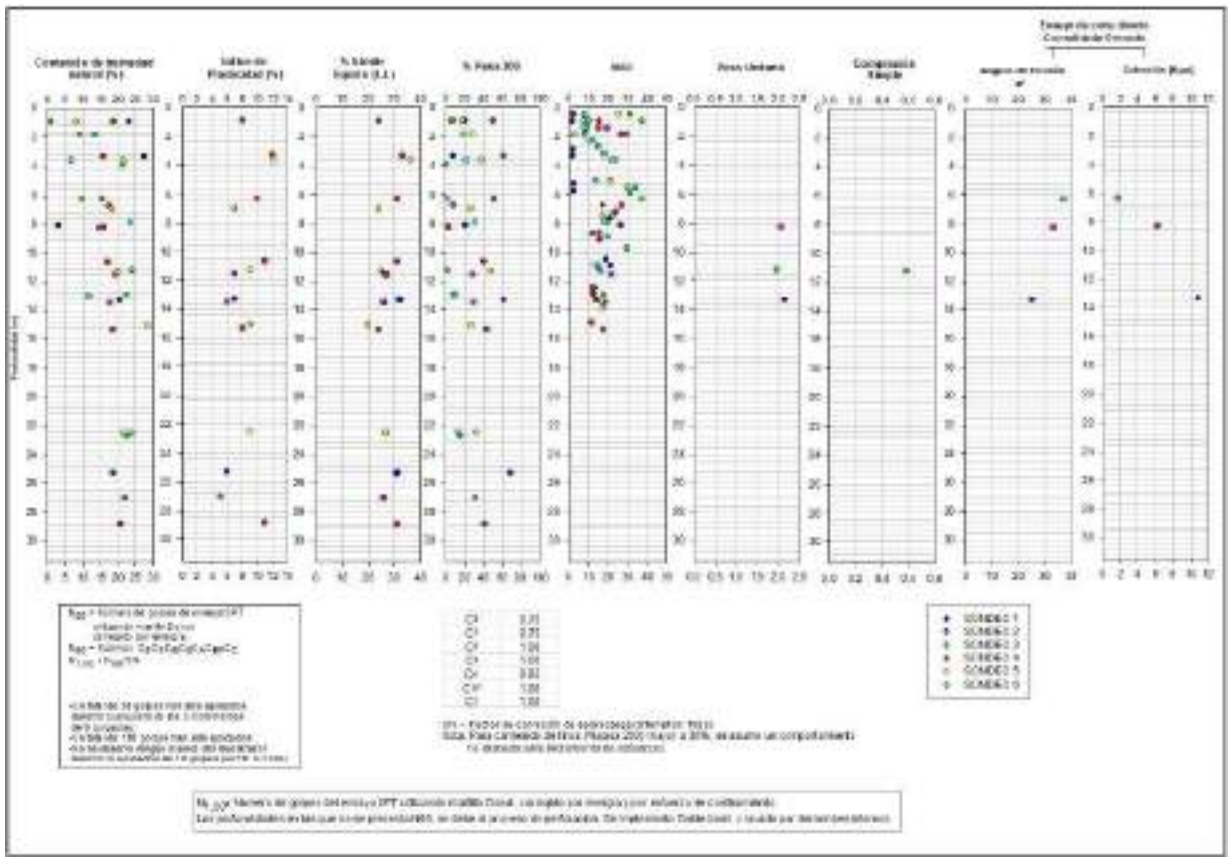


Figura 80. Caracterización geotécnica sondeos.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- **SUELO 1 - ALUVIAL**

- $N_{1,60}$: 20
- Peso volumétrico: 18.0 KN/m^3
- Cohesión: 1.8 KPa
- Ø: 36°
- Df: 1.0 m

Para este estrato y con base el número de golpes del ensayo SPT corregidos por energía y por esfuerzo de confinamiento, N1,60, de 20 y haciendo uso de correlaciones para arenas con base a AASHTO, se obtendría un módulo de elasticidad E=20.000 kPa, con base la correlación E=1000xN1,60.

Soil Type	Equivalent Elastic Modulus (kPa)
Silts, sandy silts, slightly cohesive mixtures	400 $(N_1)_{60}$
Clean fine to medium sands and slightly silty sands	700 $(N_1)_{60}$
Coarse sands and sands with little gravel	1,000 $(N_1)_{60}$
Sandy gravels	1,200 $(N_1)_{60}$

Figura 81. Correlación entre N1,60 y módulo de elasticidad (AASHTO 1996)

7.6.2 Evaluación preliminar de los estados límite de alta y servicio de la cimentación del muro de contención

A Continuación, se presenta un análisis de los estados límite de falla y servicio de la cimentación del muro proyectada.

H.4.2.3 — CAPACIDAD ADMISIBLE —La capacidad admisible de diseño para la cimentación deberá ser el menor valor entre el esfuerzo límite de falla (Véase H.4.2.1), reducido por el factor de seguridad, y el que produzca asentamientos iguales a los máximos permitidos (Véase H.4.8). Esta capacidad debe ser claramente establecida en los informes geotécnicos.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

7.6.2.1 Evaluación de los estados límite de falla

- ***Cimentaciones superficiales en suelos granulares***

Basados en los estudios publicados por Meyerhof 1951, para la obtención de la capacidad de carga en cimentaciones superficiales, se consideró una superficie de falla bajo una cimentación continúa. La capacidad de carga última qu, expresada de la siguiente manera:

$$\mathbf{q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma}$$

De esta manera se estimó una capacidad de carga admisible, qadm=qu/FS = para un factor de seguridad de 3.0.
Se realizó un análisis de capacidad de carga para diferentes anchos de cimentación B del muro proyectado.

Tabla 26. Capacidad de carga de cimentaciones superficiales, estado límite de falla suelo aluvial.

CAPACIDAD DE CARGA

γ_1	1,8	T/m^3
ϕ_1	36	°
c_1	1,8	T/m^2
FS	3	
Nγ		**44,43**
Nq		**37,75**
Ncr		
L		m

Df	**1,0**	**m**
ANCHO B	**qult**	**qadm**
(m)	**T/m^2**	**T/m^2**
6,00	307,9	102,62
6,50	327,9	109,29
7,00	347,9	115,95
7,50	367,9	122,62
8,00	387,8	129,28

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- **Evaluación de los estados límite de Servicio**

Los asentamientos iníciales (elásticos), son considerados mediante la teoría elástica desarrollada por Jambu, Bjerrum y Kjaernsli (1971).

$$\rho_{i=} I_o I_i \frac{qB}{E}(1-\nu^2)$$

Mediante esta teoría se estiman los asentamientos inmediatos como resultado de la distorsión o cambio de forma del estrato bajo la influencia de la carga.

Tabla 27. Asentamientos inmediatos, suelo aluvial.

$$\rho_{i=} I_o I_i \frac{qB}{E}(1-\nu^2)$$

u	0,4	
Su		T/m2
K		
E	2000	T/m2

ANCHO	factor		q servicio	asentamiento
B	Io	Ii	maxima (ton/m2)	ρi
(m)				cm
6,00	1	0,1	102,6	2,586
6,50	1	0,1	109,3	2,984
7,00	1	0,1	116,0	3,409
7,50	1	0,1	122,6	3,862
8,00	1	0,1	129,3	4,344
ESFUERZO DE CONTACTO			**30**	**ton/m2**

ANCHO	factor		q servicio	asentamiento
B	Io	Ii	maxima (ton/m2)	ρi
(m)				cm
6,00	1	0,1	30,0	0,756
6,50	1	0,1	30,0	0,819
7,00	1	0,1	30,0	0,882
7,50	1	0,1	30,0	0,945
8,00	1	0,1	30,0	1,008

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

En la tabla anterior se presentan los resultados de la evaluación de los estados límite de falla (capacidad de carga) para alternativa de cimentaciones superficiales sobre suelos granulares, para diferentes anchos (B) de cimentación.

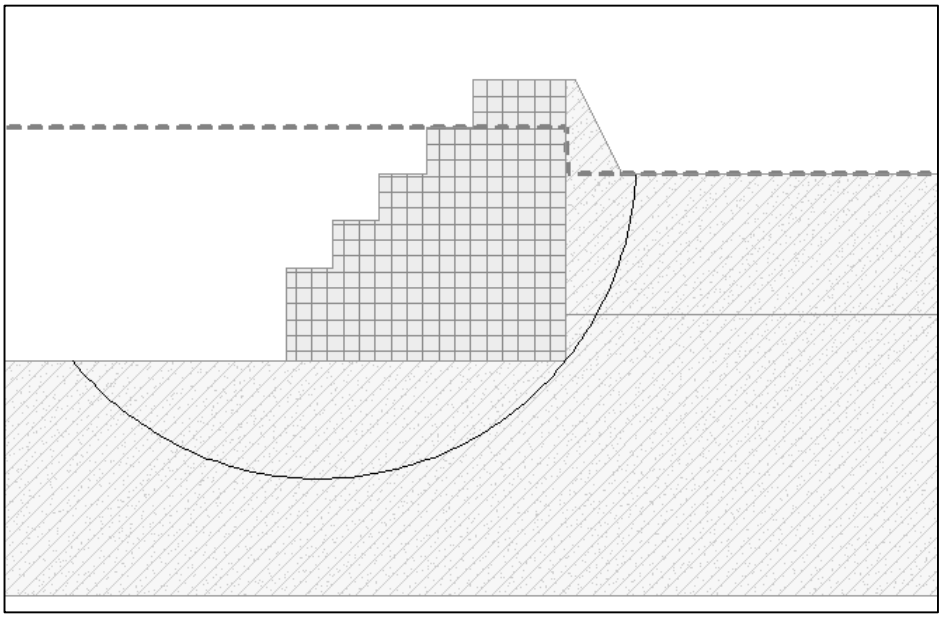
Se aclara, que de acuerdo con lo establecido en el artículo H.4.2.3, para determinar la capacidad de carga admisible, se deben evaluar los estados límite de falla y servicio en función del comportamiento que puede presentar el suelo ante un incremento dado de esfuerzos, por tal motivo, la capacidad de carga recomendada se limita a un nivel de asentamientos iguales a los máximos permisibles.

7.7 EVALUACIÓN ESTABILIDAD GLOBAL

La estabilidad global del muro de contención debe evaluarse utilizando métodos de análisis basados en el equilibrio límite cumpliendo con los factores de seguridad mínimos exigidos por la normatividad vigente.

A continuación, se presenta el resultado del análisis de estabilidad realizado en el programa Geostructural Analysis – Slope Stability.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Proyecto Jose Antonio Galan

Slope stability analysis

Input data

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1

Circular slip surface

Slip surface parameters					
Center :	x =	-5,29 [m]	Angles :	α_1 =	-50,97 [°]
	z =	-1,73 [m]		α_2 =	87,72 [°]
Radius :	R =	6,78 [m]			
The slip surface after optimization.					

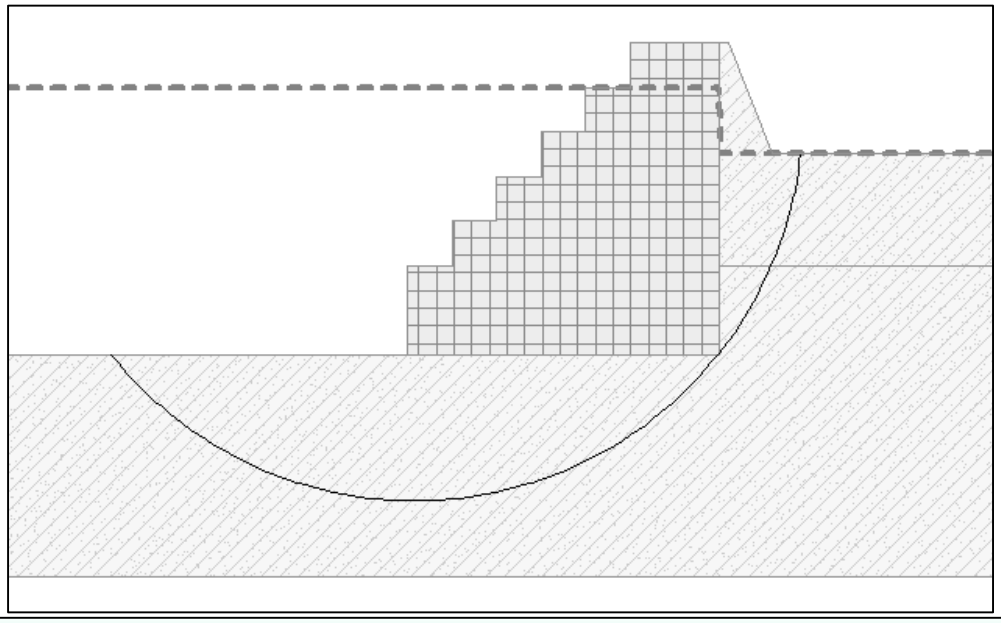
Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces : F_a = 176,86 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 400,51 kN/m

Sliding moment : M_s = 1199,09 kNm/m
Resisting moment : M_p = 2715,47 kNm/m
Factor of safety = 2,26 > 1,50
Slope stability ACCEPTABLE

Figura 82. Análisis de estabilidad global condición estática. Muro H= 6.00 m

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Proyecto Jose Antonio Galan Seudo Estático

Slope stability analysis

Input data

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1

Circular slip surface

Slip surface parameters					
Center :	x =	-6,85 [m]	Angles :	α_1 =	-51,37 [°]
	z =	-1,55 [m]		α_2 =	83,75 [°]
Radius :	R =	8,73 [m]			
The slip surface after optimization.					

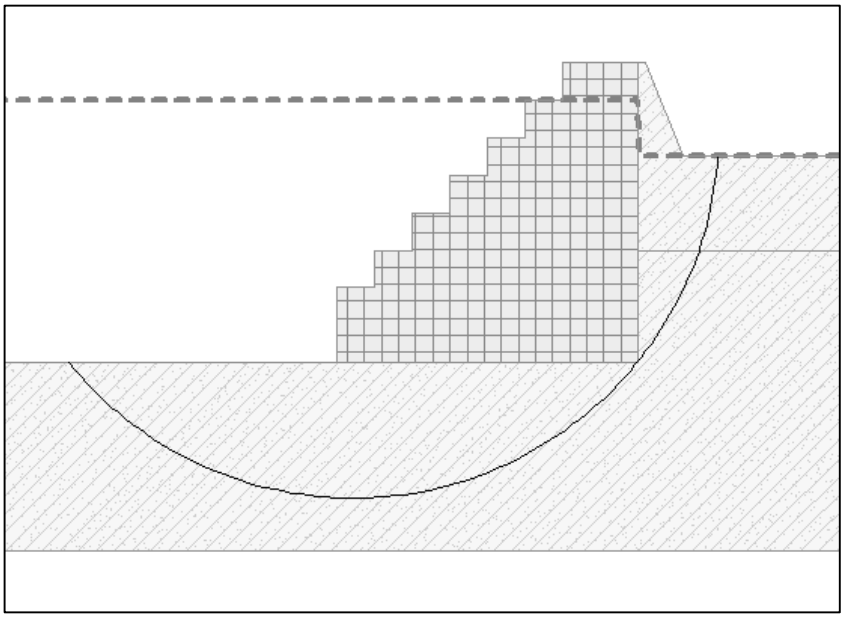
Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces : F_a = 236,86 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 572,13 kN/m

Sliding moment : M_a = 2067,87 kNm/m
Resisting moment : M_p = 4994,73 kNm/m
Factor of safety = 2,42 > 1,50
Slope stability ACCEPTABLE

Figura 83. Análisis de estabilidad global condición estática. Muro H= 7.00 m

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Proyecto Jose Antonio Galan Estatico

Slope stability analysis

Input data

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1

Circular slip surface

Slip surface parameters					
Center :	x =	-7,58 [m]	Angles :	α_1 =	-50,87 [°]
	z =	-1,86 [m]		α_2 =	86,23 [°]
Radius :	R =	9,73 [m]			
The slip surface after optimization.					

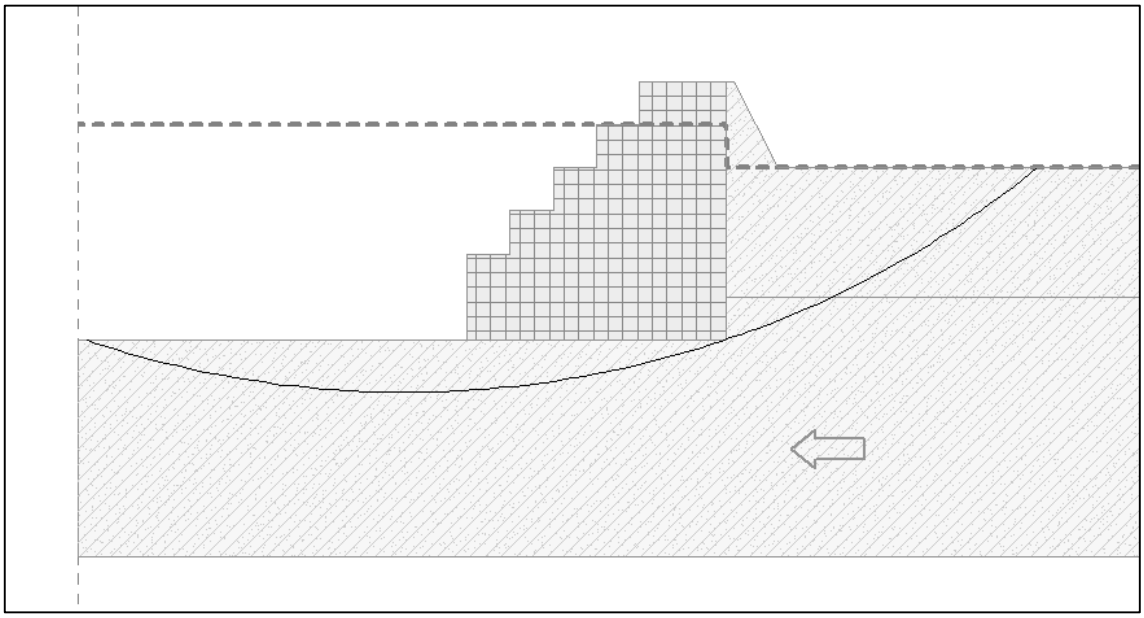
Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces : F_a = 295.47 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 707.41 kN/m

Sliding moment : M_a = 2674.94 kNm/m
Resisting moment : M_p = 6683.11 kNm/m
Factor of safety = 2,39 > 1,50
Slope stability ACCEPTABLE

Figura 84. Análisis de estabilidad global condición estática. Muro H= 8.00 m

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Slope stability analysis

Input data

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Horizontal seismic coefficient : K_h = 0,26
Vertical seismic coefficient : K_v = 0,00

Settings of the stage of construction

Design situation : seismic

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1

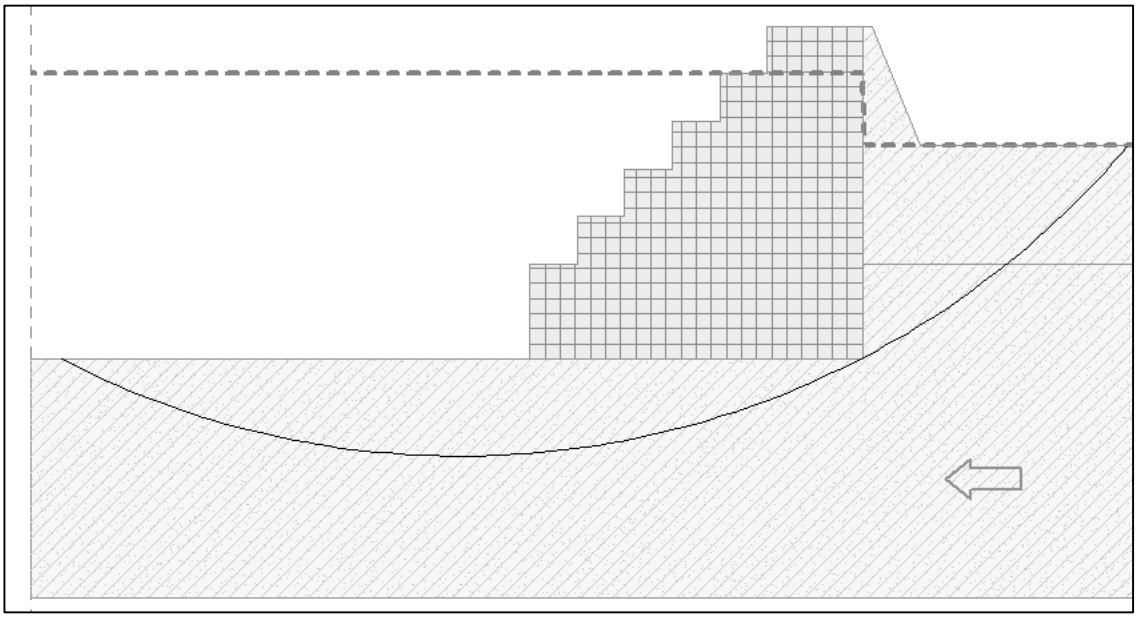
Circular slip surface

Slip surface parameters					
Center :	x =	-5,43 [m]	Angles :	α_1 =	-10,79 [°]
	z =	42,31 [m]		α_2 =	25,71 [°]
Radius :	R =	49,18 [m]			
The slip surface after optimization.					

Slope stability verification (Spencer)
Factor of safety = 1,16 > 1,00
Slope stability ACCEPTABLE

Figura 85. Análisis de estabilidad global condición seudo estática. Muro H= 6.00 m

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Proyecto Jose Antonio Galan Seudo Estático

Slope stability analysis

Input data

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Horizontal seismic coefficient : K_h = 0,26
Vertical seismic coefficient : K_v = 0,00

Settings of the stage of construction

Design situation : seismic

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1

Circular slip surface

Slip surface parameters					
Center :	x =	-8,45 [m]	Angles	α_1 =	-27,21 [°]
	z =	9,32 [m]		α_2 =	49,90 [°]
Radius :	R =	18,35 [m]			
The slip surface after optimization.					

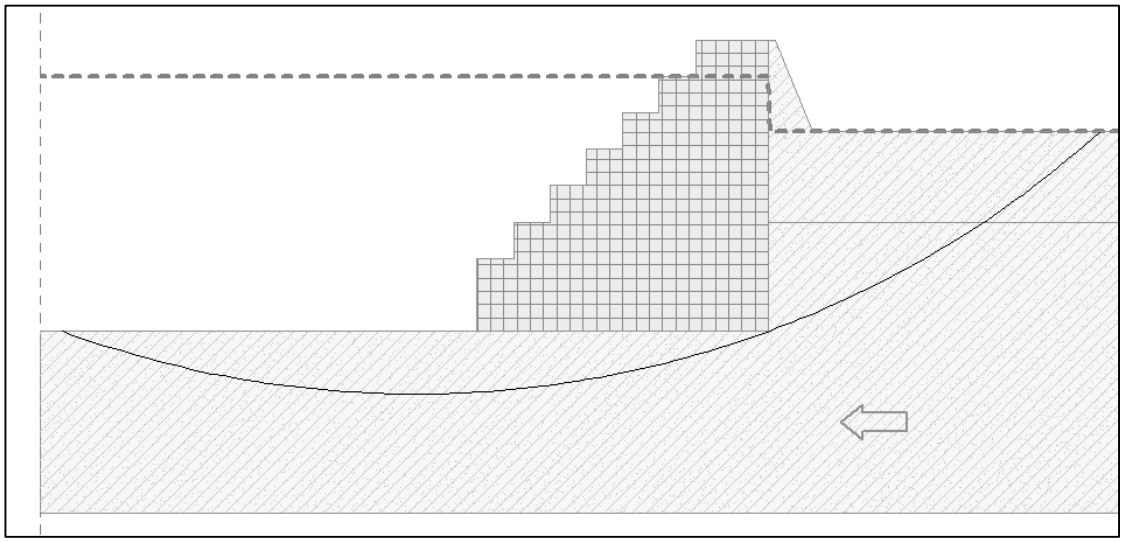
Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces : F_a = 470,68 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 493,39 kN/m

Sliding moment : M_a = 8636,92 kNm/m
Resisting moment : M_p = 9053,69 kNm/m
Factor of safety = 1,05 > 1,00
Slope stability ACCEPTABLE

Figura 86. Análisis de estabilidad global condición seudo estática. Muro H= 7.00 m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Slope stability analysis

Input data

Tensile crack

Tensile crack not inputted

Earthquake

Horizontal seismic coefficient : K_h = 0,26
Vertical seismic coefficient : K_v = 0,00

Settings of the stage of construction

Design situation : seismic

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1

Circular slip surface

Slip surface parameters					
Center :	x =	-8,57 [m]	Angles :	α_1 =	-9,83 [°]
	z =	58,40 [m]		α_2 =	25,73 [°]
Radius :	R =	65,38 [m]			
The slip surface after optimization.					

Slope stability verification (Spencer)
Factor of safety = 1,13 > 1,00
Slope stability ACCEPTABLE

Figura 87. Análisis de estabilidad global condición seudo estática. Muro H= 8.00 m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8. PLANES DE GESTIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL

8.1 PLAN AMBIENTAL

Normas Generales			
Norma	Numero	Fecha	Alcance
Ley	23	1973	Plantea la necesidad de proteger los recursos naturales renovables, fija límites mínimos de contaminación y establece sanciones por violación de las normas. Se faculta al Presidente de la República para expedir el Código de los Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente
Decreto-Ley	2811	1974	Código nacional de los recursos naturales renovables RNR y no renovables y de protección al medio ambiente. Regula el manejo de los RNR la defensa del ambiente y sus elementos.
Ley	09	1974	Código Sanitario Nacional, regula los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de los descargos de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente.
Decreto	1715	1978	Por el cual se reglamentan parcialmente el Decreto-Ley 2811 de 1974, la Ley 23 de 1973 y el Decreto- Ley 154 de 1976, en cuanto a protección del paisaje.
Constitución Política de Colombia	-	1991	El capítulo II recoge las disposiciones consignadas en la Constitución Política Colombiana respecto a la protección del medio ambiente, las cuales están encaminadas a la conservación y protección de los recursos naturales con el fin de garantizar la supervivencia de las generaciones futuras.
Ley	99	1993	La ley crea mecanismos para una estructuración de la legislación existente como es el Sistema Nacional Ambiental (SINA). Reglamenta lo referente a sus competencias y funciones y define la estructura del Ministerio y las Corporaciones, así como las fuentes y recursos económicos para el manejo y la recuperación del medio ambiente

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Ley	388	1997	Ordenamiento Territorial Municipal y Distrital y Planes de Ordenamiento Territorial, que reglamenta los usos del suelo.
Ley	491	1999	Define el seguro ecológico y delitos contra los recursos naturales y el ambiente y se modifica el Código Penal
Ley	1333	2009	Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones.
Decreto	3930	2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
Decreto	3678	2010	Define los criterios que deben tener en cuenta las autoridades para imponer sanciones de tipo ambiental.
Decreto	2820	2010	Por el cual se reglamenta el Titulo VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
Ley	1454	2011	Por la cual se dictan normas orgánicas sobre ordenamiento territorial y se modifican otras disposiciones.
Ley	1444	2011	Por la cual se escinde y reorganiza el Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo territorial, convirtiéndose en el Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible.
Decreto	2041	2014	Por el cual se reglamenta el Titulo VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. (Compilado en Decreto Único Sector Ambiente 1076 /15)
Ley	2111	2021	El Congreso de la República expidió la ley mediante la cual se reemplazó y adoptó el nuevo Título XI del Libro II de la Ley 599 de 2000 (Código Penal), “De los delitos contra los recursos naturales y el medio ambiente”.
Recurso Hídrico			
Decreto	2811	1974	Es el reglamento sobre aguas no marítimas, de recursos hidrobiológicos, de cuencas hidrográficas y de áreas de manejo especial.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Decreto	3930	Octubre de 2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo 11 del Título VI - Parte 11I - Libro 11 del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones" (Compilado en Decreto Único Sector Ambiente 1076 /15)
Decreto	4728	2010	Por el cual se modifica parcialmente el decreto 3930 de 2010 Articulo 35 Plan de Contingencia para el manejo de derrames de hidrocarburos o sustancias nocivas.
Residuos Sólidos			
Decreto Reglamentario	2462	1989	Reglamenta los procedimientos sobre explotación de materiales de construcción
Documento CONPES	2750	1994	Políticas sobre manejo de residuos sólidos
Decreto	1973	1995	Aprueba y reglamenta la vigencia del convenio 170 frente a la utilización de los productos químicos en el trabajo.
Ley	430	1998	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.
Decreto	1505	2003	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones
Decreto	4741	2005	Establece toda la reglamentación frente a la gestión integral para prevenir la generación de residuos o desechos peligrosos.
Ley	1259	2008	Creación e implementación el Comparendo Ambiental como instrumento de cultura ciudadana, sobre el adecuado manejo de residuos sólidos y escombros, previendo la afectación del medio ambiente y la salud pública
Resolución	1362	2007	Expide los requisitos y el procedimiento para realizar el registro de generadores de los residuos o desechos peligrosos en Colombia.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Ley	1252	2008	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones
Resolución	472	2017	Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos de construcción y demolición.
Resolución	2184	2019	Por el cual se reglamenta el nuevo código de colores para el manejo y separación de residuos en Colombia.
Flora			
Ley	2	1959	Reserva forestal y protección de suelos y agua
Decreto	877	Mayo 10/1976	Por el cual se señalan prioridades referentes a los diversos usos del recurso forestal, a su aprovechamiento y al otorgamiento de permisos y concesiones y se dictan otras disposiciones.
Decreto	2787	1980	Reglamenta parcialmente el Decreto Ley 2811 de 1974, aprovechamiento de bosques nacionales y compensación de los mismos
Ley	299	1995	Por la cual se protege la flora Colombiana
Resolución	192	2014	Por la cual se establece el listado de especies silvestres amenazadas de la biodiversidad biológica Colombiana que se encuentran en el territorio Nacional.
Aire			
Decreto	948	1995	Normas para la protección y control de la calidad del aire. (Compilado en Decreto Único Sector Ambiente 1076 /15)
Ley	769	2002	Expide el código nacional de tránsito. Art. 50 Condiciones mecánicas, ambientales y de seguridad. Art 51. Revisión periódica de los vehículos. Art 52. Primera revisión de los vehículos automotores. Art 103. Niveles permisibles de emisión de fuentes móviles. Art 104. Normas para dispositivos sonoros.
Resolución	910	2008	Reglamenta niveles permisibles de emisión de contaminantes por fuentes móviles terrestres en Colombia.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Ley	1383	2010	Reforma la Lay 769 de 2002 código nacional de tránsito.
Resolución	2254	2017	Norma de calidad del aire ambiente.
Ley	1972	2019	Reglamenta los niveles máximos permisibles para la emisión de contaminantes que den cumplir las fuentes móviles.
Ruido			
Decreto	948	1995	En relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.
Resolución	627	2006	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
Resolución	2154	2010	Por la cual se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones.
Materiales de Construcción			
Ley	685	2001	Por medio de la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones.
Ley	1382	2010	Por la cual se modifica la ley 685 de 2001 Código de Minas.
Campamentos			
Resolución	2400	2010	Por la cual se establecen las disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad industrial en establecimientos de trabajo. Esta resolución busca preservar y mantener la salud física y mental, prevenir accidentes y enfermedades profesionales, para lograr las mejores condiciones de higiene y bienestar de los trabajadores en las diferentes áreas en las que se realizan actividades de obra o actividades conexas con la misma.
Plan de manejo de tráfico			
Resolución	1050	2004	Por medio de la cual se adopta el Manual de Señalización Vial – Dispositivos para la regulación de Tránsito en calles, carreteras y ciclo rutas de Colombia.
Resolución	2800	2005	Por la cual se establecen unas medidas de tránsito vehicular tendientes a garantizar la movilidad en las vías del país.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

DECRETO UNICO REGLAMENTARIO SECTOR AMBIENTE			
Decreto	1076	2015	Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible
Legislación Internacional adoptada por Colombia			
Convenio sobre el comercio internacional de especies amenazadas: fauna y flora silvestre. Washington, 1973			

8.1.1 Descripción de actividades

En este sector las crecientes del Rio de Oro, generaron inundaciones y afectaciones en gran parte del barrio.

Los diferentes estudios realizados para el rio de oro, han arrojado un nivel de amenaza alta por inundación para la mayor parte del barrio, sin embargo, en estos estudios, no se han realizado el diseño detallado de las obras que puedan mitigar la amenaza.

La zona a estudiar abarca un área aproximada de 15.0 hectáreas, y se localiza sobre las dos márgenes del Rio de Oro, desde la confluencia de la quebrada Chimita, hasta el inicio de las instalaciones de Centroabastos.

En este sector se plantean las siguientes obras de mitigación:

Se recomienda la construcción de un muro en gaviones de altura variable entre 6.0m y 8.0m. Deberá ser enterrado mínimo a una profundidad de 1.0 metro del nivel actual del terreno y la cara expuesta deberá ser protegido por medio de un recubrimiento en concreto de 12.5cm de espesor. La estructura proyectada, no presenta problemas de estabilidad local ni global, los factores de seguridad por Volteo, Deslizamiento y Falla por capacidad de carga son Admisibles.

Para garantizar el funcionamiento del muro de contención en gavión, se recomienda retirar los suelos transportados de basuras y escombros, con el fin de que el muro en gavión se construya sobre suelo competente.

Como elemento de protección ante los efectos de socavación lateral y de fondo, se recomienda implementar un dentellón en concreto ciclópeo de 4.0m de altura y 1.50m de ancho. Adicionalmente, este dentellón mejora el factor de seguridad a deslizamiento para el escenario de diseño.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.1.2 Definición el área de influencia

8.1.2.1 Área de influencia directa

El área de influencia directa es el lugar donde se producirán los principales impactos del proyecto.
El área afectada y que será objeto de intervención corresponde a la confluencia de la quebrada chimitá hasta el punto donde inician las instalaciones de centroabastos.



Figura 88. Zona de confluencia con la quebrada Chimitá.



Figura 89. Zona de influencia directa

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.1.2.2 Área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta corresponde al barrio José Antonio Galán y sus correspondientes vías de acceso.



Figura 90. Barrio José Antonio Galán

8.1.3 Caracterización ambiental del area de influencia

8.1.3.1 componente abiotico

8.1.3.1.1 Climatología

El río de Oro en Girón, Santander, atraviesa una región de clima tropical de montaña. La zona de inundación del río está influenciada por este tipo de clima y por las características propias de los ríos y su entorno fluvial.

En Girón, el clima es cálido y húmedo. A lo largo del año, las temperaturas promedio oscilan entre los 18 °C y los 24 °C. Durante la época lluviosa, que abarca desde abril hasta noviembre con un pico en los meses de mayo a julio, se presentan fuertes precipitaciones y un aumento en el caudal del río de Oro. Esto puede resultar en inundaciones temporales en las áreas adyacentes al río, principalmente debido a eventos de lluvia intensa.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Durante la época seca, que se extiende de diciembre a marzo, las precipitaciones disminuyen considerablemente. Durante este período, las inundaciones en la zona de inundación del río de Oro son menos probables. No obstante, la vegetación y los cultivos en la zona pueden necesitar riego adicional debido a la menor disponibilidad de agua durante esta época.

Es importante tener en cuenta que el clima y las condiciones de inundación pueden variar según las características específicas del río de Oro en su paso por Girón y la topografía particular de la zona de inundación.

8.1.4 Componente biótico

8.1.4.1 Componente flora

La vegetación de bajo porte comprende las formaciones cuya fisonomía se caracteriza por la presencia de un estrato de mediano porte y poco abundante, de alta densidad, correspondiente al estrato arbustivo y herbáceo originando matorrales. Esta cobertura se localiza en las orillas de las cuencas, escarpes, drenajes y valle del río de Oro, su vegetación es escasa debido a que ha sido remplazada casi totalmente con construcciones, apertura de playas y pastos.

Sin embargo, hay sectores que se destacan por poseer relictos de bosques de alturas superiores, son pequeños parches aislados por un gran mosaico de cultivos, pastos naturales.

Esta vegetación, por ser relativamente escasa, no contribuye al mantenimiento, protección y conservación del suelo en ciertas áreas de los afluentes debido a que aparecen interrumpidas por las actividades locales de origen antrópico o por lo general son zonas desnudas.

8.1.4.1.1 Vegetación presente en el área de estudio

El sitio de estudio se observa una vegetación conformados por arboles aislados establecidos por el margen del Rio de Oro se evidencian especies como:

Ficus (Ficus benjamina), Higuerón (Ficus glabrata), Matarratón (Gliricidia sepium) Mamon (Melicoccus bijugatus), Bambú (Bambusa vulgaris), Yarumo (Cecropia peltata), Mango (Mangifera indica), Aguacate (Persea americana), Árnica (Cnidoscolus aconitifolius), Guayaba (Psidium guajava), Chitato (Muntingia Calabura), Yarumo (Cecropia peltata), Gallinero (Pithecellobium dulce), Citricos (Citrus sp), Guanábano (Annona muricata), Banano (Musa sp.),Búcaro (Erythrina fusca), Huevas de perro (Thevetia peruviana), Almendro (Terminalia catappa), Nonis (Morinda citrifolia), Guayacán Rosado (Tabebuia rosea), Moringa (Moringa oleífera) Tachuelo (Zanthoxylum rhoifolium), Higuerilla (Ricinus communis), Olivo gris (Olea europaea), Neem (Azadirachta indica), Palma de coco (Cocos nucifera), Leucaena (Leucaena leucocephala) y gramíneas como Pasto elefante (Pennisetum purpureum), pasto Estrella

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

(Cynodon nlemfuensis), Gordura (Melinis minutiflora) esta última como setos plantada por comunidad.

El sitio presenta inundaciones en la temporada de lluvias generadas por el Rio de Oro en gran parte de barrio.

8.1.4.2 Componente fauna

El rio de oro es uno de los efluentes más contaminados del país, sin embargo se observan algunas especies de aves como la abuelita, la piranga roja, el azulejo, el cucarachero y el sirirí. Es común encontrar en la zona algunos mamíferos como (ardillas y faras) y reptiles como la (iguana) debido a que son especies comunes en la región.

Es evidente que la escasa vegetación e intervención antrópica ha desplazado la fauna presente en el sector del barrio Galán.

8.1.5 Componente socio económico

El barrio José Antonio Galán, ubicado en Bucaramanga, cuenta con diversas infraestructuras que brindan servicios y facilitan la vida cotidiana de sus habitantes. Algunas de las infraestructuras presentes en el barrio pueden incluir:

Viviendas: El barrio está compuesto principalmente por viviendas de tipo básico, sin estructuración arquitectónica adecuada.

Vías de acceso: El barrio cuenta con calles que conectan con el resto de la ciudad, permitiendo la circulación de vehículos y el acceso a las vías principales, aunque el estado de estas no es el deseado, hay muchas vías destapadas o de tierra.

Servicios básicos: En el barrio se encuentran servicios básicos como suministro de agua potable, alcantarillado, energía eléctrica y recolección de residuos sólidos, los cuales son proporcionados por las entidades encargadas por las empresas de servicios públicos, aunque por ser zonas de la periferia de la cuidad y por ser zonas de asentamientos humanos, algunos vecinos no cuentan con este tipo de servicio y se presentan las conexiones ilegales.

Espacios públicos: Hay pequeñas zonas como parques, zonas verdes destinadas al esparcimiento y recreación de los residentes del barrio.

Instituciones educativas: Esta zona cuenta con instituciones educativas infantiles en el barrio para brindar educación a los niños, en el sector funciona el centro educativo Campohermoso sede C.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Centros de atención de salud: Existen centros de atención primaria de salud, consultorios médicos o clínicas cercanas al barrio, para brindar servicios de atención médica a los residentes.

Comercios y servicios: En el barrio hay pequeños negocios locales, como tiendas, restaurantes, panaderías, peluquerías, entre otros, que satisfacen las necesidades de los habitantes del barrio.

8.1.6 Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales

Para la ejecución de las obras se deberán tramitar los siguientes permisos:

Tabla 28. Permisos a tramitar en el proyecto

Tipo de recurso	Tramite o permiso
Agua	Se deberá tramitar el respectivo permiso de ocupación de cauces para el desarrollo de las obras.
Flora	Se identifican algunas especies con DAP mayores a 10 cm, en el área de influencia de las obras, por lo que se requiere tramitar el respectivo permiso de aprovechamiento forestal si se intervienen estas especies.
Suelo	Solicitar licencias de explotación para las canteras de donde se extraerán los materiales. Licencias o permisos para la disposición de residuos y RCD generados en el proyecto.

8.1.7 Evaluación ambiental

8.1.7.1 Descripción De Actividades e Identificación de impactos Ambientales

A continuación, se relacionan las actividades proyectadas a ejecutar en el proyecto y se definen los aspectos ambientales que pueden generar impactos a los componentes biótico, abiótico y social.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 29. Identificación de aspectos ambientales asociados a las actividades

	ACTIVIDADES	ASPECTOS AMBIENTALES
1	Extracción de suelos, basuras o escombros.	Remoción de vegetación Remoción capa orgánica del suelo Generación de residuos Generación de RCD
2	Construcción muro en gaviones de 7 metros de altura.	Intervención del cauce Construcción de campamentos Transporte de materiales Consumo de agua Consumo de materiales Generación de residuos Generación de RCD Presencia de personal en el sector
3	Dentellón en concreto	Consumo de agua Consumo de materiales Consumo de materiales Generación de residuos Generación de RCD

8.1.7.2 Relación de componentes ambientales y posibles impactos con proyecto

Tabla 30. Listado de impactos ambientales por componente

MEDIO	COMPONENTES/ ELEMENTOS	IMPACTOS
ABIOTICO	AGUAS SUPERFICIALES	Alteración de la capacidad de transporte del agua
		Cambios en las características físicas del agua
		Cambios en la calidad del recurso hídrico superficial
		Alteración de la hidrogeomorfologia de la dinámica fluvial
	ATMOSFÉRICO	Alteración de la calidad del aire por gases y material particulado
		Alteración de los niveles de ruido
	SUELOS, GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

		Alteración de la calidad del suelo
		Alteración del suelo orgánico o agrológico
		Contaminación por generación de residuos y RCD
	PAISAJE	Alteración del paisaje
BIÓTICO	FAUNA Y FLORA	Variación de la cobertura vegetal
		Desplazamiento de especies
		Alteración de las comunidades de fauna terrestre
SOCIOECONOMICO	CULTURAL	Alteración de patrones culturales
		Intervención del patrimonio arqueológico histórico o arquitectónico
	ECONOMICO	Modificación del nivel de ingresos de la población
		Variación del presupuesto de la región
		Cambio en la oferta laboral
		Alteración del valor de la propiedad
	ESPACIAL	Alteración de infraestructura existente
		Variación en la cobertura y calidad de servicios públicos
		Variación en el volumen del tránsito vehicular
	POLITICO - ORGANIZATIVO	Fortalecimiento institucional y comunitario
		Generación de expectativas en la comunidad
		Cambio en el uso de un recurso natural

8.1.7.3 Metodología para la evaluación ambiental

Para el proceso de evaluación ambiental se utilizó la metodología de desarrollada por Arboleda, también conocida como metodología EPM la cual permite el análisis completo en el área de influencia teniendo en cuenta las siguientes etapas:

Etapa 1. Desagregación del Proyecto en Componentes. En esta etapa se divide el proyecto en las actividades que se requieren para la etapa constructiva.
Etapa 2. Identificación de los Impactos. En esta etapa se procede a identificar los impactos que se pueden generar en cada uno de los procesos definidos en el paso anterior. Para ello se utiliza un método de valoración de impactos por medio del cual se determina la magnitud de la relación proyecto ambiente.

Cada diagrama está compuesto por tres elementos básicos que permiten elaborar el proceso secuencial que identificará los impactos.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Estos elementos son los siguientes:

- Acción: Es el conjunto de actividades necesarias para la ejecución del proyecto.

- Aspecto: Es el proceso físico, biótico, social económico o cultural que puede ser activado, suspendido o modificado por una determinada acción del proyecto y puede producir cambios o alteraciones que gobiernan la dinámica de los ecosistemas.

- Impacto: Es el cambio neto o resultado final (benéfico o perjudicial) que se produce en alguno de los elementos ambientales por una determinada acción del proyecto.

Etapa 3. Evaluación de los impactos. Los diagramas de identificación permiten obtener una lista de impactos ambientales que pueden ser generados por una determinada acción del proyecto, pero no indican nada de su significado y jerarquía. Es por eso que en esta etapa se procede a evaluar cada impacto individualmente.

Los atributos ambientales o criterios utilizados para la calificación son:

• Clase • Presencia o Probabilidad • Duración • Evaluación • Magnitud

La estimación de los factores de la evaluación ambiental se basa en la utilización de conceptos de profesionales especialistas.

Para la calificación ambiental, se utilizó igualmente el método definido por Arboleda.

De acuerdo con este método la calificación ambiental es la expresión de la interacción o acción conjugada de los criterios o factores que caracterizan los impactos ambientales y está definida por la siguiente ecuación: Ca = C (P [E x M + D]) Dónde: Ca: Calificación Ambiental (varía entre 0.1 y 10) C: Clase expresado por el signo + o – de acuerdo al tipo de impacto

P: Presencia (Varía entre 0.0 y 1.0)

E: Evolución (Varía entre 0.0 y 1.0)

M: Magnitud (Varía entre 0.0 y 1.0)

D: Duración (Varía entre 0.0 y 1.0)

Aplicando el análisis de sensibilidad se determinaron las siguientes constantes de ponderación:

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

a = 7.0 y b = 3.0.

Luego; Ca = C (P[axEM+bxD]) reemplazando a y b Obtenemos Ca = C (P[7.0xEM+3.0xD])

El índice denominado Calificación Ambiental (Ca), se obtiene a partir de cinco criterios o factores característicos de cada impacto, los cuales se explican de la siguiente manera:

Clase (C). Define el sentido del cambio ambiental producido por una determinada acción del proyecto. Puede ser positiva o negativa dependiendo si se mejora o degrada el ambiente actual o futuro.

Presencia (P). Como no se tiene certeza absoluta de que todos los impactos se presenten, la presencia califica la probabilidad de que el impacto pueda darse, se expresa entonces como un porcentaje de la probabilidad de ocurrencia.

En la mayoría de los impactos hay certeza absoluta de que se van a presentar, pero otros pocos tienen un nivel de incertidumbre que debe determinarse. Este criterio califica la posibilidad de que el impacto pueda darse y se expresa como un porcentaje de la probabilidad de ocurrencia, de la siguiente manera:

- Cierta: si la probabilidad de que el impacto se presente es del 100% (se califica con 1.0)
- Muy probable: si la probabilidad está entre 70 y 100 % (se califica entre 0.7 y 0.99)
- Probable: si la probabilidad está entre 40 y 70 % (0.4 y 0.69)
- Poco probable: si la probabilidad está entre 20 y 40 % (0.2 y 0.39)
- Muy poco probable: si la probabilidad es menor a 20 % (0.01 y 0.19)

Duración (D). Evalúa el periodo de existencia activa del impacto y sus consecuencias, se expresa en función del tiempo que permanece el impacto (muy larga, larga, corta, etc.).
Con este criterio se evalúa el período de existencia activa del impacto, desde el momento que se empiezan a manifestar sus consecuencias hasta que duren los efectos sobre el factor ambiental considerado. Se debe evaluar en forma independiente de las posibilidades de reversibilidad o manejo que tenga el impacto.

Se expresa en función del tiempo de permanencia o tiempo de vida del impacto, así:
- Muy larga o permanente: si la duración del impacto es mayor a 10 años (se califica con 1.0)
- Larga: si la duración es entre 7 y 10 años (0.7 – 0.99)
- Media: si la duración es entre 4 y 7 años (0.4 y 0.69)
- Corta: si la duración es entre 1 y 4 años (0.2 y 0.39)
- Muy corta: si la duración es menor a 1 año (0.01 y 0.19

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Evolución (E). Evalúa la velocidad de desarrollo del impacto, desde que aparece hasta que se hace presente plenamente con todas sus consecuencias, se expresa en unidades relacionadas con la velocidad con la que se presenta el impacto.
Califica la rapidez con la que se presenta el impacto, es decir la velocidad como éste se despliega a partir del momento en que inician las afectaciones y hasta que el impacto se hace presente plenamente con todas sus consecuencias.

Se expresa en términos del tiempo trascurrido entre el inicio de las afectaciones hasta el momento en que el impacto alcanza sus mayores consecuencias o hasta cuando se presenta el máximo cambio sobre el factor considerado, así:

- Muy rápida: cuando el impacto alcanza sus máximas consecuencias en un tiempo menor a 1 mes después de su inicio (se califica con 1.0)
- Rápida: si este tiempo está entre 1 y 12 meses (0.7 – 0.99) Media: si este tiempo está entre 12 y 18 meses (0.4 y 0.69)
- Lenta: si este tiempo está entre 18 y 24 meses (0.2 y 0.39)
- Muy lenta: si este tiempo es mayor a 24 meses (0.01 y 0.19)

Magnitud (M). Califica la dimensión o tamaño del cambio ambiental producido por la actividad o proceso constructivo u operativo. Los valores de magnitud absoluta, cuantificados o referidos se transforman en términos de magnitud relativa, que es una expresión mucho más real del nivel de afectación del impacto.

Este criterio califica la dimensión o tamaño del cambio sufrido en el factor ambiental analizado por causa de una acción del proyecto.

Se expresa en términos del porcentaje de afectación o de modificación del factor (por este motivo también se denomina magnitud relativa) y puede ser:

- Muy alta: si la afectación del factor es mayor al 80%, o sea que se destruye o cambia casi totalmente (se califica con 1.0)
- Alta: si la afectación del factor está entre 60 y 80 %, o sea una modificación parcial del factor analizado (se puede calificar 0.7 – 0.99)
- Media: si la afectación del factor está entre 40 y 60%, o sea una afectación media del factor analizado (0.4 y 0.69)
- Baja: si la afectación del factor está entre 20 y 40 %, o sea una afectación baja del factor analizado (0.2 y 0.39)
- Muy baja: cuando se genera una afectación o modificación mínima del factor considerado, o sea menor al 20 % (0.01 y 0.19).

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 31. Criterios para la valoración de impactos

Criterio	Rango	Valor
Clase	Positivo	(+)
	Negativo	(-)
Presencia	Cierta	1,0
	Muy probable	0,7-0,99
	Probable	0,4-0,69
	Poco probable	0,2-0,39
	Muy poco probable	0,01-0,19
Evolución	Muy rápida: Si es < de 1 mes	1,0
	Rápida: Si es < de 12 meses	0,7-0,99
	Media: Si es < de 18 meses	0,4-0,69
	Lenta: Si es < de 24 meses	0,2-0,39
	Muy lenta: Si es > de 24 meses	0,01-0,19
Magnitud	Muy alta: Si Mr > del 80 %	1,0
	Alta: Si Mr varia entre 60 y 80 %	0,7-0,99
	Media: Si Mr varia entre 40 y 60 %	0,4-0,69
	Baja: Si Mr varia entre 20 y 40 %	0,2-0,39
	Muy baja: Si Mr < del 20 %	0,01-0,19
Duración	Muy larga o permanente: Si es > de 10 años	1,0
	Larga: Si es > de 7años	0,7-0,99
	Media: Si es > de 4 años	0,4-0,69
	Corta: Si es > de 1 año	0,2-0,39
	Muy corta: Si es < de 1 año	0,01-0,19

Tabla 32. Rangos de valores evaluación ambiental del impacto

CALIFICACIÓN AMBIENTAL	IMPORTANCIA	MEDIDA DE MANEJO
<2.5	Poco significativo o irrelevante (PS – I)	Preventivos
>2.5 y < 5.0	Moderadamente significativo o moderado (MS – M)	Control
>5.0 y < 7.5	Significativo o relevante (S – R)	Compensación
>7.5	Muy significativo o Grave (MS – G)	Restauración

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.1.7.4 Matriz de valoración de impactos

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	RECURSO NATURAL AFECTADO						IMPACTO AMBIENTAL	PARÁMETROS DE VALORACIÓN									
		AIRE	AGUA	SUELO	FLORA	FAUNA	SOCIO AMBIENTAL		CLASE	PRESENCIA (P)	EVOLUCIÓN (E)	MAGNITUD (M)	DURACIÓN (D)	a	b	CALIFICACIÓN DEL IMPACTO	IMPORTANCIA	MEDIDA DE MANEJO
Extracción de suelo, basura y escombros.	Remoción de vegetación				x			Variacion de la cobertura vegetal	-	1,0	1,0	0,6	1,00	7	3	7,2		Compensacion forestal
						x		Desplazamiento de especies	-	1,0	0,8	0,6	0,19	7	3	3,9		Cumplimiento de PMA
	Remoción capa organica del suelo			x				Alteración de las propiedades fisicoquimicas del suelo	-	0,4	0,8	0,6	0,19	7	3	1,6		Cumplimiento de PMA
				x				Alteración del suelo organico o agrologico	-	0,4	0,8	0,6	0,19	7	3	1,6		Cumplimiento de PMA
	Generacion de residuos solidos			x				Alteracion de las propiedades fisicoquimicas del suelo	-	0,4	0,8	0,6	0,19	7	3	1,6		Cumplimiento de PMA
	Generacion de RCD			x				Contaminacion del suelo	-	0,4	0,8	0,19	0,19	7	3	0,7		Cumplimiento de PMA
Construccion muro en gaviones	Intervencion cauce			x				Alteracion de la hidrogeomorfologia	-	1,0	1,0	1,0	1,00	7	3	10,0		Cumplimiento de la compensación solicitada en el permiso de ocupacion de cauces. Realización de obras según diseño de un profesional.
			x					Alteración de la capacidad de transporte del agua	-	0,4	0,8	0,6	0,19	7	3	1,6		Cumplimiento del PMA
			x	x				Cambios en los cursos de los cuerpos de agua	-	1,0	0,8	1,0	0,19	7	3	6,2		Cumplimiento de la compensación solicitada en el permiso de ocupacion de cauces.
			x					Cambio en las caracteristicas fisicoquimicas del agua	-	0,7	0,8	0,19	0,19	7	3	1,1		Cumplimiento del PMA
	Construccion de campamentos			x			x	Alteracion de la infraestructura existente	-	1,0	1,0	0,6	0,19	7	3	4,8		Cumplimiento del PMA
				x				Contaminacion del suelo	-	0,4	0,8	0,6	0,19	7	3	1,6		Cumplimiento del PMA
	Generacion de residuos solidos			x				Alteracion de las propiedades fisicoquimicas del suelo	-	0,4	0,8	0,19	0,19	7	3	0,7		Cumplimiento del PMA
	Generacion de residuos liquidos			x				Contaminacion del agua	-	0,2	0,8	0,19	0,19	7	3	0,3		Cumplimiento del PMA
	Suspensión de actividades de extraccion de materiales del rio						x	Cambio en las actividades economicas tradicionales	-	0,6	0,8	0,19	0,19	7	3	1,0		Cumplimiento del PMA
Dentellon en concreto	Transporte de materiales						x	Aumento en los niveles del trafico vehicular	-	1,0	0,8	0,19	0,19	7	3	1,6		Cumplimiento del PMA
		x						Alteracion de la calidad del aire	-	0,6	0,8	0,19	0,19	7	3	1,0		Cumplimiento del PMA
		x						Alteracion de los niveles de ruido	-	0,6	0,8	0,19	0,19	7	3	1,0		Cumplimiento del PMA
	Intervencion del cauce del rio		x					Alteracion de la hidrogeomorfologia	-	1,0	0,8	1,0	1,00	7	3	8,6		compensación solicitada en el permiso de ocupacion de cauces.
	Generacion de RCD			x				Alteracion de las propiedades fisicoquimicas del suelo	-	0,4	0,8	0,19	0,19	7	3	0,7		Cumplimiento del PMA
	Generacion de residuos			x				Contaminación del suelo	-	0,4	0,8	0,19	0,19	7	3	0,7		Cumplimiento del PMA
	Construcción de obras preventivas						x	Disminucion de riesgos para la comunidad	+	1	1,0	0,6	1,00	7	3	7,2		Socializacion de las obras a la comunidad y sus impactos positivos.

8.1.7.4.1 Análisis de impactos

De acuerdo a la evaluación realizada se identificaron 22 impactos, uno de ellos positivo.

Se identificó un impacto en categoría de importancia muy significativa o grave, relacionada con la afectación del recurso suelo por la alteración de la geomorfología del cauce que es permanente e irreversible.

El mismo impacto que representa un riesgo alto constituye un beneficio para la comunidad por la prevención de crecientes del rio de oro.

Los demás impactos identificados como significativos corresponden a la afectación del componente forestal, a los recursos agua, aire y suelo por potencial contaminación, los cuales pueden ser controlados con la implementación de actividades de manejo.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.1.8 Programas de manejo ambiental

En este capítulo se presentan los programas de manejo ambiental que se definen para el proyecto, teniendo en cuenta la línea base ambiental de los componentes biótico, abiótico y social y las actividades proyectadas para el área de estudio.

Con la implementación de los programas aquí contenidos, se espera que los impactos sobre el área de influencia puedan controlarse o minimizarse. Para el caso de actividades cuyos efectos son irreversibles se establecerán medidas de compensación.

Los programas aquí contenidos deberán ser implementados y monitoreados por un profesional en el área ambiental.

PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL	
COMPONENTE BIÓTICO	
PMB 1.	Programa de manejo forestal y paisajístico
PMB 2.	Programa de Manejo Ambiental Para El Manejo De Fauna Silvestre y Protección De Hábitats
COMPONENTE ABIÓTICO	
PMA 1.	Programa para el manejo de excavaciones, rellenos y afirmados
PMA 2.	Programa para el manejo ambiental de materiales de construcción
PMA 3.	Programa para el manejo integral de residuos sólidos y RCD
PMA 4.	Programa para el manejo de campamentos e infraestructura temporal
PMA 5.	Programa para el manejo de emisiones atmosféricas y ruido
PMA 6.	Programa para el manejo de señalización y aislamiento del área de construcción
PMA 7.	Programa para el Manejo ambiental de los vehículos, maquinaria y equipos.
COMPONENTE SOCIO ECONÓMICO	
PMS 1.	Programa para la capacitación ambiental y la seguridad y salud en el trabajo
PMS 2.	Programa de información comunitaria
GESTIÓN AMBIENTAL	
PGA 1.	Programa de seguimiento y monitoreo ambiental

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 33. PMB-1

Programa de manejo forestal y paisajístico – MEDIO BIÓTICO	PMB - 1
Descripción	
Este programa contiene las medidas necesarias para realizar la intervención adecuada del componente forestal del proyecto, minimizando la afectación de vegetación no requerida y disponiendo adecuadamente lo residuos generados.	
Metas Relacionadas	
• Realizar únicamente la intervención de las especies arbóreas autorizadas para su intervención. • Disponer y manejar adecuadamente los residuos de tala y rocería. • Realizar la tala de los árboles con técnicas adecuadas y personal idóneo. • Proteger el componente paisajístico adyacente al desarrollo de las obras.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
Perdida de la cobertura vegetal	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Inicio de las actividades de descapote / frentes de obra
Plan de Acción	
El sitio de estudio se observa una vegetación conformados por arboles aislados establecidos por el margen del Rio de Oro se evidencian especies como: Ficus (Ficus benjamina), Higuerón (Ficus glabrata), Matarratón (Gliricidia sepium) Mamon (Melicoccus bijugatus), Bambú (Bambusa vulgaris), Yarumo (Cecropia peltata), Mango (Mangifera indica), Aguacate (Persea americana), Árnica (Cnidoscolus aconitifolius), Guayaba (Psidium guajava), Chitato (Muntingia Calabura), Yarumo (Cecropia peltata), Gallinero (Pithecellobium dulce), Citricos (Citrus sp), Guanábano (Annona muricata), Banano (Musa sp.),Búcaro (Erythrina fusca), Huevas de perro (Thevetia peruviana), Almendro (Terminalia catappa), Nonis (Morinda citrifolia), Guayacán Rosado (Tabebuia rosea), Moringa (Moringa oleífera) Tachuelo (Zanthoxylum rhoifolium), Higuerilla (Ricinus communis), Olivo gris (Olea europaea), Neem (Azadirachta indica), Palma de coco (Cocos nucifera), Leucaena (Leucaena leucocephala) y gramíneas como Pasto elefante (Pennisetum purpureum), pasto Estrella (Cynodon nlemfuensis), Gordura (Melinis minutiflora) esta última como setos plantada por comunidad. **Manejo forestal**	

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- Elaborar un inventario forestal del área de intervención. Verificar que se tramiten e identifiquen todos los árboles que puedan verse afectados por el proyecto.
- Tramitar los permisos de aprovechamiento forestal para las especies arbustivas que sean requeridas.
- No se podrán intervenir los árboles hasta tanto no contar con el respectivo permiso de la autoridad ambiental.

Protección de áreas no intervenidas

- La vegetación existente que no será intervenida debe ser protegida durante todas las actividades de construcción. No se podrán utilizar los árboles para apoyar instalaciones o elementos para los trabajos.
- La protección se debe realizar utilizando malla, aislando totalmente cada árbol. Al finalizar las actividades de construcción se debe retirar dicha protección y verificar que ninguno de los árboles haya sufrido daño alguno.
- Se prohíbe realizar intervención de áreas para instalar los campamentos o provisionales.

Compensación Forestal

Se deberá realizar la compensación forestal solicitada por el trámite de los permisos de aprovechamiento forestal y ocupación de cauces.

El profesional ambiental vinculado debe garantizar el cumplimiento de estos requisitos y presentar de manera oportuna los planes de compensación e informes de cumplimiento ante la autoridad ambiental.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 34. PMB - 2

Programa de manejo ambiental para el manejo de fauna silvestre y protección de hábitats – MEDIO BIÓTICO	PMB - 2
Descripción	
Este programa contiene las medidas para la protección de la fauna presente o foránea localizada en las zonas de construcción de las obras.	
Metas Relacionadas	
Especies de fauna afectadas igual a cero. Descartar la presencia de fauna en el área de intervención Capacitar al personal vinculado al proyecto sobre temas de protección de fauna.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
Cambio en la dinámica de las comunidades faunísticas Alteración de hábitats terrestres	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental	Desde el inicio hasta el final de las obras.
Plan de Acción	

- **Capacitación**

Todo el personal vinculado al proyecto deberá capacitarse en temas relacionados con la protección de fauna. Dentro de los temas a tratar se recomiendan los siguientes:

- Normas generales de conducta dentro de la obra.
- Manejo de la fauna silvestre en la zona del proyecto.
- Leyes normativas sobre protección de fauna y las sanciones existentes para quienes las infrinjan.

- **Inspecciones de las áreas de intervención**

Realizar inspecciones previas a la intervención y remoción de vegetación y descapote con el fin de descartar la presencia de fauna. Se deberá llevar registro fotográfico de estas actividades que deben realizarse previamente al inicio de los trabajos.
Realizar inspecciones de los árboles a intervenir para descartar la presencia de nidos en las ramas.

- **Prohibición de captura y caza**

Está completamente prohibida la captura de todo tipo de fauna, se debe informar al personal y realizar controles adecuados frente al tema.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 35. PMA - 1

Programa para el manejo de excavaciones, rellenos y afirmados – MEDIO ABIÓTICO	PMA -1
Descripción	
El programa busca establecer los requerimientos y procedimientos para el manejo ambiental de las actividades rellenos y afirmados, cumpliendo con las normas técnicas y ambientales establecidas	
Metas Relacionadas	
Número de accidentes de obra relacionados con el manejo de excavaciones = 0 Cumplimiento al 100% de las medidas de manejo ambiental establecidas para la intervención con actividades de excavación.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
Aporte de sedimentos a la corriente de agua Alteración de la calidad visual del paisaje Accidentes a los trabajadores y la comunidad	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades de excavación y rellenos.
Plan de Acción	
Se deben ubicar adecuadas protecciones o barricadas para protección de las zonas excavadas y prevenir el acceso de agua del rio, instalando adecuados controles del caudal del rio. Se debe aislar y señalizar completamente las áreas de excavación y relleno. Las actividades de excavación y movimiento de tierra deben realizarse procurando la estabilidad de las áreas aledañas a las zonas de intervención, principalmente de viviendas que se encuentran ocupando el área de aislamiento del rio. Debe definirse un sitio adecuado para la ubicación temporal de los materiales retirados, evitando la ocupación de las áreas de la ronda de rio. Se deben ubicar adecuadas protecciones o barricadas para protección de las zonas excavadas y prevenir el acceso de agua del rio. Los materiales excavados se deberán disponer en sitios autorizados para tal fin, en el programa para manejo de RCD se mencionan los sitios autorizados en la ciudad de Bucaramanga. Los RCD retirados podrán reutilizarse tambien para las actividades de relleno y afirmado, cubriéndolos adecuadamente con plástico. Se debe llevar registro adecuado de los materiales generados, dispuestos y reutilizados. Se debe suspender todo tipo de actividades ante la presencia de lluvias.	

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 36. PMA - 2

Programa para el manejo ambiental de materiales de construcción – MEDIO ABIÓTICO	PMA - 2
Descripción	
El programa busca definir los controles a tener en cuenta para la adquisición, transporte y manejo de los materiales de construcción.	
Metas Relacionadas	
Evitar las emisiones de material particulado. Disponer el total de los escombros y materiales en sitios autorizados. Evitar la ocupación de áreas no permitidas por la disposición inadecuada de escombros.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
Disminuir la generación de material particulado en la zona. Evitar la ocupación del espacio público. Afectación de los sistemas de drenaje y de las fuentes hídricas del sector. Evitar el desperdicio de materiales Garantizar la obtención de materiales de fuentes autorizadas	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.
Plan de Acción	
Adquisición de materiales Los materiales de construcción grava, gravilla, arena, agregados minerales deben provenir de los sitios debidamente avalados, con sus licencias ambientales y mineras vigentes. **Almacenamiento de Materiales de construcción** Los materiales de construcción deberán ubicarse lejos de la zona de asilamiento del rio, cubrirse y ubicarse de manera adecuada en zonas alejadas de sumideros o zonas verdes o vías. Los materiales de construcción ubicados dentro del frente de trabajo o almacenados temporalmente en los sitios aprobados para tal fin deben permanecer perfectamente demarcados y cubiertos. La preparación de los concretos en obra, se debe realizar exclusivamente sobre formaletas metálicas para evitar vertimientos y caídas de este tipo de producto. **Medidas para el transporte de materiales**	

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Todos los vehículos deberán contar con sus documentos y principalmente revisión tecnicomecanica al día.

Asegurar que los vehículos que transportan escombros o materiales tengan los platones o carrocerías adecuados para asegurar que la carga quede contenida en su totalidad, evitando perdidas de material durante el traslado.

Se debe tener presente que al cargar la volqueta el material no debe sobrepasar el nivel de enrase del volco para evitar así el derrame de materiales.

Es obligatorio cubrir la carga transportada con el fin de evitar dispersión de la misma o emisiones fugitivas, la cobertura debe caer sobre el contenedor 30 cm a partir del borde superior del platón vehículo.

El contenedor o platón debe estar constituido por una estructura continua que en su contorno no contenga roturas, perforaciones, ranuras o espacios.

Se deberá garantizar medidas de protección para evitar que el material de corte se desplace a zonas verdes.

En caso de presentarse algún derrame accidental de concreto o algún material, éste deberá recogerse de forma inmediata.

Para la programación del transporte de materiales de construcción, desde el proveedor hacia el frente de obra, se deberá tener en cuenta las normas de tránsito, el tráfico vehicular y las restricciones de flujo de los vehículos de carga, principalmente porque para el acceso a los sitios de obra se deberá transitar por el barrio y hay gran presencia de peatones y niños.

Los materiales almacenados temporalmente deberán ubicarse en sitios adecuados, señalizados y cubrirse con plástico.

Señalización

Evitar molestias por el tráfico ocasionado por la entrada y descarga en el área de trabajo por medio de controladores de tráfico, estableciendo cronogramas apropiados y rutas seguras de transporte.

Las áreas de almacenamiento temporal de material deberán estar debidamente demarcadas y señalizadas.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Programa para el manejo integral de residuos sólidos – MEDIO ABIÓTICO	PMA - 3

Descripción

El programa define las pautas que se deben seguir en las actividades de separación, almacenamiento, clasificación y disposición final de residuos sólidos y RCD.

Metas Relacionadas

Evitar la ocupación del espacio público.
Realizar el aprovechamiento de los residuos reciclables generados durante la etapa de construcción.
Disponer los residuos de construcción de la forma adecuada según la normatividad legal vigente.

Impactos por Prevenir o Mitigar

Aumento en la generación de residuos.
Contaminación del suelo
Deterioro del paisaje
Pérdida de la cobertura vegetal.
Invasión u ocupación del espacio público
Evitar molestias en la población que transita por el sector.
Contaminación visual
Taponamiento del sistema de drenaje del sector.
Contaminación de cuerpos de agua.

Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.

Plan de Acción

Identificar la empresa que presta el servicio de recolección de residuos en el sector con el fin de establecer convenio para la recolección de los residuos NO APROVECHABLES durante el proyecto.

Se deberán identificar los diferentes gestores de los otros tipos de residuos peligrosos, reciclables y RCD. Y solicitar los respectivos permisos o autorizaciones para su gestión.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Clasificación en la fuente

La actividad de separación de residuos se debe realizar preferiblemente en el lugar de generación.

Se ubicarán puntos de acopio de residuos en cada uno de los frentes de trabajo de acuerdo con el código de colores establecido mediante la resolución 2184 de 2019.



De acuerdo con las características del proyecto los residuos más comunes podrían ubicarse de la siguiente forma:

Se marcarán los recipientes así:

- Residuos ordinarios o comunes (Color negro). Dentro de este recipiente se ubicarán todos los residuos de tipo ordinario que no representan valor comercial tales como: Residuos de alimentos, papel y plástico contaminados con alimentos, icopor papel aluminio, papeles sanitarios entre otros.
- Reciclaje de vidrio, papel y cartón. (color blanco). Dentro de este recipiente se ubicarán aquellos residuos de cartón provenientes de los empaques de los insumos del proyecto, papel de oficinas, envases de vidrio entre otros materiales reciclables.
- Residuos Orgánicos aprovechables. (Color verde). Todos los residuos de comida, cascaras, alimentos preparados, huesos etc.
- Residuos Peligrosos (Color Rojo): Los residuos de tipo peligroso tales como envases o elementos contaminados con combustibles, residuos de enfermería, pegantes u otros insumos que hayan tenido con sustancias químicas peligrosas

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

deberán disponerse en este tipo de color. Así como los elementos contaminados con combustibles y sustancias químicas.

- RCD: Los RCD que puedan generarse tales como chatarra, sobrantes de excavación y escombros deberán manejarse de manera separada en los sitios de generación.

Los puntos ecológicos deberán ubicarse cerca de las fuentes de generación, con sus respectivas bolsas de colores.

Almacenamiento

Se deberá contar con puntos de acopio temporal para el almacenamiento temporal de residuos aprovechables tales como cartón, papel, PVC entre otros.

- Requerimientos de los recipientes de residuos

- Los recipientes o canecas deben contar con todas las características de seguridad e higiene, con el fin de que se evite la entrada de agua, roedores o insectos; deberán estar en buen estado de modo que no permita el escape de líquidos por sus paredes o por el fondo.
- Los recipientes deberán estar rotulados de acuerdo al color y tipo de residuo.
- Los residuos peligrosos deberán ser rotulados de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana NTC 1692, que corresponde al transporte de mercancías peligrosas, definiciones, clasificación, marcado, etiquetado y rotulado, o aquella que la modifique o sustituya.
- Los contenedores o canecas podrán ubicarse al lado de las oficinas, campamentos o donde se consideren necesarios. En lo posible los contenedores deben quedar cerca al sitio de generación.

Disposición final

Se deberán indagar las rutas, horarios y empresas de recolección de residuos y realizar acuerdos con la empresa de aseo para la entrega de los residuos generados durante las obras.

Los residuos aprovechables que puedan generarse, como cartón, PET, PVC deberán entregarse a un gestor autorizado.

Los residuos peligrosos deberán ser entregados a un gestor autorizado del municipio y se deberán anexar a los informes los certificados de esta disposición.

Para la disposición de los escombros y material sobrante, en el área metropolitana se cuenta actualmente con las siguientes escombreras autorizadas:

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- Escombrera “Rancho Grande”, ubicada en el Km 2 Vía Piedecuesta – Bogotá antiguo INTRA, en el municipio de Piedecuesta. Autorizado mediante Radicado CDMB 11581 de 2009.

- Escombrera “El Parque”, ubicada en la escarpa del costado sur occidental de la meseta de Bucaramanga sobre la calle 104 del Barrio Porvenir de la ciudad de Bucaramanga. Autorizado mediante Radicado CDMB 11877 de 2013.

- Escombrera Cemex Suratá, ubicada en el Km4 de la vía al mar desde el municipio de Bucaramanga. Autorizado mediante Radicado CDMB 12235 de 2020.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 37. PMA - 4

Programa para el manejo de campamentos e infraestructura temporal – MEDIO ABIÓTICO	PMA - 4
Descripción	
El programa tiene como objetivo definir las medidas ambientales que se deben implementar para ubicar y mantener la infraestructura temporal de las obras.	
Metas Relacionadas	
Cumplir el 100% de las actividades de manejo ambiental para la instalación de la infraestructura temporal. Asegurar que el campamento cumpla con espacios adecuados para sus trabajadores.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
Aumento en la generación de residuos. Contaminación del suelo Deterioro del paisaje Pérdida de la cobertura vegetal. Invasión u ocupación del espacio público Evitar molestias en la población que transita por el sector. Contaminación visual Contaminación de cuerpos de agua.	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.
Plan de Acción	
Previo al inicio de las obras, los responsables de la misma deberán definir la ubicación de las instalaciones temporales de obra, evitando la ocupación de zonas verdes, vías de circulación peatonal o espacio público. Se debe garantizar que las condiciones de los campamentos cumplan con las condiciones higienicosanitarias mínima para el personal. Se debe contar con agua potable para la hidratación del personal y lavado de manos. Se deberá contar con unidades sanitarias fijas conectadas a la red de alcantarillado del municipio o con baños portátiles de una empresa que cuente con permiso de funcionamiento y vertimientos. (Los certificados de disposición de residuos líquidos deben presentarse mensualmente en los informes ambientales). Se deberán realizar jornadas de organización y aseo de los espacios destinados para campamentos.	

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Los campamentos deberán contar con elementos para la atención de emergencias como botiquín, camilla y extintor, acordes y suficientes con la cantidad de personal vinculado.

Si se requiere la ubicación de espacios para el almacenamiento de combustibles, estos deben estar demarcados, alejados de la corriente de agua, contar con un dique perimetral para evitar la dispersión ante un eventual derrame.

Se deberá contar con un kit de derrames y capacitar al personal frente a su uso adecuado.

Si se requiere abastecimiento de combustible para la maquinaria pesada en el frente de obra, éste se debe realizar mediante la utilización de bombas manuales o mecánicas que cumpla con el Decreto 1609/02 y las normas NTC para transporte de sustancias peligrosas y las disposiciones contenidas en el Decreto 1521 de 1998 del Ministerio de Minas y Energía.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 38. PMA-5

Programa para el manejo de emisiones atmosféricas y ruido – MEDIO ABIÓTICO	PMA - 5
Descripción	
El programa busca establecer las medidas necesarias para prevenir, controlar, mitigar y reducir la alteración de la calidad del aire y niveles de ruido debido a las fuentes móviles y emisiones de material particulado durante las fases de construcción.	
Metas Relacionadas	
Establecimiento de medidas para controlar las fuentes de emisiones y ruido. Cero quejas de la comunidad por ruido o contaminación del aire.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
Alteración de la calidad del aire por gases y material particulado. Alteración de los niveles de ruido	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.
Plan de Acción	
• **Manejo y control de material particulado** Los vehículos deberán cumplir con las normas de tránsito y acatar las velocidades establecidas en el tránsito por las vías del barrio con el fin de disminuir el levantamiento de material particulado. Los vehículos deberán cubrir la carga transportada de acuerdo a lo establecido en el programa para el manejo y transporte de materiales de construcción y demolición. Se debe asegurar que todos los materiales sueltos almacenados en obra, se cubran adecuadamente para evitar su dispersión. Se deberán aislar adecuadamente las áreas de trabajo. Todos los vehículos involucrados en la obra deberán tener la documentación legal al día, SOAT y revisión tecnicomecanica. Así mismo los vehículos deberán recibir el mantenimiento para un adecuado funcionamiento. **Control del ruido** Garantizar el uso de elementos de protección auditiva para los trabajadores del proyecto en las actividades que sea necesario. (uso de taladros, maquinaria y equipo). Las actividades generadoras de altos niveles de ruido deberán desarrollarse en horarios adecuados, suspendiendo actividades durante las horas de descanso, con el fin de evitar molestias a la comunidad.	

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 39. PMA-6

Programa para el manejo de señalización y aislamiento del área de construcción – MEDIO ABIÓTICO	PMA - 6
Descripción	
Las actividades de este programa buscan prevenir el riesgo ocasionado por la realización de las obras y disminuir la afectación visual de la misma.	
Metas Relacionadas	
• Cero accidentes derivados de la señalización inadecuada de la obra.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
Alteración del paisaje	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.
Plan de Acción	
La obra debe estar completamente aislada de manera que se evite el acceso de personal no vinculado a las obras de ejecución. Se deberá garantizar el estado adecuado y mantenimiento de estas protecciones. Se deberá contar con señalización preventiva interna en todas las zonas de riesgo. Se deberá contar con señalización que promueva el uso de los elementos de protección personal por parte de los trabajadores. Todas las sustancias químicas y combustibles deberán estar señalizados y rotulados. Se deberán ubicar barreras activas en el cauce del rio para evitar el acceso del agua a los sitios de obra. Deberá contarse con una ruta de evacuación definida y señalizada. Todos los puntos de acopio y de interés de la obra deberán estar debidamente señalizados. Toda la señalización temporal deberá retirarse una vez finalicen las obras.	

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 40. PMA-7

Programa para el manejo de Programa para el Manejo ambiental de los vehículos, maquinaria y equipos. – MEDIO ABIÓTICO	PMA - 7
Descripción	
Este programa busca garantizar que la maquinaria y vehículos vinculados al proyecto cumplan con la normatividad ambiental y se incorporen sin causar mayor deterioro en el área de influencia del proyecto.	
Metas Relacionadas	
• Cumplir el 100% de las medidas ambientales establecidas para minimizar los impactos ambientales en la operación de los vehículos maquinarías y equipos. • Cumplir con los mantenimientos y seguimiento preventivos programados de los equipos.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
Alteración de la calidad del aire Alteración de los niveles de ruido	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.
Plan de Acción	
1. Documentos del vehículo y estado general: – En la obra solo se contratarán vehículos que tengan actualizados los Certificados de Revisión Técnico Mecánica y el Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito, SOAT. – Previo al inicio de una maniobra u operación, se verificará el estado de mantenimiento y conservación de los vehículos, la maquinaria y equipo destinado para atender las actividades de construcción, ordenando, si es del caso, su retiro del área de trabajo, al encontrar una novedad que no se le pueda dar solución en el sitio. – Todos los vehículos deben estar en buen estado general e integridad. **2. Medidas de control y seguridad para la operación de maquinarias, equipos y vehículos de construcción** Los vehículos y maquinarias estarán provistos de señales ópticas y auditivas (pito) de reversa. Los vehículos que transporten material tendrán incorporados en su carrocería los contenedores con platones apropiados, a fin de que la carga depositada en ellos quede	

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

contenida en su totalidad de forma tal que se evite el derrame pérdida parcial del material y escurrimiento durante el transporte; para evitar la dispersión del material o emisiones furtivas será necesario cubrirla con un material resistente que se sujetará a las paredes exteriores del contenedor cumpliendo con todos los requerimientos de la resolución 541 de 1994 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
Los vehículos que operen para la obra deberán cumplir con las normas de tránsito vigentes.

Ruido
El uso de equipos con alta generación de ruido debe operarse dentro de los horarios de trabajo y evitar la realización de actividades en horarios comunes de descanso de la comunidad para evita la perturbación por ruido.
Para el control del ruido es necesario que se respeten los horarios de trabajo diurnos. De requerirse extensión de trabajos en horas nocturnas se deberá informar previamente a la comunidad y contar con los respectivos permisos de trabajo ante la entidad territorial y el ministerio de trabajo.

Combustibles y lubricantes:
No se autorizará el suministro de combustible o lubricante en el área de trabajo: los vehículos deberán realizar su llenado de tanque de combustible y/o cambio de aceite en un sitio autorizado.
El mantenimiento de maquinaria pesada se ejecutará en talleres especializados.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 41. PS-1

Programa para el manejo de Programa para la capacitación ambiental y la seguridad y salud en el trabajo. – MEDIO SOCIAL	PS - 1
Descripción	
Este programa busca que todo el personal involucrado en el proyecto reciba capacitación adecuada sobre la implementación de los programas de manejo ambiental.	
Metas Relacionadas	
– 100% personal de obra capacitado en el proyecto en temas de manejo ambiental. – Proteger al personal y a la comunidad de la ocurrencia de accidentes leves. – Mantener la integridad de las personas y la comunidad.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
– Afectación de la salud del personal de la obra por ocurrencia de accidentes de trabajo o enfermedades profesionales. – Afectación de la salud de la comunidad que reside o transita por el sector.	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.
Plan de Acción	
– **Capacitación de personal** De manera general se sugiere capacitar al personal en los siguientes temas: – Socialización de los programas de manejo ambiental. – Legislación ambiental vigente – Ahorro del agua y la energía – Normas generales de conducta dentro del proyecto. – Manejo de la fauna silvestre en la zona del proyecto. – Leyes normativas sobre protección de fauna y las sanciones existentes para quienes las infrinjan. – Manejo integral de residuos sólidos. – Manejo ambiental de campamentos e instalaciones provisionales – Orden y aseo. – Capacitaciones diarias en temas de seguridad y salud en el trabajo. Realizar como mínimo 2 capacitaciones mensuales dirigidas al personal. – **Seguridad y salud en el trabajo**	

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Se deberá contar con un programa de Seguridad y Salud en el trabajo para la ejecución del proyecto.

Se deberán realizar inspecciones de seguridad y suministrar los elementos de protección personal requeridos por el personal para cada una de sus actividades.

Se deberá contar con los elementos de atención de emergencias. (Extintor, camilla y botiquín).

Se deberá contar con kits de derrames y un plan de manejo de combustibles.

Se deberá garantizar la ubicación de señalización de zonas de riesgo, ruta de evacuación y uso de elementos de protección personal.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 42. PS-2

Programa para el manejo de Programa para la información comunitaria – MEDIO SOCIAL	**PS - 2**
Descripción	
El objetivo de este programa es establecer canales de comunicación con las comunidades aledañas a las obras para garantizar que se encuentren informadas y atendidas y disminuir así los impactos asociados a la presencia y desarrollo de las actividades.	
Metas Relacionadas	
– Atender las PQR de las comunidades que puedan generarse en el desarrollo de las obras. – Definir un canal de comunicación adecuado con la comunidad durante la duración de las obras.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
– Quejas o reclamos de la comunidad – Generación de expectativas en la comunidad – Dispersión de información inadecuada sobre la obra.	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental o social – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.
Plan de Acción	
1. Información a la comunidad Se deberá promover con los lideres comunitarios una reunión de inicio el proyecto, donde se informe duración de las obras, beneficios de la misma y los impactos ambientales y sociales que pueden generarse por su ejecución. Socializar principalmente los planes de manejo de tráfico, los horarios de ingreso de vehículos y las medidas de prevención principalmente para peatones. **2. Actas de vecindad** Previo al inicio de las obras se deberá realizar una gestión de predios, determinar afectaciones a las viviendas presentes en el área de influencia y consignar en un documento su estado actual. Si se requiere la intervención de una vivienda o alguna de sus áreas deberá realizarse el respectivo proceso con la alcaldía de Bucaramaga para la reubicación o intervención de la vivienda. Teniendo en cuenta que sobre la zona de intervención se encuentran viviendas en la ronda hídrica del rio.	

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 43.PGA-1

Programa para el manejo de Programa de seguimiento y monitoreo ambiental – GESTIÓN AMBIENTAL	**PGA - 1**
Descripción	
Este programa tiene como objetivo principal revisar la implementación de los planes de manejo establecidos, verificando su efectividad y aplicabilidad en el desarrollo de las actividades del proyecto.	
Metas Relacionadas	
– Garantizar el cumplimiento de las actividades establecidas en los planes de manejo ambiental. – Prevenir sanciones o requerimientos por parte de la autoridad ambiental.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
Afectaciones a los medios Bióticos, abióticos y sociales presentes en el área de influencia del proyecto.	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental– Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.
Plan de Acción	
En el desarrollo de las obras se deberá contar con un profesional idóneo en el área ambiental, con el fin de realizar el seguimiento y la implementación de los programas de manejo ambiental contenidos en este documento. El profesional en el área ambiental tiene las siguientes responsabilidades: • Efectuar comprobaciones, chequeos, inspecciones para verificar la ejecución de los programas. • Consignar las observaciones en una bitácora o libro de obra sobre los hallazgos que afecten el cumplimiento del PMA. • Verificar el cumplimiento de los correctivos, compromisos y responsabilidades que surjan de la entidad contratante o la autoridad ambiental. • Consignar en la bitácora las actividades realizadas, las inconsistencias de tipo ambiental que se detecten, solicitando las oportunas reparaciones y correcciones, según el caso. • Constatar las sugerencias, inquietudes y reclamos relacionados con los asuntos ambientales formulados por los empleados y trabajadores, por la comunidad en general, por la entidad contratante, por la Autoridad Ambiental, o demás Autoridades, dejando constancia de ellas en la bitácora.	

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- Elaborar los informes mensuales de cumplimiento de las medidas establecidas en el plan de manejo.
- Atender los requerimientos de las comunidades relacionadas con temas de manejo ambiental.
- Participar de las reuniones de socialización con las comunidades.
- Establecer planes de acción si las metas y objetivos de los planes de manejo ambiental no se cumplen a conformidad.
- Identificar gestores de residuos y solicitar oportunamente los certificados de gestión.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.2 PLAN DE MANEJO DE TRANSITO

8.2.1 Tipo de obra

Este proyecto pretende realizar obras de mitigación en el sector debido a que las crecientes del Rio de Oro, generaron inundaciones y afectaciones en gran parte del barrio. Los diferentes estudios realizados para el rio de oro, han arrojado un nivel de amenaza alta por inundación para la mayor parte del barrio, sin embargo, en estos estudios, no se han realizado el diseño detallado de las obras que puedan mitigar la amenaza.

La zona a estudiar abarca un área aproximada de 15.0 hectáreas, y se localiza sobre las dos márgenes del Rio de Oro, desde la confluencia de la quebrada Chimita, hasta el inicio de las instalaciones de Centro abastos. En este sector se plantean las siguientes obras de mitigación:

- Se recomienda la construcción de un muro en gaviones de altura variable entre 6.0m y 8.0mEl muro estará compuesto por siete (7) filas. Deberá ser enterrado mínimo a una profundidad de 1.0 metro del nivel actual del terreno y la cara expuesta deberá ser protegido por medio de un recubrimiento en concreto de 12.5cm de espesor. La estructura proyectada, no presenta problemas de estabilidad local ni global, los factores de seguridad por Volteo, Deslizamiento y Falla por capacidad de carga son Admisibles.
- Para garantizar el funcionamiento del muro de contención en gavión, se recomienda retirar los suelos transportados de basuras y escombros, con el fin de que el muro en gavión se construya sobre suelo competente.
- Como elemento de protección ante los efectos de socavación lateral y de fondo, se recomienda implementar un dentellón en concreto ciclópeo de 4.0m de altura y 1.50m de ancho. Adicionalmente, este dentellón mejora el factor de seguridad a deslizamiento para el escenario de diseño.

8.2.2 Tiempo de ejecución

El tiempo de ejecución del proyecto es de quince (15) meses, contados desde la fecha establecida mediante la orden de inicio impartida por la entidad contratante.

- Cronograma de obra

Horario de trabajo: de 7:00 am a 05:00 pm de lunes a viernes y sábados de 07:00 am a 12:00 pm

8.2.3 Equipo a emplear

En esta etapa de construcción del proyecto se empleará la siguiente maquinaria, las cuales tendrán inspecciones permanentes para verificar el cumplimiento de la señalización, transporte de materiales, entre otras, dando cumplimiento al Código Nacional de Tránsito.

Tabla 44.Relación de Maquinaria

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

HERRAMIENTAS Y EQUIPOS MÍNIMOS PARA OBRA CIVIL		
DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD
Volquetas	Capacidad mínima de 6 metros cúbicos	3
Mezcladora Concreto	Capacidad Mínimo de un (01) bulto	3
Vibrador de Concreto	Eléctrico tipo agua	3
Retroexcavadora	Automática	1
Compactador Manual tipo rana	Compactador manual (saltarín) peso operación mayor 52 (Kg).	3
Martillo demoledor	Demoledor hexagonal mínimo 30 Jis	3
Pulidora	Manual de 7 a 9 pulgadas	6

8.2.4 Características de la zona de influencia

8.2.4.1 Zona de influencia

De acuerdo con los lineamientos establecidos en el Manual de Señalización en su capítulo 4, Numeral 4.7, relacionado con planes de manejo de tráfico, la zona de influencia para obras de interferencia baja como lo es este proyecto.
A partir de la anterior consideración y de acuerdo con las características de la vialidad y los usos del suelo predominantes (Residencial 4, comercial 3 y Dotacional).

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

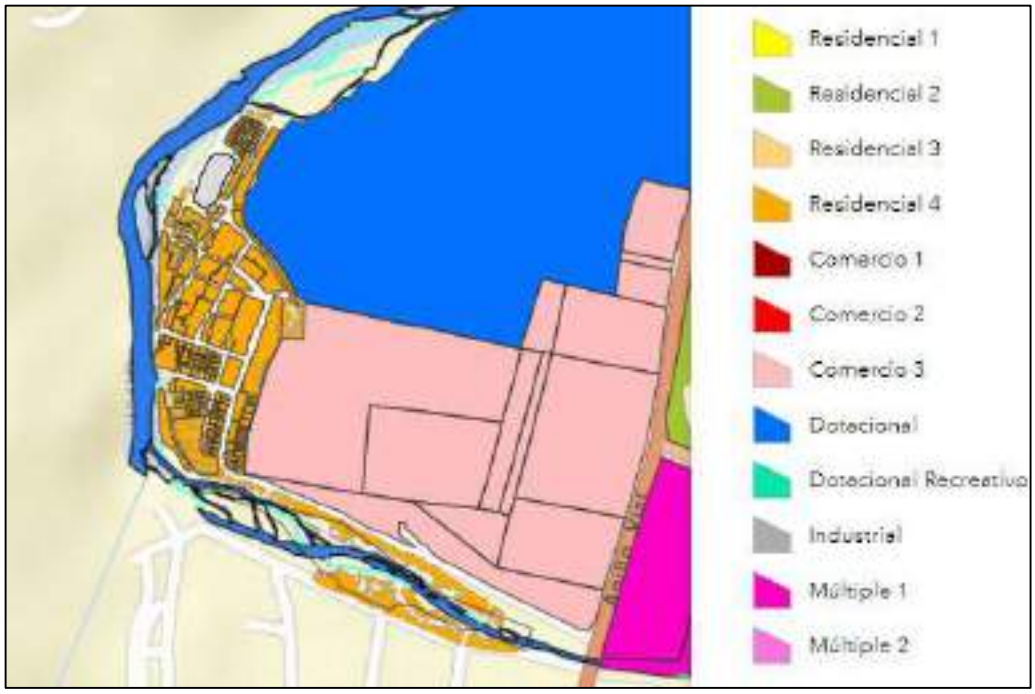


Figura 91. Área de Influencia del proyecto.
Fuente: POT ONLINE.

Tabla 45.Usos del suelo por sector
Fuente: Elaboración propia.

ID	DIRECCIÓN	USO DEL SUELO								
		R1	R2	R3	R4	C1	C2	C3	M1	D
1	calle 17 #9 a la altura del barrio Gaitán				X			X		X

8.2.5 Normativas de ordenamiento territorial

De acuerdo con el Plan de Ordenamiento territorial de Bucaramanga tenemos que el área objeto de la intervención del proyecto, corresponde a los siguientes subsistemas normativos.

De acuerdo con el Plan de Ordenamiento territorial de Bucaramanga tenemos que el área objeto de la intervención del proyecto, corresponde a los siguientes subsistemas normativos.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- **Subsistema de Infraestructura Vial**

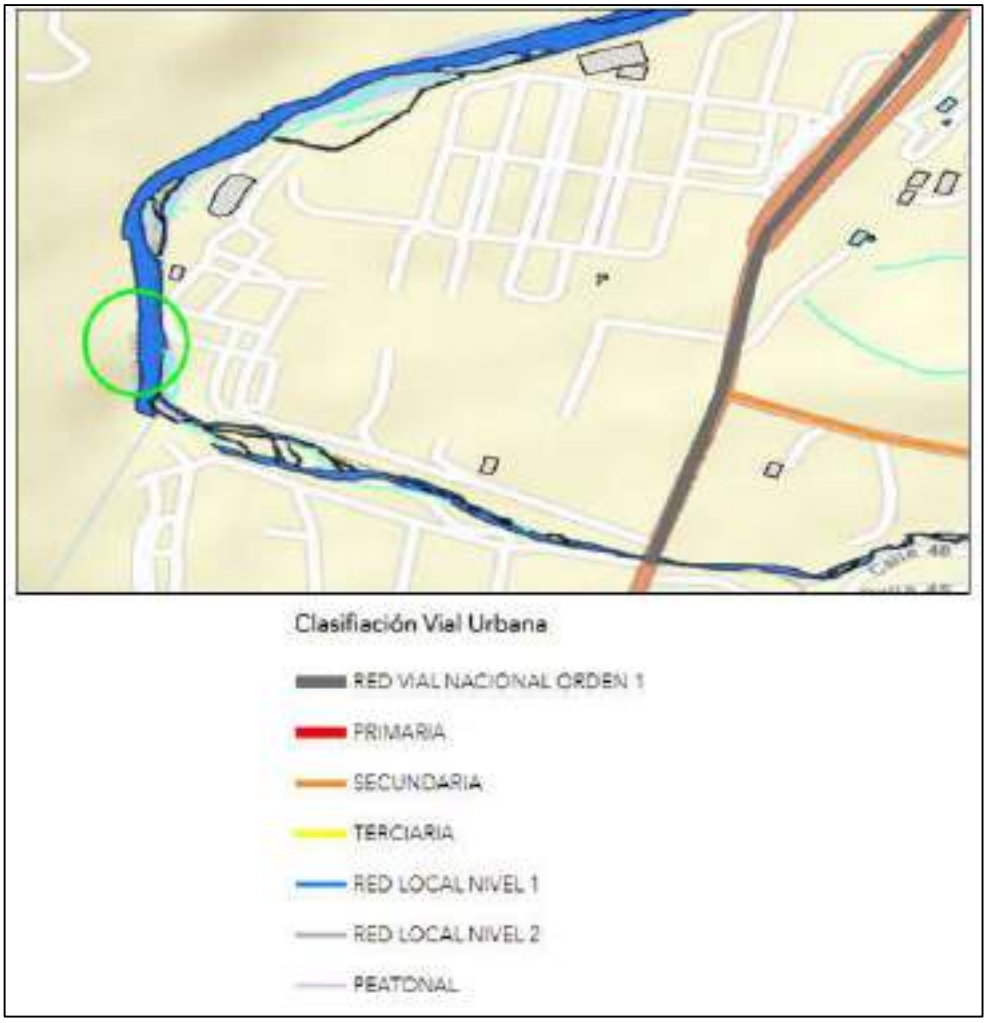


Figura 92. U1 Subsistema de infraestructura.
Fuente:POT 2da generación Bucaramanga.

El proyecto se encuentra a inmediaciones la vía anillo vial y esta corresponde a una red vial nacional de orden 1.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 46.Tipología vial por sectores
Fuente: Elaboración propia.

ID	DIRECCIÓN	Red Local Nivel 2	Red Local Nivel 1	Arteria Terciaria	Arteria secundaria	Arteria Primaria	Red Vial Nacional Orden 1
1	Anillo Vial						x

8.2.6 Sitios especiales de influencia

En el área de influencia descrita se ubican lugares que por su actividad afectan de manera particular la movilidad del sector.

- **Inventario de sitios especiales sobre zona de influencia**

En la zona de influencia se encuentran locales comerciales y viviendas residenciales, los cuales generan conflictos por el manejo de los peatones los cuales hacen referencia a estudiantes y visitantes, también cuenta con un número importante de vehículos que transitan por los diferentes sectores.

Tabla 47.Sitios especiales
Fuente: Elaboración propia

ID	DIRECCIÓN	Sitios Especiales
1	Barrio José Antonio Galán	Districostos, Central de Abastos de Bucaramanga, Norgas SA, Planta Vida Gas Girón.

8.2.7 Señalización existente y sentidos viales

Debido al tipo de proyecto, no se pudo establecer un inventario de todas las señales existentes; sin embargo, se aclara que toda señal vertical que implique el desmonte con el fin de realizar las adecuaciones en los andenes, debe ser nuevamente instalada en la posición inicial para no generar conflictos de movilidad y garantizar la seguridad vial en el sector.
El inventario de señalización afectada se ira adelantando en los comités de tráfico mensuales y debidamente reemplazadas por otras definitivas.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 48.Señalización existente
Fuente: Elaboración propia

Ítem	Ubicación	Descripción
a		Vía con sentido Sur Norte, cuenta dos calzadas de un carril con líneas blancas en los extremos y línea amarilla continua en su interior, lo que indica que es una vía con doble flujo. Esta vía se encuentra ubicada en el Barrio José Antonio Galán y se trata de una zona residencial, rodeada de edificios y casas residenciales, por lo cual su velocidad es de 30 km.
b		Vía con sentido occidente oriente, cuenta dos calzadas de un carril con líneas blancas e los extremos y línea amarilla continua en su interior, lo que indica que es una vía con doble flujo. Esta vía se encuentra ubicada en el Barrio José Antonio Galán y se trata de una zona residencial, rodeada de edificios y casas residenciales, por lo cual su velocidad es de 30 km.

8.2.8 Perfiles viales

A continuación, se presentan los diferentes perfiles viales encontrados en las vías directamente afectadas por la obra. Cabe aclarar que se tomaron medidas tipo y que la sección transversal puede cambiar en algunos segmentos de la vía.

Tabla 49.Perfiles viales
Fuente: Elaboración propia

ID	DIRECCIÓN	Anden 1	Calzada	Anden 2	Pavimiento	Estado	Sentido Vial
1	Barrio José Antonio Galán	2	7	2	FLEXIBLE	REGULAR	BIDIRECCIONAL

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

El inventario especifico se ira registrando en los comités mensuales de tránsito y que serán evaluados para su debida implementación.

8.2.9 Accidentalidad

Los accidentes se deben prevenir, evaluando sus causas se toman previsiones que mejoren las condiciones de operación a los conductores y establezcan elementos de seguridad para los peatones. Se debe determinar puntos críticos de accidentalidad se deben llevar estadísticas de los accidentes y localización a fin de tomar las medidas correctivas a que haya lugar.

8.2.10 Manejo de tipología de transporte

Las obras que se realizan en las vías públicas representan un riesgo a la seguridad de los usuarios, ya sea peatones, conductores y/o trabajadores. Por lo tanto, es necesario establecer medidas de control y mitigación, de tal forma que se minimice la posibilidad de ocurrencia de accidentes o bien disminuir sus consecuencias.

La legislación vigente indica claramente que quien ejecute trabajos en las vías públicas, está obligado a instalar y mantener de día y de noche la señalización, además de seguridad adecuada a la naturaleza de los trabajos. Con el fin de orientar de manera precisa a los usuarios de la vía, se debe implantar señales informativas, reglamentarias y preventivas, junto con la debida señalización de primer nivel, aproximación a obra y la canalización mediante dispositivos canalizadores de tránsito.

En cuanto a la responsabilidad ante daños producidos en accidentes por incumplimiento de esta legislación, ésta recae en los que ejecutan la obra y en los que la encargan.

8.2.10.1 Tránsito vehicular particular

El proyecto no contempla intervención de las vías adyacentes al proyecto, por lo que la circulación se mantendrá sobre los carriles existentes; Así mismo si es necesario resaltar que debido al alcance del proyecto no se generaran desvíos sobre este tránsito.

8.2.10.2 Tránsito de peatones

En caso de presentarse restricciones al espacio público, se dispondrá de todos los elementos necesarios exigidos por las normas para dar seguridad y accesibilidad a los peatones, se implementarán señales verticales y horizontales.

En caso tal de que un peatón presente alguna discapacidad o se presente una emergencia, se le prestara la debida ayuda por medio del personal encargado especialmente para dichos eventos.

Este proyecto abarca todo el campo peatonal directo y que dispondrá de senderos perimetrales a la zona de obra, debidamente señalizados con pendones informativos, cinta y colombinas.

Cada uno de los esquemas específicos serán presentados en los comités de tránsito mensuales.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.2.10.3 Transito vehículos de carga

- Para la circulación de vehículos de carga, se mantendrán en circulación con paso restringido, igual que los demás tipos de vehículos, de acuerdo a la restricción de 2.5 y superiores a 5 Toneladas para las vías del Área Metropolitana, de acuerdo a las disposiciones vigentes determinadas por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga. En caso de requerir cierre parcial de un carril con el fin de realizar maniobras de cargue y descargue de materiales, se podrá realizar la restricción vial en los horarios permitidos por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga, de acuerdo a la normatividad vigente.

- El Contratista gestionará por escrito a la Dirección de Tránsito de Bucaramanga (DTB) el permiso especial para la movilidad de los vehículos de carga, para lo cual deberá presentar, la documentación de las volquetas vinculadas al proyecto.
  Igualmente es responsabilidad del Contratista realizar un procedimiento para el transporte de maquinaria dentro y fuera de la zona de obra, el cual será avalado por la DTB, así mismo deberá gestionar el permiso especial para el tránsito de los vehículos de carga superiores a 15 Toneladas, en la cual se presenta la relación de los vehículos a utilizar, con las respectivas copias de SOAT, Revisión Técnico Mecánica, SIMIT y Tarjeta de Propiedad.

8.2.10.4 Ruta evacuación de escombros

Para las zonas de cargue, descargue de materiales y retiro de escombros, el contratista dispondrá espacios suficientes dentro de la zona donde se realiza la actividad cumpliendo con las medidas de seguridad industrial y normatividad ambiental para este tipo de actividades asegurando que no se genere ninguna clase de impacto en el flujo vehicular ni peatonal en la zona de influencia directa donde se llevaran a cabo las actividades, igualmente, con el objeto de mitigar alguna posibilidad de conflicto con el peatón y demás usuarios de las vías al sitio donde estarán las actividades el contratista mantendrá ubicado en el cerramiento de la zona un paletero debidamente capacitado para garantizar el paso seguro de los peatones.

NOTA: En ningún caso se hará uso de corredores viales donde se señala expresamente la prohibición del paso de vehículos de carga, en especial, sobre las indicadas en la Resolución 080 y las que la señalización lo indique. Se recomienda trazar variantes que se unan a los corredores viales en los horarios dispuestos para el transporte y acarreo de materiales indicados en la Resolución 080 de 2021 de la DTB.

Para efectuar el desplazamiento de escombro y/o residuos de las actividades se dispondrá de las rutas generales de la Resolución 080 del 2021 expedida por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga para realizar respectiva disposición en Escombrera El PARQUE de ser necesario.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.2.11 Plan específico de manejo de trafico

El Plan general de Manejo de Tráfico tiene como objetivo mitigar el impacto que puedan ejercer las obras de **"CONTRATO DE OBRA EN LAS MODALIDADES CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN Y ESTABILIZACIÓN EN EL SECTOR DE LA CALLE 17 #9 A LA ALTURA DEL BARRIO GAITAN EN EL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA – SANTANDER"**



Figura 93. Plano de señalización general.

Este PMT está basado en el estudio de campo realizado para determinar el uso de vías alternas, desvíos, restricciones y control de tráfico vehicular, además de los principios del Manual de Señalización Vigente, en donde se resalta que se debe garantizar la disponibilidad de la vía al tránsito en la forma más eficaz posible.
La dinámica de intervención de este proyecto plantea la ejecución de cierres viales de manera secuencial, la cual se describe junto con el plan de movilidad para cada intervención.

8.2.11.1 Esquemas de intervenciones con cierres de vías parciales

Con el fin de indicar la señalización que debe ser tenida en cuenta en los diferentes cierres viales, a continuación, se presentan los diferentes esquemas de señalización típicos para las restricciones viales que se pueden presentar.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.2.11.1.1 Plan de manejo de trafico típico para intervenciones en anden

El esquema de señalización para intervenciones sobre andén que permita asegurar un sendero peatonal mínimo de 1.00 m de ancho, en los cuales no se va a ejecutar obra civil, pero que implica acumulación de materiales. (No se permite el parqueo de vehículos de obra al lado de la zona de afectación).

muestra el esquema de señalización para intervención total del andén y traslado del sendero peatonal a la vía con ancho mínimo de 1.00 m, en los cuales no se va a ejecutar obra civil que implique acumulación de materiales. (No se permite el parqueo de vehículos de obra al lado de la zona de afectación).

El área libre para la circulación vehicular debe ser mínimo de 6 m. Aplica para vía unidireccional.

LOS PMT ESPECÍFICOS SE IRÁN ADELANTANDO CON EL AVANCE DE LA OBRA Y LOS COMITÉS DE TRAFICO QUE SE AGENDARÁN MENSUALMENTE CON EL CONTRATISTA DE OBRA, CONTRATISTA DE INTERVENTORÍA Y EL ENCARGADO DE LA DIRECCIÓN DE TRANSITO.

8.2.11.2 Cierres totales

En casos de fuerza mayor como condiciones climáticas muy adversas, accidentes de tránsito, accidentes comunes que generen obstrucción de las vías o procesos constructivos que impliquen alto riesgo para el usuario al momento de transitar la vía, se deberán realizar cierres totales, requiriendo desviar el flujo vehicular por las vías alternas existentes, para lo cual se deberá obtener aprobación del plan de manejo de tránsito especifico el cual será gestionado en comité de tránsito.

8.2.12 Señalización y adecuaciones temporales

En el presente proyecto se establece claramente la forma como se abordará la seguridad vial durante la ejecución de trabajos, por lo tanto se elabora un Plan de Señalización y Medidas de Seguridad, donde se instituyen las condiciones técnicas mínimas para una correcta disposición de elementos de seguridad transitorios, así mismo, se resalta como afecta la obra al normal desplazamiento de vehículos, ciclistas y peatones, y se implementan medidas técnicas apropiadas con el objeto de reducir el riesgo de accidentes del flujo vehicular (conductores), el flujo peatonal (transeúntes) y personal de la obra que intervienen en el mismo.

Se debe cumplir con las especificaciones establecidas en el Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte Resolución 1885 de 2015, en el que se destacan los elementos de

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

señalización a utilizar por obras, tales como señales preventivas, señales reglamentarias, señales informativas, barreras, conos, canecas, cintas reflectivas y demás elementos de señalización, las cuales deberán cumplir con las especificaciones establecidas en dicho manual.

La señalización debe disponerse en la zona aledaña a la zona de trabajos, de tal forma de advertir con la suficiente anticipación de la existencia de trabajos, equipos y otros elementos distintos a lo que habitualmente se encuentra en la vía.

En caso de requerirse cierres parciales de vía en horarios nocturnos, se deberá hacer uso de elementos de señalización en las condiciones más desfavorables de visibilidad, esto se debe hacer según las especificaciones Generales de Construcción del Instituto Nacional de Vías vigentes, las cuales son:

- Reflectividad de todas las señales de tránsito
- Reflectividad de todos los elementos de direccionamiento (barricadas, canecas, barreras plásticas, entre otros).
- Utilización de luces intermitentes que permitan garantizar la visibilidad de las barricadas o elementos de direccionamiento. En caso de barreras se deberán colocar luces de advertencia que permitan mayor visibilidad.
- Utilización de señales luminosas que generen luz propia.

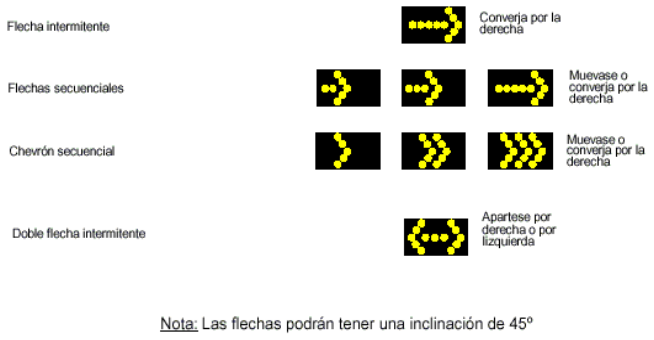


Figura 94. Flechas luminosas

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Figura 95. Flechas luminosa.
Fuente: http://bmargentina.com/Balizas/index.htm

8.2.13 Señales informativas

Tienen por objeto advertir a los usuarios de la vía sobre los peligros potenciales existentes en la zona, cuando existe una obra que afecta el tránsito y se presente un cierre parcial de la vía.

Estas señales deberán ubicarse con suficiente anticipación al lugar de inicio de la obra, tienen forma de rombo y sus colores serán naranja para el fondo y negro para símbolos, textos, flechas y orla, en cuanto a su dimensión es de 0.80 m de alto por 1.20 m de ancho. Se colocarán a el (los) lado(s) (derecho y/o izquierdo) de la vía que se afecte por la obra.

En la ejecución de este proyecto se utilizarán las siguientes señales:

- **SPO-01. Trabajos en la vía**



Figura 96. Señal SPO-01. Trabajo en la vía.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- **SPO-03. Auxiliar de transito**

Esta señal se utilizará con anticipación a cualquier punto donde se haya asignado a un hombre con una bandera, con el fin de regular el tránsito a través del tramo donde se están realizando los trabajos de mantenimiento o construcción.



Figura 97. Señal SPO-03. Auxiliar de transito

- **SPO-02. Desvió**

Se usará esta señal para reglamentar el paso alternado de los vehículos sobre el carril o la calzada que se cierre.



Figura 98. Señal SRO-02. Desvió

- **SPO-01. Aproximación a obra en la vía**

Esta señal se empleará para advertir conductores y peatones la aproximación a un tramo de vía afectado por una obra. Se podrá usar conjuntamente con otras señales o repetirla variando la distancia.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Figura 99. SPO-01. Aproximación a obra en la vía.

- **SIO-02 Y SIO-03. Inicio y fin de la obra**

La primera de estas señales indica el inicio de los trabajos en la vía o zona adyacente a ella, por consiguiente, la otra señal indica el sitio de finalización de la obra. Las letras tendrán una altura de mínimo 0.20 metros.



Figura 100. SIO-02 Y SIO-03. Inicio y fin de obra.

8.2.14 Dispositivos para la canalización del transito

La función de estos elementos es dirigir el tránsito a través de la zona de trabajos, marcando las transiciones graduales necesarias en los casos en que se reduce el ancho de la vía o se generan movimientos inesperados. Deberá poseer características tales que no ocasionen daños serios a los vehículos que lleguen a impactarlos.

Todos los elementos de señalización y de aislamiento se deben mantener perfectamente limpios y bien colocados. Se debe separar el flujo peatonal de los trabajos propios de la obra y del flujo vehicular. Los senderos peatonales deben ser protegidos con barreras, para los casos en que exista riesgo de que el flujo vehicular invada el espacio destinado para dichos senderos.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Figura 101. Elementos canalizadores.
Fuente: Seguridad vial :Equipos e implementos
http://www.reygada.cl/nuestros-productos/seguridad-vial/

Una vez se han terminado las obras proyectadas, se debe retirar la señalización provisional instalada por obras y se debe instalar inmediatamente la señalización definitiva vertical y horizontal de acuerdo al diseño aprobado de esta, antes de dar oficialmente circulación a los usuarios.
Los elementos canalizadores aceptados por ley son los siguientes:

- **Barricadas**

Serán utilizadas principalmente para delimitar las zonas de trabajo y de circulación de vehículos, previniendo el paso de éstos en las zonas de construcción y para indicar la imposibilidad de utilizar una vía producto de las obras, para cercar la zona de trabajos y en general para advertir y alejar a los usuarios de las zonas de alto riesgo.
En el caso de los desvíos de tránsito, las barreras se deben complementar con la señal “Desvío” y con dispositivos luminosos. Cuando existen desvíos hacia la izquierda y la derecha, las franjas deberán dirigirse hacia ambos lados, partiendo desde el centro de la barrera.

Las barricadas se utilizarán sobre el carril o la calzada que se programe cerrar totalmente y se colocarán perpendicularmente al eje de la vía, obstruyendo el carril o la calzada inhabilitada para la circulación del tránsito vehicular, indicando el sentido de desvío del flujo vehicular.

Su diseño cuenta con franjas inclinadas en 45º de colores alternados naranjo y blanco. Al igual que en el caso de los delineadores verticales, la dirección de sus bandas diagonales refuerza e indican el lado por el cual pueden transitar los vehículos. Los soportes y el reverso de la barrera

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

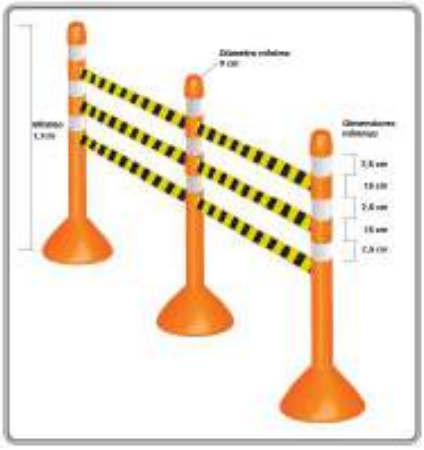
serán de color blanco. Las franjas deberán ser elaboradas en material reflectivo Tipo III, de tal manera que sean visibles, bajo condiciones atmosféricas normales, a una distancia mínima de 300 m, cuando se iluminen con las luces altas de un vehículo normal.



Figura 102. Barricada con desvió y sin desvió.
Fuente: Manual de Señalización vial Colombia. Ministerio de Transporte 2015.

- **Canalizadores tubulares**

Es un dispositivo de señalización para zonas de trabajo con espacios reducidos como canalizador vial, peatonal, cerramientos de obras y aseguramientos de áreas peligrosas. Son fabricados en material plástico anaranjado y unido por cinta de señalización.



Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Figura 103. Delineador tubular y canalización con cinta de señalización.
Fuente: Manual de Señalización vial Colombia. Ministerio de Transporte 2015.

- **Auxiliares de trafico**

Su función principal es la de controlar el tránsito peatonal y vehicular, por lo tanto, la seguridad de los usuarios dependerá en gran medida de su trabajo. En lo que respecta a la entrada y salida de materiales, equipos y salida de escombros, para cada frente en ejecución se contará con personas que den las indicaciones necesarias y oportunas para el manejo del tráfico de equipos y materiales de construcción.



Figura 104. Controlador de Trafico.



Figura 105. Elementos requeridos para el controlador de Trafico.
Fuente: Control de riesgos en obras de construcción, señales en obra para vía pública.

- **Barreras plásticas flexibles**

Son dispositivos de plástico, utilizados para restringir y canalizar el tránsito vehicular, cuando se genera un cierre total o parcial de la vía.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Se colocan en serie a una distancia máxima de separación de 3m, su color deberá ser naranja y contaran con franjas de lámina reflectiva Tipo III o IV, distribuidas en sentido horizontal y vertical.



Figura 106. Barreras plásticas para aislamiento de obras.
Fuente: http://mamsenalizacion.es.tl/Malet%EDn-Pl%E1stico.htm

8.2.15 Señalización de primer nivel

Esta señalización tiene por objeto informar a los conductores acerca de los sectores intervenidos invitándolos a tomar vías alternas para sus desplazamientos, previniéndolos sobre las restricciones que se presentan sobre el corredor intervenido.

Como parte de las señales informativas de primer nivel, se instalarán pasacalles previamente metros antes de los corredores a intervenir, se deben ubicar 15 días antes del inicio de las obras y 15 días después del inicio de los trabajos de conformidad con las restricciones viales programadas.

Esta señalización, consiste en pasacalles en tela color naranja y caracteres negros, afiches o vallas fijas.

Con el fin de advertir a los conductores sobre las restricciones viales presentadas, como la entrada y salida de volquetas y/o maquinaria, el cierre de un carril, entre otros, se debe instalar pasacalles informativos metros antes de las intervenciones en el sentido de circulación afectado.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.2.16 Señalización de segundo nivel

Corresponde a la señalización preventiva, informativa y reglamentaria que se ubica en la zona de influencia para guiar a los usuarios de las vías en los desvíos o restricciones viales, para el correcto funcionamiento del Plan de Manejo de Tráfico. La señalización se hará de acuerdo con el “Manual de señalización vial – Resolución 1885 de 2015”

8.2.17 Señalización de tercer nivel

La señalización de tercer nivel corresponde a toda la señalización preventiva, informativa, reglamentaria y señalización luminosa, además de los dispositivos de seguridad vial, que se ubican en el sector de la obra con el objeto de informar, prevenir y reglamentar las actuaciones de conductores y peatones para hacer seguro su tránsito por la zona de obra.

De igual forma, la señalización luminosa deberá instalarse en sitios en donde el flujo vehicular se encuentre con obstáculos de manera frontal y en todo lugar donde las condiciones de intervención generen una situación de accidentalidad potencialmente alta.

8.2.18 Adecuaciones temporales

Se deben instalar las señales de aproximación respectivas, a las intersecciones a regular, a fin de prevenir a los conductores sobre la entrada y salida de maquinaria del frente de obra, zonas de procesos, campamentos o sitios de disposición de materiales.

Tabla 50.Elementos mínimos de adecuación

ÍTEM	CÓDIGO	ESQUEMA	UNIDAD	CANTIDAD INICIAL
1	Paletas pare y siga de 45 cm		UND	2
2	Cinta plástica “peligro no pase”		ML	10
3	Chalecos reflectivos		UND	4

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

4	Pitos para auxiliares de tránsito		UND	4
6	Barreras plásticas (maletines tipo new jersey)		UND	10
7	Delineadores Tubulares (colombinas)		UND	100
8	Barricada de desvio		UND	6

8.2.19 Información y divulgación del plan

Una vez aprobado el PMT, se debe llevar a cabo una serie de reuniones con la comunidad, con las junta de acción comunal y con el sector educativo con el fin de mantenerlos informados sobre los trabajos a realizar y los cambios en su movilidad habitual, en donde se haga divulgación del Plan de Manejo de Tráfico, señalización y desvíos, la cual se realiza por medio de piezas de divulgación masiva tales como prensa, pasacalles y volantes entre otros, de acuerdo a los requerimientos de las entidades controladoras el tránsito.

El punto de atención a la comunidad estará ubicado dentro de las Instalaciones del Proyecto en el barrio José Antonio Galán en la Riviera del rio de oro en el Municipio de Bucaramanga – Santander.

La socialización de cada una de las intervenciones debe ser informada con anticipación y soportado por medio de las actas y compromisos que se adquieran con la comunidad.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.2.20 Control y seguimiento de la puesta en marcha del pmt

8.2.20.1 Campamento

El campamento estará adecuado para llevar a cabo las labores de seguimiento del plan de manejo y para dirigir todas las adecuaciones del personal de campo. Esta interacción es muy importante para verificar el buen funcionamiento del plan de manejo y para realizar los correctivos necesarios.

8.2.20.2 Personal y equipo requerido

Una vez puesto en marcha el Plan de Manejo de Tráfico, el contratista deberá disponer del personal suficiente y de los elementos necesarios para llevar un adecuado seguimiento del mismo.

De este seguimiento y de las acciones a realizar durante el mismo, dependerá el buen funcionamiento del Plan de Manejo de Tráfico, se contará con la siguiente organización:

8.2.20.3 Controlares viales

Son las personas encargadas de guiar a los peatones por los senderos establecidos y controlar el tránsito de vehículos dentro de la zona afectada por la obra, además debe estar pendiente de la entrada y salida de volquetas.

8.2.20.4 Seguridad vial

En todo momento se deberá mantener una adecuada señalización de la vía, de acuerdo con las normas de seguridad vial y las condiciones topográficas y geométricas de la vía. Además, se deberán realizar campañas de información e inducción a los trabajadores encargados de la regulación del tránsito, ya que la seguridad vial es el objetivo principal del Plan de Manejo de Tráfico, y por lo tanto debe apoyar a las autoridades del control del tránsito e implementar las metodologías de seguimiento en tramos de concentración de accidentes, para la prevención de estos y contribuir en reducir los índices de accidentalidad tanto en número como en gravedad.

A continuación, se relacionan aspectos que deberán ser respetados e implementados por estar en el código nacional de tránsito, Ley 769, en materia de seguridad vial.

Los trabajadores del Contratista que desempeñen labores de conducción de vehículos ya sean contratados o vinculados directamente a la empresa, deberán conocer y respetar el código de tránsito vigente, y contar con la licencia de conducción vigente.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Los vehículos deberán contar con cinturones de seguridad y será de responsabilidad del conductor su uso obligatorio para todos los ocupantes.

Además de las normas fundamentales de tránsito vehicular, se deberán seguir las siguientes normas específicas:

- No superar los límites máximos de velocidad establecidos para las zonas de las obras objeto del Contrato y urbanas del Municipio.
- Si se requiere hacer traslados nocturnos, se deberá realizar un manejo preventivo, con dispositivos luminosos.
- En caso de lluvia torrencial se deberá extremar la conducción preventiva y la circulación con luces encendidas y estacionarias.
- Al ingresar a las zonas de obra se deberá disminuir la velocidad a 20 KPH.
- Los vehículos de carga como volquetas, cama-bajas, tracto-camiones, entre otros, deberán estar debidamente señalizados.
- Los vehículos y la maquinaria pesada deberán contar con dispositivos sonoros para reversa.

En el caso de transporte de materiales desde las fuentes de materiales a sitios de obra, de sitios de obra a zonas de depósito o cualquier otro recorrido que deba hacerse con volquetas cargadas, éstas deberán siempre llevar su carga cubierta con lonas de alta resistencia de tal forma que se eviten los regueros de materiales sobre las vías.

Los vehículos participantes en la ejecución de los trabajos del Contrato deberán contar con equipo básico de carretera y primeros auxilios, además de tener vigente el certificado de emisión de gases y el Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito – SOAT y deberán cumplir con las normas básicas de seguridad al manejar, tales como:

- Cualquier falla o deficiencia que haga riesgosa la operación de los vehículos, motivará que éste quede por fuera de servicio hasta tanto no se hagan las correcciones requeridas.

- Antes de iniciar labores deberá hacerse una inspección de seguridad en la que se incluyan como mínimo los sistemas de frenos y dirección, llantas, limpia-brisas, luces y equipo de carretera.
- Utilizar el cinturón de seguridad. Todo vehículo de transporte de personal deberá estar dotado de cinturones de seguridad y el Contratista deberá garantizar su utilización por parte de los ocupantes.

- No se deberán exceder las velocidades máximas establecidas.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- Los vehículos de transporte de materiales o equipos deberán estar dotados de los elementos de protección y de primeros auxilios básicos.

Los accidentes se pueden prevenir, si evaluando sus causas se toman medidas que mejoren las condiciones de operación a los conductores y establezcan elementos de seguridad para los trabajadores expuestos al tráfico.

8.2.21 Procedimiento para la movilización de maquinaria y equipos

En caso de requerirse la movilización de maquinaria y equipos especiales al frente de la obra, se describe a continuación el procedimiento para implementar las medidas pertinentes.

8.2.21.1 Traslado de equipos o maquinaria a la zona de obra

Cuando la altura máxima del vehículo medida desde el pavimento y hasta la cota superior de la maquina o hasta el punto máximo del vehículo no sobrepase de 4.10 m y el ancho total no sobrepase los 2.60 m. El transporte de maquinaria y equipo no necesitara escolta, no requiere de avisos de “peligro carga ancha” como tampoco permiso de la autoridad respectiva.

Cuando el ancho de maquina sobrepase los 2.60 m y sea inferior o igual 3.0m, la circulación del vehículo de carga se desarrollará a una velocidad de 40 KPH, colocando avisos de “Peligro Carga Ancha” en la parte delantera y trasera del vehículo. Las dimensiones de este aviso serán de 1.5 m de largo por 0.60 m de alto, de fondo amarillo y letras y orlas negras, colocados en la parte delantera y trasera del vehículo. La altura de la letra será de 10 cm y el fondo será en lámina retroreflectiva.

8.2.21.2 Traslado de equipos o maquinaria dentro la zona de obra

Todos los equipos sin importar las dimensiones y características podrán circular por sus propios medios por las zonas requeridas, siempre y cuando estas zonas estén cerradas al uso público, las cuales deben estar debidamente señalizadas. Esta señalización se realizará de acuerdo con la normatividad vigente sobre la materia y específicamente las contenidas en el Manual de dispositivos para la regulación del tránsito en Calles y Carreteras del Ministerio de Transporte, el Plan de manejo de Tráfico aprobado y las condiciones particulares establecidas contractualmente.

8.2.21.3 Traslado de equipos o maquinaria dentro a la zona de Obra.

Todos los equipos sin importar las dimensiones y características podrán circular por sus propios medios por las zonas requeridas, siempre y cuando estas zonas estén cerradas al uso público, las cuales deben estar debidamente señalizadas.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.3 PLAN DE GESTIÓN SOCIAL

8.3.1 Alcance

El presente documento establece los requisitos mínimos para prevenir, reducir, controlar y/o mitigar de manera oportuna y eficiente el impacto que generan las obras civiles relacionadas con la construcción de muros de gaviones para mitigación del riesgo por inundaciones presentados en la zona de impacto de los sectores José Antonio Galán, Club Gallineral y Cristal Bajo del municipio de Bucaramanga.

8.3.2 Objetivos

8.3.2.1 Objetivo general

Favorecer la disminución y mitigación de los impactos generados por las obras en sus áreas de influencia, a través de los actores que participan en las mismas, mediante acompañamiento a la comunidad y herramientas sociales apropiadas.

8.3.2.2 objetivos específicos

Dar a conocer el proyecto a ejecutar por parte del contratista a la comunidad, así como las actividades que se desarrollarán antes, durante y después de la obra.
Sensibilizar a los actores que participan en la ejecución de las obras sobre la responsabilidad que se tiene al intervenir el espacio público, socializando las políticas y medidas diseñadas para la adecuada intervención de éste y el respeto a su uso.
Dar respuesta oportuna a las inquietudes de la comunidad y propender por su bienestar, así mismo por el de los trabajadores y contratistas, respetando y protegiendo el entorno natural y urbano.
Promover la participación de la comunidad en la ejecución de la obra y cuidado del medio ambiente.
Promover la vigilancia y control de las obras de infraestructura por medio de auditorías visibles, conformadas por la comunidad quienes son beneficiarios directos.

8.3.3 MARCO LEGAL

El presente documento está elaborado teniendo en cuenta lo establecido en la siguiente normatividad:

Lo dispuesto en la Constitución Política de Colombia en los artículos:

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- ARTICULO 20. Se garantiza a toda persona la libertad de expresar y difundir su pensamiento y opiniones, la de informar y recibir información veraz e imparcial, y la de fundar medios masivos de comunicación.
- ARTICULO 23. Toda persona tiene derecho a presentar peticiones respetuosas a las autoridades por motivos de interés general o particular y a obtener pronta resolución. El legislador podrá reglamentar su ejercicio ante organizaciones privadas para garantizar los derechos fundamentales.
- ARTICULO 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.
- ARTICULO 88. La ley regulará las acciones populares para la protección de los derechos e intereses colectivos, relacionados con el patrimonio, el espacio, la seguridad y la salubridad pública, la moral administrativa, el ambiente, la libre competencia económica y otros de similar naturaleza que se definen en ella. También regulará las acciones originadas en los daños ocasionados a un número plural de personas, sin perjuicio de las correspondientes acciones particulares. Así mismo, definirá los casos de responsabilidad civil objetiva por el daño inferido a los derechos e intereses colectivos.

Reglamentado por la Ley 472 de 1998

- ARTICULO 103. Son mecanismos de participación del pueblo en ejercicio de su soberanía: el voto, el plebiscito, el referendo, la consulta popular, el cabildo abierto, la iniciativa legislativa y la revocatoria del mandato. La ley los reglamentará. El Estado contribuirá a la organización, promoción y capacitación de las asociaciones profesionales, cívicas, sindicales, comunitarias, juveniles, benéficas o de utilidad común no gubernamentales, sin detrimento de su autonomía con el objeto de que constituyan mecanismos democráticos de representación en las diferentes instancias de participación, concertación, control y vigilancia de la gestión pública que se establezcan.

Reglamentado por la ley 131 de 1994

- ARTICULO 270. La ley organizará las formas y los sistemas de participación ciudadana que permitan vigilar la gestión pública que se cumpla en los diversos niveles administrativos y sus resultados.
- ARTICULO 311. Al municipio como entidad fundamental de la división político-administrativa del Estado le corresponde prestar los servicios públicos que determine la ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

territorio, promover la participación comunitaria, el mejoramiento social y cultural de sus habitantes y cumplir las demás funciones que le asignen la Constitución y las leyes.

Ley 489 de 1998, en la cual se asigna al Departamento Administrativo de la Función Pública, la responsabilidad específica frente al tema de control social capítulo 8 artículo 35, el diseño y promoción del Plan Nacional de Formación de Veedores. Se refuerza esta facultad por lo establecido íntegramente en el capítulo 8 de la citada ley, articulo 33, 34, y 35 en lo que se precisa que los organismos de administración pública deben incentivar la formación de mecanismo de control social y prestarles el apoyo requerido.

8.3.3.1 Perfil profesional

El Plan de Gestión Social de Obras debe ser implementado por profesionales de las ciencias sociales como: Trabajador Social, Sociólogo y/o Psicólogo Comunitario, que desarrollen su labor en obras de infraestructura, y quienes deben tener experiencia en trabajo con comunidad, manejo y resolución de conflictos, habilidades comunicativas y expositivas, capacidad de trabajo en equipo, liderazgo, excelentes relaciones interpersonales e iniciativa.

Para el desarrollo del Plan de Gestión Social en Obra, el contratista deberá:

- Contratar mínimo uno (1) o más profesionales del área social (según términos de referencia del contrato) dependiendo de la complejidad del proyecto, que cumpla con el perfil requerido para el acompañamiento y seguimiento a las obras civiles.
- Asignar un espacio físico y los elementos necesarios para el desempeño profesional según sea el caso durante la obra.
- Realizar reuniones periódicas con el Profesional Social y entregar los informes que den cuenta de los avances del Plan de Gestión Social de Obras, donde se evidencie el cumplimiento del mismo, como parte de los hitos de pago del contrato suscrito.
- Asegurar los elementos necesarios para la convocatoria y celebración de reuniones con la comunidad relacionados con la ejecución de las obras.

8.3.3.2 Preliminares de obra

Culminados los trámites de legalización del contrato y antes de iniciar con las obras, los profesionales del Área Social deberán ejecutar las siguientes actividades en campo.

8.3.3.2.1 Diagnostico zona de influencia directa del proyecto

Se requiere determinar la zona directa de la obra, mediante un plano de localización general y planos específicos por tramo o sector a intervenir, con la ubicación de manera detallada (lista) de barrios, número de viviendas, establecimientos comerciales e institucionales.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Se debe realizar un inventario del estado, tipo y número de instalaciones existentes parques, vías, andenes, sardineles, antejardines, senderos peatonales, ciclo rutas, mobiliario urbano, (bancas, canecas, señalización y luminarias), incluidos dentro de la zona directa de la obra, con su respectivo registro fotográfico y audiovisual. El estado actual de los espacios de sensibilidad ambiental como: Humedales, zonas recreativas, zonas verdes, zonas de ronda y manejo y preservación ambiental y describir las actividades a realizar para proteger el patrimonio cultural y ecológico.
Hacer un inventario de todos los accesos que se afectarán por la obra, así como de su estado, para ello, se debe recorrer el área en el momento del replanteo, definir las medidas a implementar como: Pasos provisionales, parqueaderos alternos, senderos peatonales entre otros.

Es responsabilidad del contratista garantizar siempre el acceso a las viviendas y establecimientos, en los casos en que el acceso sea interrumpido permanentemente sin posibilidad de utilizar medidas temporales, si es necesario el contratista debe coordinar con el propietario de la vivienda o pagar parqueaderos alternos hasta que se restablezca el acceso.

Determinar en planos actualizados y a escala adecuada, la existencia de redes de acueducto, alcantarillado, energía, gas, teléfonos, fibra óptica entre otros.
Realizar inventario de los árboles, arbustos, cercas, postes (en caso de no aplicar omitir el ítem) de la zona de influencia directa del proyecto y establecer las acciones de protección que se requieran.
Es de anotar que todos los inventarios que se realicen deben estar soportados con registros fotográficos y audiovisuales.

8.3.3.2.2 Censos de inmuebles

Realizar el inventario del número de viviendas, lotes y negocios que están incluidos dentro de la zona de influencia directa de la obra por barrio o sector a intervenir.

Una vez realizado el inventario se debe proceder con la realización de los censos al 100% de cada uno de los predios, lotes y negocios incluidos en la zona de influencia directa de la obra, esto con el fin de determinar su estado antes de iniciar las labores físicas. La identificación se debe realizar a través del diligenciamiento del formato se establezca, de igual manera de registros fotográficos, dependiendo de las condiciones de la vivienda y del criterio del profesional encargado y también de un material audiovisual de cada vivienda y negocio.

Para la realización de esta actividad se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:
Se debe propiciar el espacio (reunión preliminar de obra) o el medio para informar a la comunidad de la realización de los censos con mínimo 15 días de anticipación y/o también

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

suministrar la información con la entrega de un volante, a cada una de las viviendas a censar, con la firma del recibido por parte del propietario, arrendatario o tenedor con mínimo 5 días de aviso previo para la realización del censo.

8.3.3.2.3 Aplicación actas de vecindad

Las Actas de Vecindad consisten en la elaboración de un concepto técnico acerca del estado actual de las edificaciones que colindan con una construcción en obra. El acta de vecindad es un documento de carácter privado, que constituye una prueba para establecer el estado en que se encontraba la casa u otros inmuebles vecinos, cuando se iniciaron las obras y que cobra mucha importancia en caso de que la nueva obra les cause daños. Es el documento privado, libre de formalidades, suscrito entre el titular de la licencia o el constructor y los propietarios o poseedores de los inmuebles colindantes al predio en que se desarrollará la obra, en el que se consignarán con máximo grado de detalle el estado en que se encuentran los inmuebles vecinos antes de comenzar la obra. Se levantarán actas de vecindad para las construcciones, infraestructura y cultivos, aledañas al área de influencia directa definida, para verificar el estado inicial de las mismas, identificar riesgos y prevenir demandas. Previo al inicio de las actividades constructivas, el profesional del área social a través de volantes o visita comunicará a los propietarios, arrendatarios o tenedores, el levantamiento de las actas, explicando el objeto de las mismas. Las actas de vecindad serán levantadas por un ingeniero civil, acompañado por la residente social, a través del diligenciamiento del formato respectivo y debe estar presente el responsable del predio.

8.3.3.2.4 Base de datos de actores

Se requiere hacer una recopilación de un conglomerado de los diferentes actores institucionales, gremiales, entre otros, que están presentes en el municipio, la población beneficiada con las inversiones , teniendo en cuenta: género, edad, población minoritaria, (Indígenas, desplazados, reinsertados, victimas, etc.), actores políticos, económicos, religiosos, educativos, culturales, lideres, comunitarios, agremiaciones y otros que presenten relevancia para constituir una red de apoyo durante la ejecución del Plan de Gestión Social en la obra, e identificar la población objeto de la obra

8.3.3.2.5 Recorrido de la obra ruta inicial

Una vez realizadas las actividades preliminares en campo, el contratista debe programar un recorrido con los líderes comunitarios, funcionarios de la Alcaldía Municipal e interventoría, en donde se especifique y se deje constancia a la comunidad y demás participantes de la extensión de la zona de influencia directa del proyecto, el estado actual de la infraestructura existente de los sistemas de acueducto y alcantarillado y la proyección de obras a desarrollar

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.3.3.2.6 Auditorias visibles

Las Auditores Visibles es un programa que diseñó el Gobierno Nacional para controlar la ejecución de los recursos en los departamentos y municipios en el cual la ciudadanía participa de una manera activa. Serán los beneficiarios inmediatos de obras de mitigación quienes vigilen y controlen la ejecución de las obras.
Con esta nueva herramienta se busca que los proyectos de infraestructura pública se ejecuten de acuerdo con lo estipulado en el contrato de cada obra y evitar que se cometan irregularidades en el proceso de ejecución y construcción de los mismos.

Su finalidad es realizar un seguimiento visible y efectivo a la inversión pública mediante el control social a obras; también busca informar a los beneficiarios sobre la naturaleza de la obra, los plazos, el presupuesto y el origen de los recursos.

Para lo anterior, se conforma un grupo de beneficiarios del proyecto quienes participan activamente en todo el proceso. El consultor coordinará la realización de una socialización de inicio, una socialización de seguimiento y una socialización de finalización del proyecto con la participación de la firma contratista e interventora, la supervisión, los beneficiarios y demás personas y entidades relacionadas con el proyecto. En este espacio los beneficiarios del proyecto, contratistas, interventores y supervisores, pueden suministrar información, resolver inquietudes, plantear observaciones y recomendaciones y llegar a acuerdos y compromisos relacionados con el desarrollo del contrato, los cuales quedan registrados en un acta elaborada.

Como principales productos del ejercicio, se producen los siguientes documentos:

Formatos con información general de la obra y los documentos soporte que se recopilen en el proceso.
Acta de cada una de las socializaciones donde se plantean las conclusiones, acuerdos, compromisos y recomendaciones.
Registro fotográfico tanto de las socializaciones como del avance en la ejecución del contrato.
Acta de conformación del grupo de beneficiarios.
Fichas con seguimiento periódico a las observaciones planteadas por las personas y entidades vinculadas al proyecto.
Informe final del ejercicio de auditorías visibles.
Sondeo de opinión, resultados y análisis sobre la percepción de los beneficiarios que participaron en el ejercicio de seguimiento visible al proyecto.
El profesional del Área Social debe colaborar con la elección, capacitación, coordinación y seguimiento del plan de trabajo del grupo de Auditorias Visibles en compañía con el área social del Gestor.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.3.3.3 Reuniones con la comunidad

El profesional del Área Social del contratista debe coordinar la realización de las actividades de socialización con la comunidad

8.3.3.3.1 reunión inicial de obras

Con el fin de informar a la comunidad el inicio de las obras, se debe realizar una reunión por cada barrio o sector a intervenir. Dentro del contenido de las presentaciones se debe tener como mínimo la siguiente información:

- Objeto del contrato
- Número del contrato
- Objetivos de la reunión
- Responsables de la ejecución: Contratistas e interventoría.
- Beneficios de la obra.
- Impactos que pueden generarse y esquema de mitigación.
- Actividades de gestión social a realizar: Reuniones con la comunidad, recorridos, capacitaciones, entre otras)
- Conformación de auditorías visibles (diligenciar acta de constitución de auditorías visibles).
- Coordinación con entidades locales
- Contratación Mano de Obra no Calificada
- Funcionamiento de Puntos de Atención a la Comunidad (Ubicación, horarios de atención, profesional a cargo)
- Proceso constructivo con cada uno de sus componentes.
- Cronograma de actividades
- Ubicación de la zona(s) a intervenir (plano de localización)
- Dudas e inquietudes.
- Compromisos

Las presentaciones de las reuniones deben ser enviadas con previa anticipación al área social del Gestor e interventoría del Área de Gestión Social, para su respectiva revisión y aprobación.

Para la reunión de inicial de obras se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- A la Alcaldía Municipal y demás autoridades locales, se les debe remitir una carta informando el inicio de las obras, el tiempo de duración, los datos de la oficina de atención de a la comunidad.
- Datos del profesional social responsable, dirección, barrio, teléfono, email, días, horarios de atención y el trámite de atención a la comunidad, de igual manera la fecha y lugar de la reunión.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- Con respecto a la comunidad de la zona de influencia del proyecto, se debe convocar con 1 semana de anticipación, haciendo entrega del volante de la reunión de inicio a cada una de las viviendas, la entrega debe ser personalizada con firma de recibido del volante y en los casos en que no se encuentre al propietario, arrendatario o tenedor, se debe fijar el volante en la puerta y tomar un registro fotográfico como evidencia de que se informó.
- En los equipamientos públicos, privados y comunitarios se debe fijar un (1) afiche a color en medio pliego, informando la realización de la reunión.
- Los espacios logísticos sugeridos para las reuniones con la comunidad deben ser en lo posible de fácil traslado, central, que no requiera de sistema de transporte, que garantice lo mínimo de atención a la reunión, amplio con sillas, adecuada visibilidad para la proyección del video bean. Se recomienda gestionar con los líderes de la comunidad para el trámite del préstamo o alquiler del sitio.
- Con respecto a la metodología a utilizar debe ser de manera participativa ya que se busca tener una visión amplia de la realidad, generar en la comunidad sentido de pertenencia y empoderamiento antes, durante y después de las obras.
- Expositiva, con presentación en video bean, modelo plantilla aprobada por el Área de Gestión Social.
- Los productos mínimos a requerir de la reunión inicial de obras son:
- Elaborar acta de la reunión, haciendo relevancia de aspectos importantes del proceso constructivo y de la comunidad, compromisos acordados por parte del contratista, la interventoría, alcaldía y/o líderes o representantes de la comunidad. Una vez finalizada la reunión se deben divulgar los compromisos resultantes de la reunión a los cuales se les debe hacer seguimiento.
- Registrar listados de asistencia de cada uno de los participantes, tomar registros fotográficos de la reunión.
- El profesional social encargado de la reunión debe portar al igual que todo el equipo de profesionales de la obra, el carnet, camiseta, chaleco y/o algún distintivo que lo identifique ante el auditorio.

8.3.3.4 Interferencias presentadas durante la obra

Durante la ejecución de la obra, es posible que se presenten algunas interferencias, las cuales el profesional del área social del contratista debe prevenir, mitigar y/o controlar con la implementación de las siguientes actividades:

8.3.3.4.1 accesibilidad a viviendas y establecimientos

En los casos en que se presenten interferencias en la accesibilidad a viviendas y negocios, el profesional del área social debe realizar una visita a cada uno de los predios afectados, levantar

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

un acta individual que contenga los datos del predio y del propietario y acordar en común acuerdo cuáles serán las medidas que se tomarán para garantizar el acceso.

8.3.3.4.2 daños a edificaciones, mobiliario y zonas verdes

Cuando se presenten situaciones de daños a edificaciones, mobiliario y zonas verdes, se debe entregar un volante informativo al propietario para que conozca cual debe ser el mecanismo a utilizar.

8.3.3.5 suspensión de servicios públicos

Con respecto a los posibles cortes o suspensiones de servicios públicos efectuados por la ejecución de las obras, el contratista debe informar a toda la comunidad afectada con tres días de anticipación, esta suspensión debe ser coordinada con la empresa prestadora del servicio, en los casos en que se presenten suspensiones de servicio diferentes a las programadas por el contratista, será responsabilidad exclusiva del prestador del servicio.

8.3.3.5.1 trabajos nocturnos

Cuando se requiera la realización de trabajos nocturnos, se debe informar al 100% de los propietarios con tres días de anticipación. Como mínimo entregar volantes al 100% de los ciudadanos afectados, así como carta a las autoridades locales respectivas

8.3.3.6 actividades a realizar durante la ejecución de las obras

Con el propósito de hacer un adecuado seguimiento a las obras, con el acompañamiento de la comunidad se deben ejecutar las siguientes actividades:

8.3.3.6.1 recorridos por los frentes de obra

El profesional del área social y el profesional en salud ocupacional deben permanentemente realizar recorridos con el fin de acompañar, informar e interactuar con las comunidades y los trabajadores además de recopilar la información que alimente la línea base.

8.3.3.6.2 Rutas saludables

Se deben realizar recorridos por las obras de infraestructura adelantadas en el municipio, con el fin de que la comunidad tenga conocimiento de los beneficios particulares de las inversiones y exista claridad de que las obras son del Municipio y por ninguna razón serán cobradas a los usuarios vía tarifas. De igual manera se pretende empoderar a la comunidad de sus bienes y

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

beneficios derivados de la tal forma que se asegure la sostenibilidad de las inversiones y el mejoramiento en la prestación del servicio.

8.3.3.6.3 reunión de avance de obra

El contratista debe realizar las reuniones que sean solicitadas de manera (verbal o escrita) por parte de la ciudadanía, las autoridades municipales y/o los organismos de control. Las reuniones de avance de obra, tienen por objeto realizar seguimiento a las obras y al cumplimiento de las obligaciones, así como informar a la comunidad el estado de la obra civil y los posibles impactos generados con la ciudadanía. Los demás aspectos a tener en cuenta serán los mismos establecidos para la reunión de inicio de obras, pero informadas como seguimiento.

8.3.3.6.4 punto de atención a la comunidad

A partir de la fecha en que se dé inicio a las obras, se debe brindar un espacio físico de atención a la comunidad, el cual debe ser atendido por el profesional del área social quien recibirá y tramitará todas las inquietudes de la comunidad relacionadas específicamente con las obras.

De igual manera el contratista está obligado a cumplir con los siguientes requerimientos de los puntos de Atención a la Comunidad:

- La ubicación de la oficina se debe hacer en un lugar central a la zona de influencia directa de la obra garantizando el fácil acceso de la ciudadanía, este no podrá funcionar en el campamento de obra.
- El Punto de Atención debe contar con un pendón informativo del mismo.
- Debe estar equipado cómodamente para ofrecer un buen servicio a la comunidad y con un espacio mínimo para reuniones de comités, veedurías ciudadanas, etc.
- El horario de atención para la comunidad debe ser mínimo de (16) horas semanales de las cuales ocho (8) deben ser de recorrido por cada uno de los frentes de obra de la zona de influencia directa, esto con el propósito de recepcionar y aclarar cualquier inquietud ciudadana relacionada con los proyectos de obra.
- Los días y horarios de atención se deben establecer mediante consenso con los líderes comunitarios representativos del sector a intervenir, teniendo en cuenta la disponibilidad de tiempo de la comunidad. Estos acuerdos se deben mantener hasta que se culminen las obras.
- El Profesional del Área Social debe presentar, el cronograma de atención a la comunidad con los recorridos por los frentes de obra.
- El punto de atención a la comunidad, se mantendrán en funcionamiento desde el inicio de la ejecución de la obra física hasta la fecha de firma del acta de terminación, cumpliendo con todas las especificaciones del Plan de Gestión Social.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- Los horarios y fechas de atención se deben difundir en el 100% de las actividades comunitarias realizadas por el contratista, así como mediante la entrega de volantes informativos al 100% de los predios ubicados en la zona de influencia directa del proyecto.
- De todas las consultas generadas en los puntos de atención se deben presentar informes mensuales con su respectivo trámite y solución, el cual será remitido a la profesional social del gestor.

8.3.3.7 comités de obra

El Profesional del Área Social, debe realizar una reunión de socialización, capacitación con los ingenieros y personal de mano de obra no calificada, sobre el plan de trabajo a desarrollar con la comunidad, esta reunión se debe hacer en compañía de la profesional del Área Social de la interventoría y la supervisión, espacio en el cual se debe presentar la matriz de impactos y los productos mínimos.

8.3.3.8 acompañamiento y seguimiento al plan de trabajo del grupo de auditores visibles

Es necesario que el profesional del Área Social del gestor apoye a la profesional social de la obra para la conformación del grupo de auditores visibles, de acuerdo con el procedimiento definido por el programa de Anticorrupción de la Presidencia de la República, se definirá con ellos un plan de trabajo que se ejecutara durante el tiempo que dure la obra; el objeto de estas auditorías es acompañar el desarrollo de la obra desde el inicio hasta la finalización y garantizar su impecable ejecución; para lo cual la profesional social de la obra se le brindará capacitación sobre sus funciones, objeto, deberes y derechos, programación de visitas, etc.

8.3.4 Actividad de entrega de obra a la comunidad

8.3.4.1 Comité informativo para entrega de obra

El profesional del Área Social debe programar un comité de obras, con el propósito de coordinar de manera unificada la entrega oficial de las obras a la comunidad, a este comité se debe convocar a la Interventoría y la supervisión.

8.3.4.2 recorrido ruta final

Una vez culminado todo el proceso constructivo y realizado el comité de obras, el profesional del Área Social, debe programar un recorrido por las obras de infraestructura culminadas. Para el desarrollo de esta actividad se debe convocar con mínimo 8 días de anticipación a los líderes de la comunidad, comités, juntas de acción comunal, auditorias visibles, la Interventoría, Alcaldía Municipal y demás autoridades locales.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Durante este recorrido se debe hacer el Acta de Entrega Protocolaria de Obras, de igual manera se debe levantar registro de asistencia de los participantes al igual que las evidencias con registros fotográficos y video.

8.3.4.3 cierre de los puntos de atención a la comunidad

El profesional del Área Social, una vez culminado el proceso constructivo, debe hacer el cierre de todas las reclamaciones que se encuentren pendientes, en el caso de que exista alguna dificultad de cierre, el profesional social debe informar en el último comité de obra de manera escrita las razones por las cuales no se ha podido realizar el trámite y de esta manera poner a discusión en comité acuerdos y/o compromisos para los cierres, los cuales se deben evacuar antes de la reunión de finalización de obras con la comunidad, la firma de acta de liquidación y entrega de informe final.

8.3.4.4 reunión de finalización

Con el propósito de informar al 100% de la comunidad la finalización de las obras, se debe realizar una reunión por cada barrio o sector intervenido.
Durante este escenario se debe presentar a la comunidad el siguiente contenido:

- Objeto del contrato
- Número del contrato
- Objetivos de la reunión
- Responsables de la ejecución: Contratistas e interventoría.
- Beneficios de la obra
- Impactos generados e impactos mitigados.
- Actividades de gestión social realizadas: Reuniones con la comunidad, recorridos, capacitaciones, entre otras)
- Comités conformados (Datos generales: Nombres, apellidos cargos, teléfonos)
- Actividades realizadas con los comités (Auditorias Visibles)
- Coordinación con entidades locales
- Contratación Mano de Obra no Calificada
- Puntos de Atención a la Comunidad presentados y cerrados
- Proceso constructivo con cada uno de sus componentes.
- Planos de obra realizada.
- Actividades realizadas.
- También es importante mostrar que con la obra se reduce las enfermedades siendo este un indicador del mejoramiento calidad de vida.
- Dudas e inquietudes.
- Cierre

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- Para todas las presentaciones se deben incluir registros fotográficos de las actividades realizadas durante la ejecución de las obras y deben ser enviadas con mínimo 8 días de anticipación a la interventoría para su respectiva revisión y aprobación.
- Las actividades de gestión a realizar para la reunión de finalización a tener en cuenta son las siguientes:
- A la comunidad de la zona de influencia del proyecto, se debe convocar con 1 semana de anticipación, haciendo entrega del volante de reunión de finalización de obras a cada una de las viviendas, la entrega debe ser personalizada con firma de recibido del volante y en los casos en que no se encuentre al propietario, arrendatario o tenedor, se debe fijar el volante en la puerta y tomar un registro fotográfico como evidencia de que se informó de la actividad.
- En los equipamientos públicos, privados y comunitarios se debe fijar un (1) afiche en medio pliego, informando la realización de la reunión.
- Los espacios logísticos sugeridos para las reuniones con la comunidad deben ser en lo posible de fácil traslado, central, que no requiera de Sistema de transporte, que garantice lo mínimo de atención a la reunión, amplio con sillas, buena visibilidad para proyectar la presentación. Se recomienda gestionar con las juntas acción comunal para el trámite del préstamo o alquiler del sitio.
- Con respecto a la metodología a utilizar debe ser de manera participativa y expositiva, con presentación en video bean, modelo plantilla aprobada por el área de gestión social.
- A la Alcaldía Municipal y demás autoridades locales, se les debe remitir una carta informando el lugar, fecha y hora de la reunión de finalización de las obras.
- Los productos mínimos de la reunión de finalización de obras son:
- Elaborar acta de la reunión, haciendo relevancia de aspectos importantes del proceso constructivo y de la comunidad. Una vez finalizada la reunión se deben divulgar los compromisos resultantes de la reunión los cuales son de obligatorio cumplimiento de forma inmediata.
- De igual manera se debe levantar listado de asistencia de cada uno de los participantes, tomar registros fotográficos de la reunión). El profesional social encargado de la reunión debe portar al igual que todo el equipo de profesionales de la obra, el carnet, camiseta, chaleco y/o algún distintivo que lo identifique ante el auditorio.

8.3.4.5 evento masivo con la comunidad

El profesional del área social deberá hacer entrega de una propuesta del evento de la entrega de las obras a la comunidad, la cual debe llevarse a cabo una vez se concluyan las obras por parte del contratista y cuya preparación y costos está a cargo del contratista.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.3.4.6 indicadores de gestión

El control del impacto de trabajo realizado con la comunidad durante la ejecución del contrato de obras, se debe medir a través de la repetición de la recolección de información de la línea base, la cual se debe aplicar a una muestra representativa, de acuerdo con el número de personas intervenidas; la diferencia en los hábitos, conductas y percepciones de la comunidad frente a los temas relacionados con las capacitaciones, lo cual permitirán observar el impacto de las mismas en la cultura del agua en los municipios.

8.3.5 Presentación de informes

De todas las actividades que se realicen antes, durante y finalizadas las obras se deben presentar informes ejecutivos con los respectivos soportes, teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en el Plan de Gestión Social de Obras, incluidos los PQRS con su respectivo tramite.

8.3.5.1 informes preliminares

Una vez realizadas las actividades en campo, el profesional del Área Social, debe entregar un informe en Excel tabulado del diagnóstico de la zona de influencia directa del proyecto, la línea base de datos y las estadísticas de atención a la población.

8.3.5.2 matriz de impactos generados durante la obra

Durante la realización de las actividades en campo, el profesional del Área Social, debe elaborar la matriz de identificación de impactos, de acuerdo a los criterios que el profesional social considere pertinentes de medir.

8.3.5.3 cronograma de actividades

A partir de la fecha de inicio de las actividades del Profesional del Área Social en campo, debe enviar el día viernes de la semana anterior a la interventoría, el cronograma quincenal de las actividades a realizar durante el periodo siguiente, de igual manera debe enviar de manera semanal la programación de actividades tales como: Reuniones de comunidad, comités de obra, recorridos de obra, capacitaciones entre otras actividades de índole comunitario, estos cronogramas serán monitoreado por la interventoría quien será encargado de realizar verificación del cumplimiento del Plan de Gestión Social. En cada una de las auditorías realizadas en campo, se debe registrar acta de visita con las observaciones encontradas y las respectivas recomendaciones, las cuales serán remitidas al contratista. Es de anotar que, si por alguna circunstancia se modifica alguna de las actividades programadas, se debe reportar de forma inmediata, a la interventoría con copia a la supervisión.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.3.5.4 censos de inmuebles

Para la realización del informe se debe recopilar la información de cada una de las fichas, las cuales deben estar debidamente diligenciadas y con las respectivas firmas del ciudadano, los profesionales encargados y el visto bueno de la interventoría. Posteriormente se deben organizar en medio digital los registros fotográficos en carpetas por direcciones o cuadras y luego armar las subcarpetas de cada vivienda. En el informe físico se debe colocar en la ficha de registro de fotografías una o dos fotos principales de cada vivienda o negocio censado, los datos generales: Tipo de proyecto, barrio, No de contrato, Contratista, dirección del predio, estado de las paredes internas, fachada, pisos, cubierta (techo), antejardín, anden, sardinel, la fecha del registro fotográfico y las observaciones generales.

Los productos a entregar en el informe son:

- Informe físico con datos estadísticos de cada uno de los componentes.
- Un fólder. Carpeta de los censos originales, debidamente organizados por barrio o zonas de influencia, en cada censo debe estar el formato del registro fotográfico debidamente diligenciado.
- Una USB con la información debidamente organizada y de fácil acceso.
- Un video marcado con su respectivo registro de tomas y tiempo de duración.
- Las Actas de entrega de inmuebles una vez culminadas las obras.

8.3.5.5 informes mensuales

Como anexo al informe técnico en los tres primeros días hábiles de cada mes y cada vez que se presente un acta para pago, el contratista y los profesionales sociales, deben entregar, un informe del avance de las actividades, dichos informes serán revisados por el interventor, verificando que estos cumplan con los lineamientos establecidos en el Plan de Gestión Social de Obras, luego serán enviados para aprobación y respectivo tramite. Los informes que no cumplan con los requisitos mínimos, serán devueltos al profesional del área social con las observaciones requeridas, las cuales se deben evacuar de forma inmediata.

8.3.5.6 informe final

Una vez finalizada la obra y antes de firmar el acta de liquidación del contrato, el profesional del área social debe presentar un informe final ejecutivo, con los respectivos soportes de todas las actividades generadas durante la ejecución de la obra, de los cuales están:
Informe físico con los lineamientos establecidos para informes con los productos finales.
Informe final impreso con fotografías a color y en medio digital.
Copia de los registros levantados de todas las actividades realizadas con la comunidad. Acta de reuniones, comités de control social, comités de obra, entre otras actividades.
Material audiovisual: Registros fotográficos y videos.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Recepción de los PQRS y su respectivo tramite Temario de los talleres o capacitaciones que lleven a cabo la organización y entrega de esta información debe ser por sector o barrio intervenido, la documentación debe estar organizada cronológicamente de forma ascendente.

8.3.6 valla informativa

Vallas en las obras: se instalarán en sitios visibles previamente determinados por el interventor o por el supervisor del contrato el anclaje de las vallas.

Plazo: las vallas de información deberán instalarse por parte del contratista, al momento del inicio de ejecución de la obra.

Sostenibilidad: las vallas de información deberán mantenerse siempre en perfecto estado de legibilidad, en el caso en que estas se encuentren deterioradas o que no cumplan con los requisitos estipulados deberán ser retiradas y reemplazadas en un plazo no mayor de (15) días calendario. En los contratos de obras se deberán incluir estas disposiciones con el fin de hacerlas cumplir por parte del contratista y verificado por el interventor del contrato.

8.3.7 cuñas radiales

El profesional del Área Social, debe hacer un levantamiento de información de los medios de comunicación (radio) que se encuentran en la zona de influencia, y a través del mismo debe informar de las acciones ejecutadas para las obras contratadas.

8.3.8 contratación mano de obra

La generación de empleo en los municipios es uno de los indicadores más importantes, por lo tanto, el control de este, es de carácter prioritario. El contratista deberá contratar la mano de obra no calificada en el municipio donde se realicen las obras, el Profesional del Área Social deberá incluir en los informes mensuales, un reporte de la mano de obra calificada y no calificada, esto junto con los respectivos pagos de los parafiscales acordes a la fecha de entrega del informe.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.4 PLAN DE MANEJO FORESTAL O ARBOREO

Tabla 51. Manejo forestal o arboreo

FICHA DE MANEJO FORESTAL O ARBOREO
UBICACIÓN: José Antonio Galán, Comuna 4 Municipio de Bucaramanga, con coordenadas N 7,10109, W 73,171981. Localizado sobre la margen del Rio de Oro, desde la confluencia de la quebrada Chimita hasta el inicio de las instalaciones de Centro abastos como se observa en la foto: 
DESCRIPCIÓN DE LAS COBERTURAS EXISTENTES
Según la metodología CORINE (Coordination of Information on the Environmental) Land Cover adaptada para el país, El área de estudio se encuentra en la unidad de cobertura: *1.2.1 Zonas industriales o comerciales* *Son las áreas cubiertas por infraestructura artificial (terrenos cimentados, alquitranados, asfaltados o estabilizados), sin presencia de áreas verdes dominantes, las cuales se utilizan también para actividades comerciales o industriales Sitio presenta una*

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

vegetación con árboles aislados por el margen del Rio de Oro cuales han sido establecidos por los habitantes de barrio.

REGISTRO FOTOGRÁFICO








TIPO VEGETACIÓN EXISTENTE EN EL SITIO

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

El sitio de estudio se observa una vegetación conformados por arboles aislados establecidos por el margen del Rio de Oro se evidencian especies como:

Ficus *(Ficus benjamina),* Higuerón *(Ficus glabrata),* Matarratón *(Gliricidia sepium)* Mamon *(Melicoccus bijugatus),* Bambú *(Bambusa vulgaris),* Yarumo *(Cecropia peltata),* Mango *(Mangifera indica),* Aguacate *(Persea americana),* Árnica *(Cnidoscolus aconitifolius), Guayaba (Psidium guajava), Chitato (Muntingia Calabura), Yarumo (Cecropia peltata),* Gallinero *(Pithecellobium dulce),* Citricos *(Citrus sp),* Guanábano *(Annona muricata),* Banano *(Musa sp.),*Búcaro *(Erythrina fusca),* Huevas de perro *(Thevetia peruviana),* Almendro *(Terminalia catappa),* Nonis *(Morinda citrifolia),* Guayacán Rosado *(Tabebuia rosea),* Moringa *(Moringa oleífera)* Tachuelo *(Zanthoxylum rhoifolium),* Higuerilla *(Ricinus communis),* Olivo gris *(Olea europaea),* Neem *(Azadirachta indica),* Palma de coco *(Cocos nucifera),* Leucaena *(Leucaena leucocephala)* y gramíneas como Pasto elefante *(Pennisetum purpureum),* pasto Estrella (Cynodon nlemfuensis), Gordura *(Melinis minutiflora)* esta última como setos plantada por comunidad.

El sitio presenta inundaciones en la temporada de lluvias generadas por el Rio de Oro en gran parte de barrio.

Se requiere realizar inventario forestal.

RECOMENDACIONES GENERALES DE MITIGACION Y COMPENSACION.

Se debe realizar el inventario forestal de especies arbóreas con DAP superiores a 10 cm, Se recomienda realizar una evaluación ecológica rápida utilizando la observación directa en el área de estudio para identificar fauna presente área estudio.

Y de acuerdo con revisión forestal realizada y por la intervención de árboles a talar para la realización de obras de protección mitigación y corrección de erosión se deben realizar medidas de compensación con especies forestales y arbustivas como:

Guadua (*Guadua angustifolia*), Guamo (*Inga sp.*), Guacimo (*Guazuma Ulmifolia*), Aro (*Trichantera gigantea*), Trompeto (Bocconia frutescens). Cordoncillo (Piper bogotense), Orejo (Enterolobium cyclocarpum), Samán *(Samanea saman),* Cedro *(Cedrela odorata)*, Búcaro (Erythrina fusca), Gallinero (Pithecellobium dulce), Almendro *(Terminalia catappa),* Guayacán amarillo (Handroanthus chrysanthus), Guayacán Rosado *(Tabebuia rosea), Pate vaca (Bauhinia picta)*

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

9. SOCIALIZACIÓN

9.1 OBJETIVOS

9.1.1 Objetivo General

Socializar con los habitantes del sector José Antonio Galán el inicio del proyecto “ESTUDIO Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES JOSE ANTONIO GALAN, CLUB GALLINERA Y CRISTAL BAJO PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PUBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER”.

9.1.2 Objetivos Específicos

- Presentar el consorcio y equipo de trabajo a la comunidad.
- Dar a conocer la metodología para el desarrollo de los estudios, los productos a entregar y tiempo de ejecución del contrato
- Aclarar dudas y responder a satisfacción las preguntas a la comunidad durante la socialización en torno a la ejecución del proyecto.

9.2 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El sector José Antonio Galán, se encuentra ubicado en la comuna 5 del municipio de Bucaramanga, departamento Santander, coordenadas 7° 6'1.92"N; 73°10'18.90"O

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

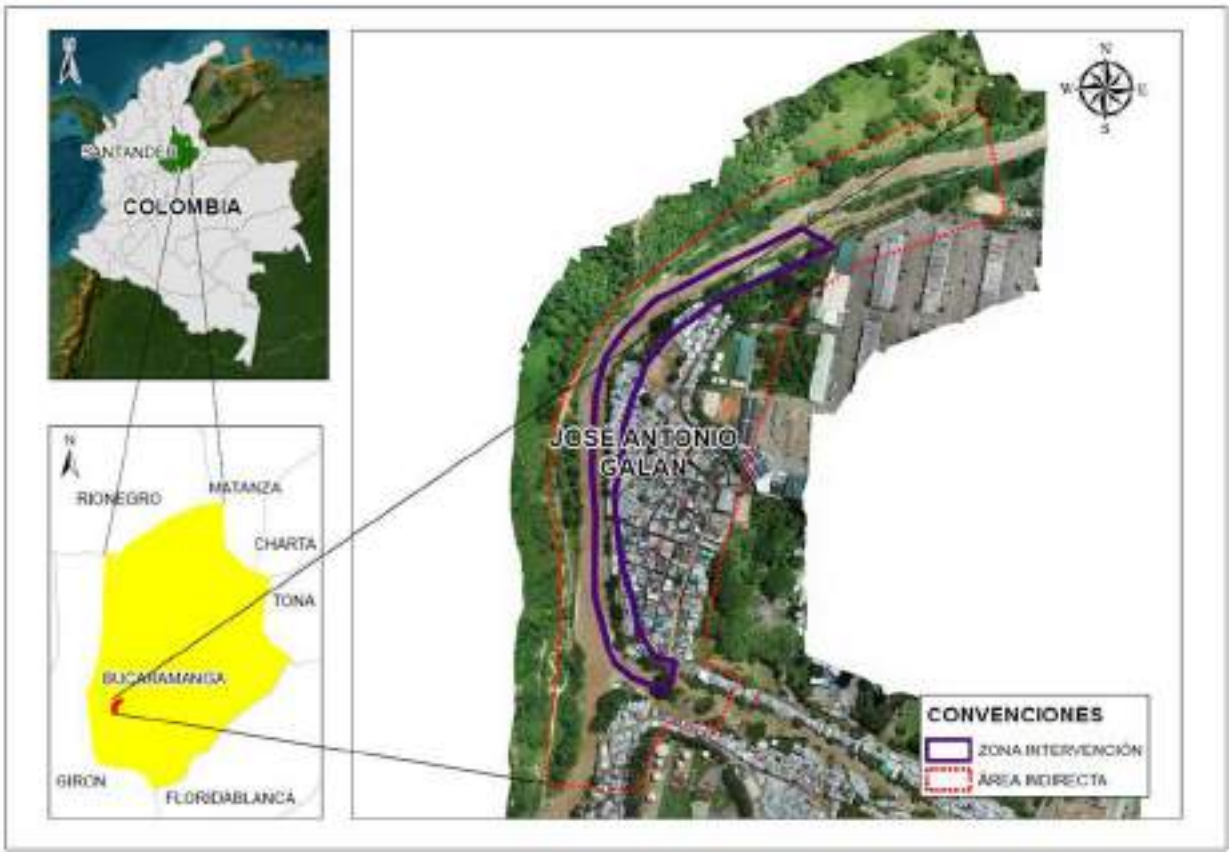


Figura 107. localización José Antonio Galán- Área Urbana del Municipio de Bucaramanga.

9.3 SOCIALIZACIÓN INICIO DE PROYECTO

9.3.1 METODOLOGÍA

9.3.1.1 Convocatoria socialización de inicio

Para dar inicio a la ejecución del proyecto y actividades en campo se contactó el presidente de la junta de acción comunal y demás líderes comunitarios con el fin de concretar fecha, hora, lugar para la socialización y medios para la convocatoria de la comunidad.

Dentro de las estrategias establecidas se diseñaron volantes, los cuales se entregaron a las personas habitantes del área directa de estudio.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Figura 108. Folleto Convocatoria Socialización de Inicio de Proyecto.





Fotografía 1. Entrega de Folleto Convocatoria Socialización de Inicio de Proyecto

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

9.3.2 Desarrollo de la socialización

9.3.2.1 Presentación del consorcio y del equipo de trabajo

El profesional delegado por la consultoría realiza apertura a la socialización, da la bienvenida a la comunidad y presenta el consorcio y su equipo de trabajo el cual está conformado por profesionales en geología, topografía, ingenieros civiles, trabajo social entro otros.

Indica que dentro del proyecto se requieren ayudantes de obra, vigilancia para cuidado de máquinas y acompañamiento para seguridad al personal en campo y refiere que se dará participación a la comunidad para desarrollar dichas labores.

Finalmente solicita a los asistentes la colaboración con la entrega de información que se requiere y recuerda el principio de solidaridad social contemplado en la ley 1523 de 2012

9.3.2.2 Desarrollo de la temática

Mediante uso de proyector video beam se expuso a la comunidad las técnicas a emplear para el estudio y los componentes del mismo.

- Cartografía base digital y modelado 3D, la cual se compone por ortomosaico, levantamiento Lidar, levantamiento topográfico.
- Geología y Geomorfología
- Hidrología.
- Análisis detallado por movimientos en masa.
- Diseño de obras de mitigación.
- Socialización

9.3.2.3 Cierre

Para concluir la socialización se generó un espacio de preguntas e inquietudes, dando participación a la comunidad y procurando respuestas contundentes a las mismas.

9.4 TIEMPO DE EJECUCIÓN

El contrato tiene un tiempo de ejecución de dos meses a partir de la firma del acta de inicio.

- Fecha de firma de acta de inicio: 08 de mayo de 2023

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

9.5 ASISTENCIA

La socialización se llevó a cabo con la participan de la comunidad con una asistencia de ochenta (80) personas; dos (2) profesionales de la interventoría y cuatro (4) profesionales de la consultoría.

9.5.1 Registro Fotográfico



Fotografía 2. Socialización

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

10. PRESUPUESTO DE OBRAS DE MITIGACIÓN

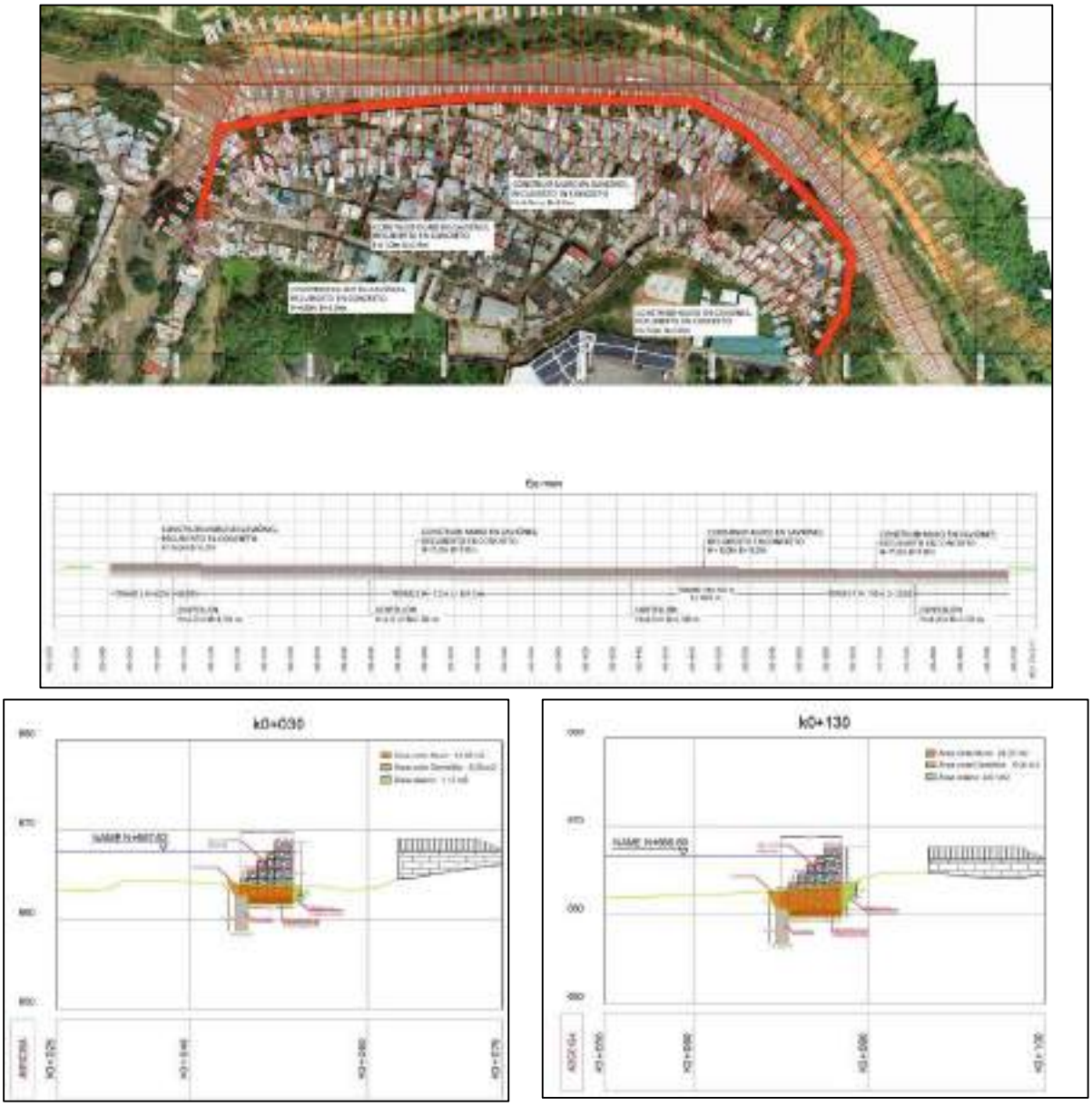


Figura 109.Obra de mitigación Sector Jose Antonio Galan.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

MUNICIPIO	Bucaramanga	CONTRATO No.		VERSIÓN	
PRESUPUESTO DE OBRA					
BARRIO JOSE ANTONIO GALAN					

ITEM	ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/PARCIAL
1	**SECCION PRIMERA - PRELIMINARES**				**$ 699.107.285,09**
1.1	REPLANTEO, CONTROL Y MEDICIÓN DE LA OBRA	M2	12055,82	$ 4.050,00	$ 48.826.071,00
1.2	DESMONTE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS	M2	6027,91	$ 7.069,00	$ 42.611.295,79
1.3	REMOCIÓN DE ESPECIES VEGETALES H-10M	UND	50,00	$ 353.094,00	$ 17.654.700,00
1.4	ENCERRAMIENTO EN LONA VERDE Y POSTE DE MADERA	ML	1356,14	$ 26.912,00	$ 36.496.332,03
1.5	CAMPAMENTO	GLB	1,00	$ 6.314.447,00	$ 6.314.447,00
1.6	VALLA TIPO 1A (5,00m X 2,80m)	UND	1,00	$ 2.369.356,00	$ 2.369.356,00
1.7	RETIRO DE BASURAS Y ESCOMBROS	M3	6027,91	$ 31.441,00	$ 189.523.518,31
1.8	BOMBEO CON MOTOBOMBA DE 4"	HR	1440,00	$ 45.166,00	$ 65.039.040,00
1.9	RETIRO MATERIAL JARILLON	M3	15047,82	$ 19.290,00	$ 290.272.524,96
2	**SECCION SEGUNDA - MOVIMIENTOS DE TIERRA**				**$ 2.990.144.671,53**
2.1	EXCAVACIONES VARIAS EN ROCA EN SECO	M3	2356,50	$ 210.415,00	$ 495.843.344,76
2.2	EXCAVACIONES EN MATERIAL GRANULAR A CUALQUIER PROFUNDIDAD	M3	21501,02	$ 54.169,00	$ 1.164.688.589,44
2.3	RELLENOS PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL GRANULAR TIPO SBG (INCLUYE ACARREO)	M3	2191,22	$ 176.485,00	$ 386.716.579,28
2.4	TRANSPORTE DE MATERIALES PROVENIENTES DE LA EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN, CANALES Y PRÉSTAMOS PARA DISTANCIAS MAYORES DE MIL METROS (1.000 M) MEDIDO A PARTIR DE CIEN METROS (100 M) (INCLUYE CONFORMACION DE BOTADERO)	M3-KM	183702,90	$ 1.937,00	$ 355.832.508,34
2.5	CONFORMACION ESTRUCTURA DE JARILLON	M3	26400,00	$ 11.016,00	$ 290.822.400,00
2.6	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE	M3	4894,20	$ 60.529,00	$ 296.241.249,70
3	**SECCION TERCERA - ESTRUCTURAS**				**$ 1.436.900.796,60**
3.1	**CONCRETOS**				**$ 1.341.560.416,02**
3.1.1	CONCRETO DE 4000 PSI PARA CUNETAS Y CANALES	M3	96,00	$ 665.379,00	$ 63.876.384,00
3.1.2	RECUBRIMIENTO DE GAVIONES EN CONCRETO DE 2500 PSI (ESPESOR MINIMO DE 12,5 CM)	M3	1987,75	$ 642.780,00	$ 1.277.684.032,02
3.2	**ACEROS**				**$ 95.340.380,58**
3.2.1	ACERO DE REFUERZO Fy 4200 MPa.	KG	9468,70	$ 10.069,00	$ 95.340.380,58
4	**SECCION CUARTA - ESTABILIZACIÓN DE TALUDES**				**$ 13.958.371.393,32**
4.1	GAVIONES EN MALLA ELECTROSOLDADA DE CUERPO 2X1X1	M3	23102,08	$ 423.455,00	$ 9.782.690.016,04
4.2	CONCRETO CICLOPEO 3500 PSI (35% RAJON, 65% CONCRETO 3500 PSI)	M3	6153,79	$ 507.874,00	$ 3.125.347.910,96
4.3	EMPRADIZACION DE TALUDES	M2	6839,92	$ 27.812,00	$ 190.231.855,04
4.4	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TELA GEOTEXTIL NT-2500	M2	10595,87	$ 25.199,00	$ 267.005.331,28
4.5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA PVC ESTRUCTURAL DE D= 36"	ML	240,00	$ 2.224.673,00	$ 533.921.520,00
4.6	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERÍA PVC ESTRUCTURAL DE D=200 MM	ML	120,00	$ 369.884,00	$ 44.386.080,00
4.7	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA PVC DE D= 6" INCLUYE EXCAVACION Y RELLENO	ML	60,00	$ 246.478,00	$ 14.788.680,00
TOTAL COSTO DIRECTO					**$ 19.084.524.146,54**
				ADMINISTRACION 29%	$ 5.534.512.002,00
				IMPREVISTOS 1%	$ 190.845.241,00
				UTILIDAD 5%	$ 954.226.207,00
				AIU	**$ 6.679.583.450**
				ACTUALIZACION Y/O AJUSTES A LOS DISEÑOS	$ 190.845.241
				IVA/UTILIDAD 19%	$ 181.302.979
SUBTOTAL BASICO OBRAS (A)					**$ 25.954.952.838,00**
				PLAN DE MANEJO AMBIETAL 1,55%	$ 295.095.280
				PLAN DE MANEJO DE TRAFICO 0,99%	$ 189.042.100
VALOR TOTAL OBRAS					**$ 26.439.090.217,86**
				INTERVENTORIA 7,34%	$ 1.401.358.875,00
TOTAL PROYECTO					**$ 28.021.752.072,00**

Figura 110.Presupuesto sector Jose Antonio Galan.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1 AMENAZA POR INUNDACIÓN

- Los caudales e hidrogramas utilizados para el presente proyecto se toman del estudio "Convenio Interadministrativo No. 000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Río de Oro (tramo Nuevo Girón - Café Madrid) y del Río Frio (tramo PTAR - Girón)".

- Para el punto de interés del área hidrográfica de la cuenca del rio de oro, la clasificación del cuerpo hídrico según Rosgen (1994) corresponde a B4.

- Para las condiciones de geometría de la modelación hidráulica, teniendo en cuenta la clasificación del cauce (B4) y diferentes metodologías para la estimación de la rugosidad de Manning, se opta por un valor de 0.048 para laderas y 0.049 para el canal, calculado por Cowan.

- Se propone la proyección de estructuras tipo gavión para la mitigación de la amenaza por inundación del proyecto, con la geometría que reposa en los planos geotécnicos, hidráulicos. Y cuyas cotas se soportan en el presente documento, como su estabilidad y comportamiento en el componente geotécnico del proyecto.

- La modelación hidráulica para el proyecto, se desarrolla de manera bidimensional, teniendo en cuenta los hidrogramas de caudales máximos para 100 años de los dos cauces colindantes al proyecto (Rio de Oro y Quebrada Chimita), siendo esta una condición posible y real, arrojando una profundidad de inundación máxima en el sector de las obras de 673.52 msnm. Por tal razón y considerando las condiciones de oleaje y saturación por diferentes componentes que comúnmente transportan los cauces en condiciones de tormenta máxima, se propone que la corona de las obras de proyección tipo gavión no sea inferior a 674 msnm.

- Es de alta relevancia la pronta construcción de las obras a su margen derecha, ya que es evidente la susceptibilidad de la población en dicha área para la inundación, la cual se reduce notablemente con la culminación del proyecto.

- Para el caudal estimado de tormenta de diseño de 100 años, la respuesta hidráulica del cauce del sector de interés genera procesos de transporte de sedimentos (socavación) esto principalmente por las condiciones topográficas del canal y su velocidad. Por tal motivo se recomienda que las obras proyectadas conserven una cota de socavación y una profundidad de socavación no menor a lo presentado en la Tabla 11.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- Los procesos de inestabilidad del talud del sector del proyecto, deben ser apoyados por un ingeniero geotecnista competente con la problemática de interés.

- Se recomienda que la cimentación mínima de la obra proyectada se encuentre por debajo de la cota de socavación mínima sugerida(Tabla 11), esto con el fin de que garantice si empotramiento o estabilidad. Sin embargo, un criterio estructural o de geotecnia que recomienden una profundidad diferente debe ser debidamente soportado y orientado a la protección de la cimentación y la obra como tal a los procesos erosivos del sector.

11.2 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

El perfil estratigráfico del sitio estudiado, presenta suelos aluviales compuestos por arena arenas mal gradadas y gravas arenosas, permeable, resistentes.

11.3 PARÁMETROS DE DISEÑO

Material de conformación - rellenos

- Soil Model: Mohr-Coulomb
- Peso volumétrico: 18.0 kN/m3
- Cohesión: 0.0 kPa
- Ø:30.0°

Suelo de fundación – depósitos aluviales

- Soil Model: Mohr-Coulomb
- Peso volumétrico: 18.0 kN/m3
- Cohesión: 1.8 kPa
- Ø:36°

11.4 OBRAS DE MITIGACIÓN

De acuerdo a las alturas de inundación obtenidas en los modelos y de acuerdo a la zonificación de amenaza, se propone la construcción de un muro de contención en gaviones de 680m de longitud y alturas variables de 6.0m, 7.0m y 8.0m, de acuerdo a las cotas de implantación en cada sector.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- Inclinación del muro: 0°
- Peso específico de las piedras: 20.0 KN/m3.
- Porosidad de los Gaviones: 30%.
- Uso de Geotextil en Terraplén.
- Reducción por fricción: 10%.
- Malla y diámetro del alambre: 8x10, ϕ 2.7mm CD.
- Altura del Gavión: 6.0, 7.0 y 8.0 metros.
- Ancho del Gavión: 6.0, 7.0 y 8.0 metros.
- Nivel de la cimentación: min 1.0 m por debajo del nivel terreno actual.
- Dentellón en concreto ciclópeo de 4.0 metros de altura y 1.50 m de ancho.

11.5 ANÁLISIS GEOTÉCNICO DEL MURO DE GAVIONES

A partir de los análisis presentados se concluye que la implementación del muro de contención mitiga la amenaza a inundación del sector y adicionalmente garantiza la estabilidad de las áreas adyacentes del muro. A continuación, se presenta un resumen de los factores de seguridad obtenidos de los chequeos efectuados.

Tabla 52. Factores de seguridad obtenidos en los análisis efectuados Muro H=6.0m.

Condición	Factores de Seguridad	
	Estático	Seudo Estático
Volcamiento	1000.00	2.80
Deslizamiento	1000.00	1.14
Capacidad Portante	6.98	5.61
Estabilidad Global	2.26	1.16

Tabla 53. Factores de seguridad obtenidos en los análisis efectuados Muro H=7.0m.

Condición	Factores de Seguridad	
	Estático	Seudo Estático
Volcamiento	1000.00	3.09
Deslizamiento	1000.00	1.20
Capacidad Portante	6.19	5.30
Estabilidad Global	2.42	1.05

Tabla 54. Factores de seguridad obtenidos en los análisis efectuados Muro H=8.0m.

Condición	Factores de Seguridad	
	Estático	Seudo Estático
Volcamiento	1000.00	2.92
Deslizamiento	1000.00	1.11
Capacidad Portante	5.77	4.83
Estabilidad Global	2.39	1.13

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanco – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Como se observa en los anteriores resultados se cumplen con los factores de seguridad mínimos exigidos por la norma y con la excentricidad mínima establecida para cada uno de los escenarios analizados.

Adicionalmente en la verificación de los asentamientos máximos que puede generarse mediante la construcción de los gaviones se verifico que no son más de 1. centímetros que se pueden presentar los cuales son muy inferiores a los máximos establecidos por la NSR-10 en el capítulo H.4.9.2.

11.6 PROTECCIÓN CONTRA SOCAVACIÓN LATERAL Y DE FONDO

Como elemento de protección ante los efectos de socavación lateral y de fondo, se recomienda implementar un dentellón en concreto ciclópeo de 4.0m de altura y 1.50m de ancho. Adicionalmente, este dentellón mejora el factor de seguridad a deslizamiento para el escenario de diseño.

11.7 RECOMENDACIONES GENERALES

- Deberá ser enterrado mínimo a una profundidad de 1.0 metro del nivel actual del terreno y la cara expuesta deberá ser protegido por medio de un recubrimiento en concreto de 12.5cm de espesor. La estructura proyectada, no presenta problemas de estabilidad local ni global, los factores de seguridad por Volteo, Deslizamiento y Falla por capacidad de carga son Admisibles.
- Para garantizar el funcionamiento del muro de contención en gavión, se recomienda retirar los suelos transportados de basuras y escombros, con el fin de que el muro en gavión se construya sobre suelo competente.
- Se recomienda la instalación y monitoreo con mojones, esto con el objetivo de verificar la estabilidad de las obras, estos monitoreos deben realizarse por lo menos una vez a la semana.
- Se debe garantizar que la cimentación del gavión se realice sobre aluvial, en dado caso que se encuentre saturado, es recomendable retirar este material y hacer un replanteo bien compactado con material de préstamo.
- Para alcanzar el nivel de cimentación se recomienda realizar taludes de cortes con pendiente 1.0H:1.0V en material de relleno y 0.5H:1.0V en suelos aluviales, una vez alcanzado el nivel de cimentación se debe re-compactar la subrasante a mínimo 90% del proctor modificado.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- Se recomienda que durante el proceso de instalación de las cimentaciones se debe hacer un seguimiento por parte de una persona idónea, para verificar la presencia o continuidad de los rellenos y aprobar los horizontes adecuados de la cimentación.
- Los materiales de gaviones deben cumplir con la norma 681-13 de las Especificaciones Generales de Construcción de carreteras del INVIAS. Se recomienda utilizar malla electrosoldada y/o triple torsión que cumpla con la norma NTE-INEM, elaborada con alambre galvanizado con recubrimiento en zinc de bajo contenido de carbono. Los gaviones deben ser reforzados con diámetros de calibre 12, aberturas de 11*11 cm. La medida debe ser de 200 largo * 100 ancho * 100 alto cm.
- El material de relleno debe estar libre de sustancias deletéreas, de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales, no tendrán características expansivas ni colapsables. Este material debe cumplir los requisitos establecidos en la tabla 610-1 de las Especificaciones Generales de Construcción.

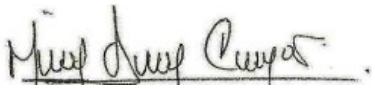
11.8 MANEJO DE NIVELES FREÁTICOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

Se deben implementar pozos de achique o de abatimiento de niveles freáticos, mediante la implementación de tubos de concretos prefabricados ranurados, desde estos pozos se debe bombear las aguas captadas por las zanjas y el pozo, hasta los sistemas de alcantarillado. Se debe garantizar un bombeo continuo para mantener en buenas condiciones las excavaciones.

11.9 LIMITACIONES

Los resultados, conclusiones y recomendaciones fueron obtenidos a partir de los resultados de la exploración de campo y ensayos de laboratorio realizados, visitas de campo y otras actividades relacionadas en capítulos anteriores. En caso de encontrarse condiciones del subsuelo diferentes a las descritas en este informe, en el momento de la construcción de obras o geometría general del esquema de cortes y rellenos para el área de trabajo, se deberá comunicar al Ingeniero Geotecnista para emitir las observaciones que amerite el caso.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO JAIMES

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA AMBIENTAL

R/L CONSTRUSUELOSDE COLOMBIA S.A.S.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

ESTUDIO Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MI TIGACIÓN SECTORES JOSÉ ANTONIO GALÁN, CLUB GALLINERAL Y CRISTAL BAJO. PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PUBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER

SECTOR CRISTAL BAJO



BUCARAMANGA, SANTANDER

JULIO DE 2023

1 TABLA DE CONTENIDO

1 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 4
1.1 GEOLOGÍA REGIONAL 4
1.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 4
1.3 GEOLOGÍA LOCAL 4
1.3.1 Suelo del miembro limos rojos (Sfl2) 4
1.3.2 Suelo del miembro gravoso (Sft2) 4
1.3.3 Suelo del miembro finos (Sfl1) 5
1.3.4 Suelo coluvial reciente (Sco1) 5
1.3.5 Suelo aluvial de cauce activo (Sal) 5
1.3.6 Suelos de terrazas bajas (Sat) 5
1.3.7 Suelo de llenos antrópicos de excavación y/o relleno (Stla) 5
1.3.8 Suelo de lleno antrópico de basuras y escombros (Stlab) 5
1.4 GEOMORFOLOGÍA 5
2 EVALUACIÓN DE AMENAZA POR INUNDACIÓN 6
3 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN 6
3.1 SUSCEPTIBILIDAD DE LAS VIVIENDAS 6
3.2 INTENSIDAD 6
3.3 ZONIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD 6
4 EVALUACIÓN DEL RIESGO 7
5 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS 7
6 DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN 8
6.1 Estimación de la aceleración sísmica 10
6.2 Capacidad portante del suelo de cimentación 11
7 REVISION DOCUMENTAL 12
8 CONCLUSIONES 16

TABLA DE IMAGENES

Figura 1. Propuesta de medida de control de inundación – muro en gavión H=3.0m..... 8
Figura 2. Propuesta de medida de control de inundación – muro en gavión H=4.0m..... 9
Figura 3. Propuesta de medida de control de inundación – muro en gavión H=5.0m..... 9

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de riesgo aplicada. 7
Tabla 2. Comparativo de las alternativas de estabilización. 7
Tabla 3. Cálculo del coeficiente de aceleración máxima para análisis pseudoestático de taludes. 10
Tabla 4. Factores de seguridad objetivo. 10
Tabla 5. Resumen de factores de seguridad con obras – muro en gavión H=3.0m..... 10
Tabla 5. Resumen de factores de seguridad con obras – muro en gavión H=4.0m..... 11
Tabla 5. Resumen de factores de seguridad con obras – muro en gavión H=5.0m..... 11

1 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

1.1 GEOLOGÍA REGIONAL

El área de estudio se localiza al suroccidente del municipio de Bucaramanga en el barrio El Cristal Bajo junto a la quebrada Cuellar. Se ubica en el punto de confluencia de tres unidades geológicas diferentes. Por una parte afloramientos de la formación Girón (Js), depósitos aluviales (Qal) y uno de los brazos de la formación Bucaramanga.

Dada su cercanía con el cuerpo de agua Cuellar, la zona se caracteriza por la heterogeneidad de tamaños y compuestos litológicos producto del transporte de material de las partes alta por arrastre del agua.

Los depósitos aluviales recientes presentan bloques, cantos, gravas arena y finos de cuarzo, chert, cuarcitas entre otros. Los bloques presentan forma redondeada y subredondeada.

1.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

A nivel regional, el área de estudio se ubica en el bloque central del esquema tectónico de Santander, limitando al oriente con el sistema de fallas de Bucaramanga y al occidente con el sistema de fallas La Salina. Localmente, el área de estudio se ubica al oriente de la falla Suárez.

1.3 GEOLOGÍA LOCAL

Las unidades geológicas superficiales se proponen de manera que se agrupan en función de la clasificación litológica, dureza o resistencia, sistema de discontinuidades, grado de meteorización y rasgos estructurales.

Las unidades geológicas superficiales propuestas se pueden entender como depósitos cuaternarios recientes y antiguos. Se verifica el modelo geológico y a continuación, se presenta una breve descripción de las unidades cartografiadas.

1.3.1 Suelo del miembro limos rojos (Sfl2)

Suelo del miembro superior de la formación Bucaramanga compuesto por arcillas y limos rojos. Puede presentar bloques de areniscas y neis.

1.3.2 Suelo del miembro gravoso (Sft2)

Suelo subyacente al miembro limos rojos de la formación Bucaramanga con un grado de consolidación intermedio y grado de meteorización muy variable. Presenta una estructura clasto-soportada con una matriz areno arcillosa donde los clastos se distribuyen aproximadamente en 60% de gravas y 20% de bloques.

1.3.3 Suelo del miembro finos (Sfl1)

Capa que subyace al miembro gravoso conformada por material que varía entre arcilloso, limo-arenoso y areno-limoso.

1.3.4 Suelo coluvial reciente (Sco1)

Depósitos de suelo transportado del tipo coluvial con meteorización de media a alta asociado a movimientos de remoción en masa reciente. Suelo inconsolidado, permeable, susceptible a la erosión.

1.3.5 Suelo aluvial de cauce activo (Sal)

Materiales sueltos y heterogéneos de suelo y rocas subredondeadas a redondeadas depositados por la acción del de los cauces activos en el ancho de la llanura de inundación. Matriz areno-limosa en condición suelta. Espesor de 0.5 a 1.0 metros.

1.3.6 Suelos de terrazas bajas (Sat)

Depósitos aluviales con matriz areno-arcillosa, altamente erodables, consistencia baja a media con cantos y bloques redondeados a subredondeados cuya litología depende de las unidades atravesadas por las corrientes. En la zona de estudio se observan terrazas bajas entre 1 a 8 metros.

1.3.7 Suelo de llenos antrópicos de excavación y/o relleno (Stla)

Agrupa los suelos producto de excavación y/o conformación del terreno para la construcción de las terrazas de las viviendas y la banca de la vía perimetral al barrio El Cristal Bajo.

1.3.8 Suelo de lleno antrópico de basuras y escombros (Stlab)

Material dispuesto por el hombre sin ningún tipo de control técnico ni control de desechos con presencia de material orgánico y escombros de construcción. Se observan en el parea de estudio fragmentos de concreto, plástico, ladrillos, vidrio, tuberías en PVC, entre otros.

Se considera apropiada y representativa la clasificación propuesta por el consultor respecto a los materiales encontrados en la zona de estudio.

1.4 GEOMORFOLOGÍA

Se identifican en campo las siguientes geoformas agrupadas según su origen en denudacionales, fluvialesy antrópicas.

En denudacionales se identifican laderas muy inclinadas (D10) con pendientes que van desde los 40° a los 70° junto con escarpes denudacionales (D7) con cobertura escasa dada la pendiente prácticamente vertical. De origen fluvial se identifica el cauce o lecho de la quebrada Cuellar (F1) y los niveles de terrazas medias (F4) producto de de procesos fluviales o fluviotorrenciales que trazan una morfología plana a ligeramente inclinada delimitada por el talud que conforma el cauce del cuerpo de agua con diferencias de nivel de hasta 8 metros.

Finalmente, en el grupo de geoformas de origen antrópico se observan los llenos dispuestos con control técnico destinados para fines ingenieriles o de construcción de viviendas y carreteras (A7) y llenos mixtos (A5) dispuestos de forma caótica por acción humana.

La descripción local se considera representativa del ambiente geomorfológico del sitio.

2 EVALUACIÓN DE AMENAZA POR INUNDACIÓN

La revisión de la metodología para la evaluación de la hidrología e hidráulica que soporta el estudio de amenaza por inundación de la quebrada Chimitá se encuentra en el documento Hidrología e Hidráulica.

3 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN

El consultor aplica una metodología ajustada para la evaluación de la vulnerabilidad física enfatizada en las edificaciones. El valor de la vulnerabilidad se determina como el producto de la intensidad del movimiento y la susceptibilidad del elemento expuesto.

3.1 SUSCEPTIBILIDAD DE LAS VIVIENDAS

El consultor presenta el cálculo de la susceptibilidad de las edificaciones en función de 2 parámetros: susceptibilidad asociada al tipo de estructura (Stipo) y la susceptibilidad asociada al estado de conservación o mantenimiento de las edificaciones (Smant).

Cada parámetro presenta una clasificación de cero a uno. Donde los valores cercanos a uno representan condiciones de la edificación que hacen menos susceptible la edificación.

Los valores de los parámetros de susceptibilidad se combinan con la siguiente ecuación para definir la susceptibilidad.

$$S = 1 - (1 - Stipo)(1 - Smant)$$

3.2 INTENSIDAD

La intensidad del fenómeno por inundación está asociada con la cota de inundación y la velocidad de flujo de la corriente. El consultor propone una evaluación ajustada de la intensidad de manera indirecta a las zonas de amenaza por inundación identificadas previamente en el modelo hidráulico. Asignando valores de intensidad de 0.5, 0.3 y 0.1 a las viviendas ubicadas en zonas de amenaza alta, media y baja, respectivamente.

3.3 ZONIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Considerando que las manchas de inundación no alcanzan las viviendas, se considera que las viviendas no son elementos en exposición directa. La presencia de las viviendas sobre las terrazas bajas evita que sean inundadas, sin embargo, el efecto de socavación en las terrazas está generando problemas de desplazamiento del material de soporte de las viviendas ubicadas a borde del cauce.

4 EVALUACIÓN DEL RIESGO

El consultor aplica el método matricial para la evaluación del riesgo físico de las edificaciones. Este método propone el cruce de las variables de amenaza y vulnerabilidad de forma cualitativa según la matriz de riesgo presentada a continuación.

Tabla 1. Matriz de riesgo aplicada.

	Niveles de Amenaza		
Niveles de Vulnerabilidad	Alta	Media	Baja
Alta	Alto	Alto	Medio
Media	Alto	Medio	Medio
Baja	Medio	Medio	Bajo

Si bien la guía del servicio geológico colombiano presenta una metodología para la evaluación del riesgo en términos económicos y probabilísticos, el anexo técnico del proyecto no exige puntualmente una metodología para la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo, razón por la cual el consultor adopta una metodología que también es ampliamente aplicada y aceptada en los estudios de riesgo. Considerando que la vulnerabilidad es nula, el riesgo directo por inundación es nulo.

La problemática en el sitio es un proceso progresivo por acción abrasiva de la corriente de agua que genera socavones en el suelo de cimentación de los muros de manera que se observan varios tramos de muro colapsados que obstaculizan el recorrido de las aguas en el cauce.

5 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

El consultor evalúa cualitativamente tres (3) alternativas para la estabilización del talud. Las tres alternativas propuestas se enmarcan dentro de una misma filosofía de mitigación del riesgo ya que las tres buscan reducir hasta un nivel bajo de amenaza. A continuación, se presenta un cuadro resumen comparativo de las alternativas.

Tabla 2. Comparativo de las alternativas de estabilización.

Alternativa 1	**Alternativa 2**
Muros en voladizo en concreto reforzado	**Muros en gaviones**
Esta tipología requiere de la construcción del talón del muro y por ende un movimiento de tierra mayor para garantizar su estabilidad. Económicamente presentan un costo elevado por el movimiento de tierra y la	Sistema de muro de gravedad cuyo peso propio del cuerpo es el mecanismo para alcanzar la estabilidad local. Como medida de control de socavación se cimenta el muro en dentellones en concreto ciclópeo.

necesidad de implementar acero de refuerzo.	
NO SELECCIONADA	SELECCIONADA

6 DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN

El consultor propone la construcción de un muro en gaviones de altura total de 3.0 metros, 4.0 metros y 5.0 metros, con ancho en la base de 3.0, 4.0 y 4.0 metros y ancho en la corona de 2.0 metros cimentados en un dentellón en concreto ciclópeo de 3.0 metros de alto y ancho de 1.50 metros, respectivamente. A continuación, se presentan esquemas de las propuestas de muros.

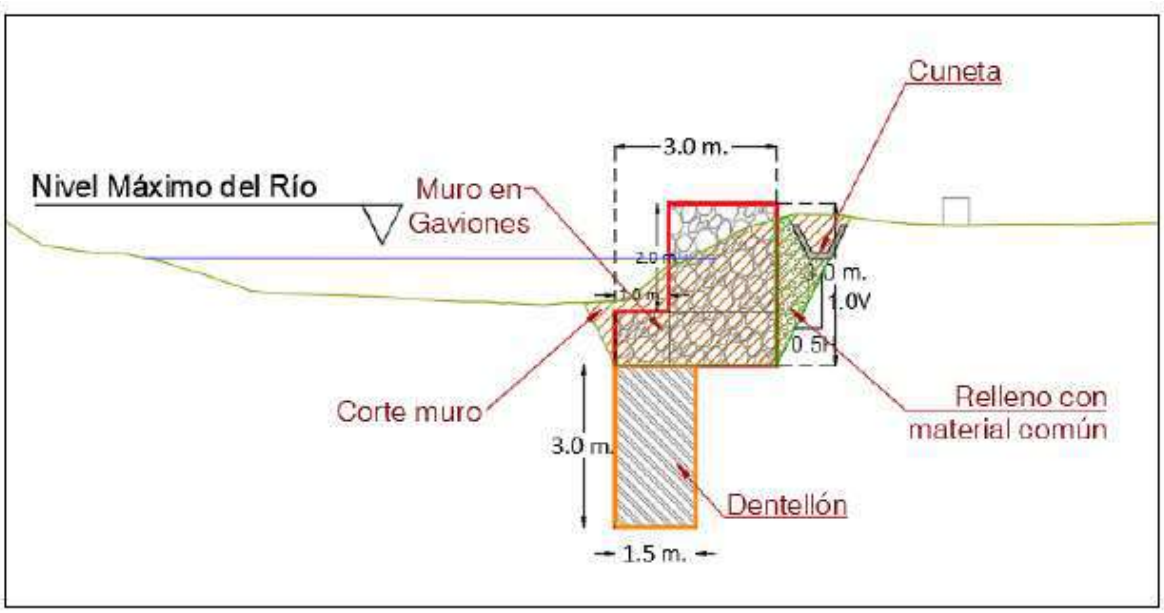


Figura 1. Propuesta de medida de control de inundación – muro en gavión H=3.0m

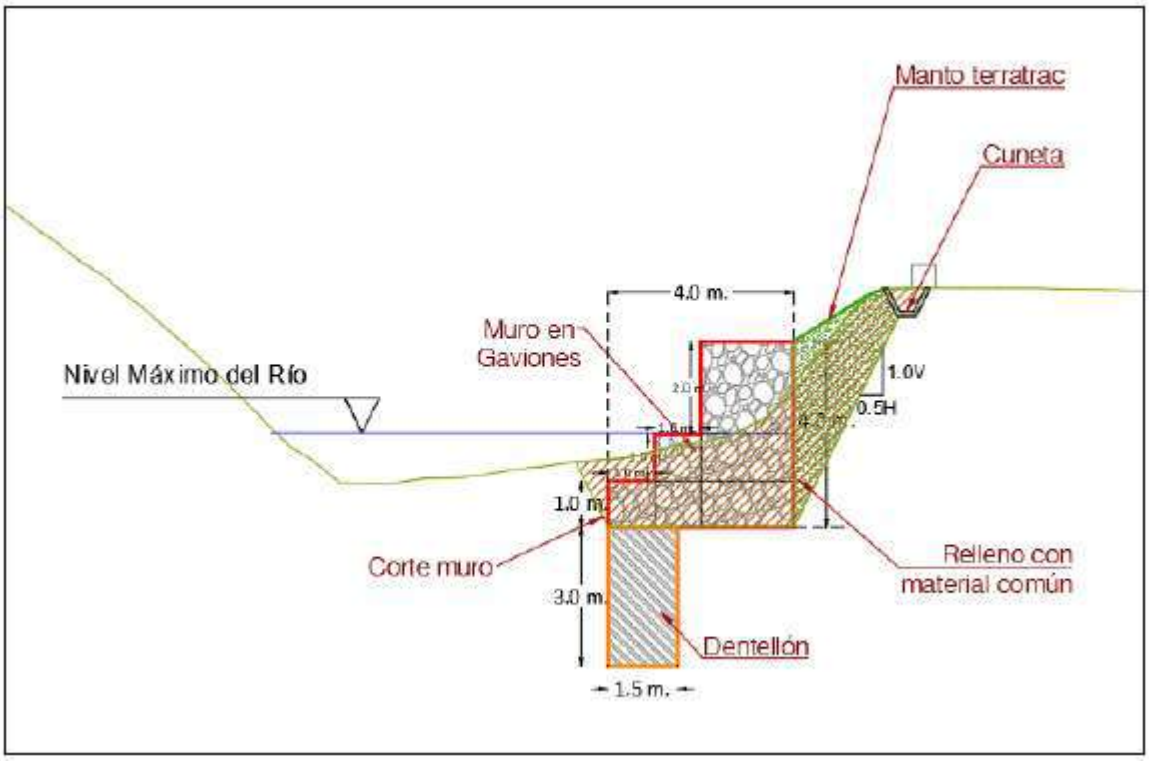


Figura 2. Propuesta de medida de control de inundación – muro en gavión H=4.0m

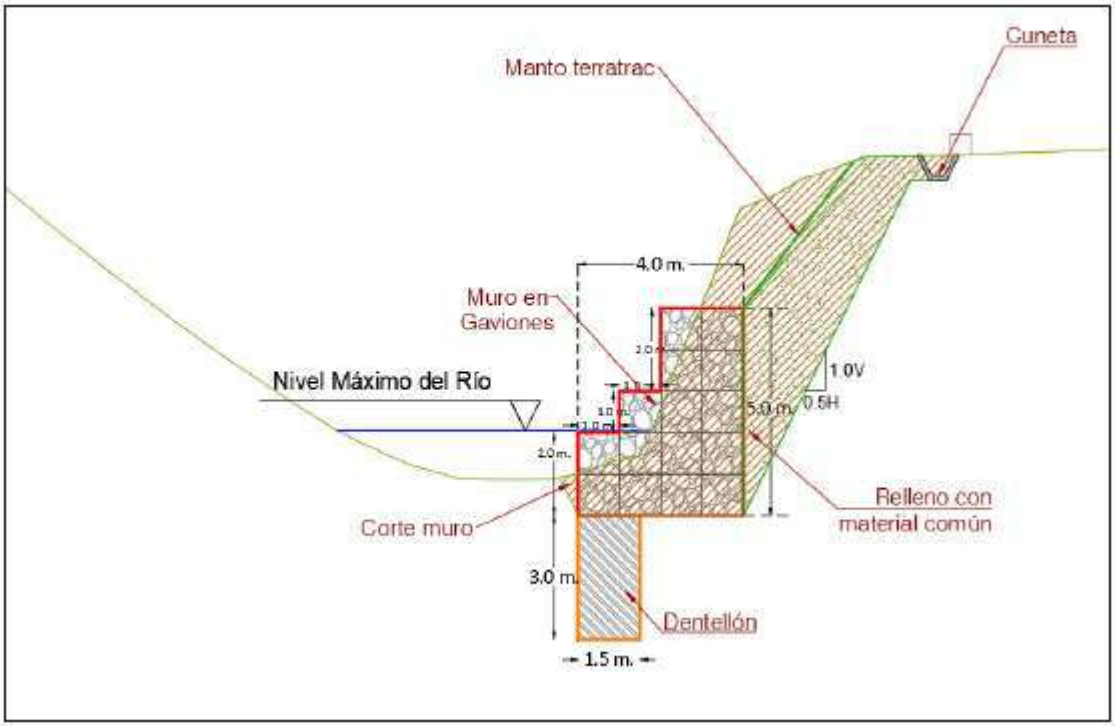


Figura 3. Propuesta de medida de control de inundación – muro en gavión H=5.0m

6.1 Estimación de la aceleración sísmica

Se emplean los parámetros sísmicos presentados en la NSR10 para evaluar la aceleración horizontal asociada a un evento con periodo de retorno de 475 años. Dado que la condición dinámica para el análisis de estabilidad de taludes corresponde a un análisis pseudo-estático, se emplea el coeficiente K_{ST} para obtener el valor de la aceleración máxima como fracción de la gravedad a_{max}.

Tabla 3. Cálculo del coeficiente de aceleración máxima para análisis pseudoestático de taludes.

COEFICIENTE DE ACELERACIÓN Aa	0.25
COEFICIENTE DE ACELERACIÓN Av	0.25
PERFIL DE SUELO:	TIPO C
COEFICIENTE Fa	1.15
COEFICIENTE Fv	1.55
COEFICIENTE K_{ST}	0.80
COEFICEINTE a_{max}	0.23g

A continuación, se presenta un cuadro resumen con los resultados de los análisis de estabilidad local y general en el escenario estático y pseudo estático. Se verifica que los factores de seguridad objetivo de la NSR10 sean atendidos.

Tabla 4. Factores de seguridad objetivo.

Estabilidad	**Condición**	**Estático**	**Pseudoestático**
Local	Deslizamiento	≥1.60	≥1.05
Local	Volcamiento	≥3.00	≥1.05
Local	Capacidad portante	<qadmisible	<qadmisible
Global	Estabilidad general – talud permanente	≥1.50	≥1.05

A continuación, se presentan los factores de seguridad calculados para cada uno de los muros en gavión propuestos.

Tabla 5. Resumen de factores de seguridad con obras – muro en gavión H=3.0m

CONDICION	**FACTORES DE SEGURIDAD CON OBRAS**		**CUMPLE**
	ESTATICO	**PSEUDOESTATICO**	
Deslizamiento	48.28	2.84	SÍ
Volcamiento	42.81	1.62	SÍ
Capacidad portante	32.56KPA<	41.44KPA<	SÍ
Estabilidad general – talud permanente	2.72	1.56	SÍ

Tabla 6. Resumen de factores de seguridad con obras – muro en gavión H=4.0m

CONDICION	FACTORES DE SEGURIDAD CON OBRAS		CUMPLE
	ESTATICO	PSEUDOESTATICO	
Deslizamiento	50.91	3.47	SÍ
Volcamiento	20.88	1.69	SÍ
Capacidad portante	40.83KPA<300KPA	43.95KPA<300KPA	SÍ
Estabilidad general – talud permanente	2.24	1.37	SÍ

Tabla 7. Resumen de factores de seguridad con obras – muro en gavión H=5.0m

CONDICION	FACTORES DE SEGURIDAD CON OBRAS		CUMPLE
	ESTATICO	PSEUDOESTATICO	
Deslizamiento	26.57	2.67	SÍ
Volcamiento	10.50	1.54	SÍ
Capacidad portante	60.37KPA<300KPA	77.25KPA<300KPA	SÍ
Estabilidad general – talud permanente	2.14	1.25	SÍ

6.2 Capacidad portante del suelo de cimentación

Se verifica el cálculo de la capacidad portante con la formulación de Meyerhof (1951) para suelos granulares con hipótesis de galla general por corte para cimentaciones superficiales empleando un factor de seguridad de 3.0.

Se valida el cálculo de asentamientos elásticos (inmediatos) para una capacidad de carga máxima en servicio de 30 tn/m^2.

7 REVISION DOCUMENTAL

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
1	CARTOGRAFÍA BASE DIGITAL Y MODELADO 3D	1.1	Recopilación y análisis de la información secundaria	1. Informe técnico.	X	
		1.2	Ortomosaico fotografía aérea digital UAV	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales *(PDF, MXD, MPK)* e impresos de: - Ortomosaico fotografía aérea digital UAV *(TIFF)*	X	
		1.3	Levantamiento LIDAR	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales *(PDF, MXD, MPK)* e impresos de: - Levantamiento LIDAR	X	
				3. Anexo digital de nube de puntos LIDAR (LAS)	X	
		1.4	Levantamiento topográfico	1. Informe técnico	X	
				2. Plano topográfico escala 1:1000 (DWG, PDF).	X	
				3. Carteras topográficas (XISX, PDF)	X	
				4. Dos mojones de concreto ligado al sistema satelital de referencia.	X	
				5. Plano batimétrico con secciones transversales en planta y perfil indicando niveles de agua y estructuras hidráulicas presentes.	X	
2	GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	2.1	Caracterización Unidades Geológicas para Ingeniería y geología local	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Unidades Geológicas superficiales, escala 1:1.000.	X	

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
2	GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	2.1	Caracterización Unidades Geológicas para Ingeniería y geología local	3. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Geología estructural y Geología Local	X	
		2.2	Caracterización de Elementos Geomorfológicos	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Elementos Geomorfológicos, escala 1:1.000.	X	
				3. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Procesos morfodinámicos	X	
				4. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Pendientes	X	
3	EXPLORACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA	3.1	Ensayos para caracterización de muestras de suelos (humedad, granulometría, límites, compresión, peso unitario, cortes directos)	1. Informe técnico anexando registros y ensayos de campo	X	
				2. Informe técnico anexando registros fotográficos metro a metro de las muestras recuperadas.	X	
				3. Informe técnico anexando resultados de ensayos de laboratorio	X	
				4. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Puntos de exploración geotécnica directa, escala 1:1.000.	X	
		3.2	Ensayos de refracción sísmica para determinación de perfiles del suelo	1. Informe técnico	X	
				2. Planos digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de líneas de refracción sísmica, escala 1:1.000	X	
3	EXPLORACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA	3.3	Ensayo de MASW para detectar presencia de mantos de suelos duros o blandos en el perfil estratigráfico	1. Informe técnico	X	
				2. Planos digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de las Líneas de refracción sísmica, escala 1:1.000	X	

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
3	EXPLORACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA	3.4	Ensayo de tomografía eléctrica	1. Informe técnico	X	
				2. Planos digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de las Líneas de tomografía eléctrica, escala 1:1.000	X	
4	HIDROLOGÍA	4.1	Estudio Hidrológico y climatológico: delimitación y caracterización de cuencas, estimación estadística de crecientes para diferentes períodos de retorno	1. Informe técnico	X	
				2. Planos digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos	X	
				3. Anexo Récords (IDEAM, CDMB, etc.); datos hidroclimatológicos crudos	X	
				4. Anexo de tratamiento estadístico de datos hidroclimatológicos	X	
				5. Anexo de modelos hidrológicos	X	
5	ANALISIS DETALLADO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA	5.1	Caracterización, Zonificación y Modelación Geotécnica	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos	X	
		5.2	Determinación y Zonificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de zonificación de la amenaza por movimientos en masa, escala 1:1.000	X	
6	ANALISIS DETALLADO DE AMENAZA VULNERABILIDAD Y RIESGO POR INUNDACIÓN	6.1	Elaboración de Modelos hidráulicos bidimensionales de la red de drenaje superficial de agua limpia, para diferentes escenarios probabilísticos 1:1.000	1. Informe técnico	X	
				2.Anexo de modelos hidráulicos, profundidades y secciones.	X	
		6.2	Determinación y zonificación de la amenaza por inundaciones	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de zonificación de la amenaza por inundación, escala 1:1.000	X	

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
7	DISEÑO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	7.1	Diseño a nivel de ingeniería de detalle de obras de mitigación	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK, CAD) e impresos de localización de las obras de mitigación.	X	
				3. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK, CAD) e impresos Diseño Arquitectónico (Planta – Perfil).	X	
				4. Plano digital (CAD, PDF, MXD, MPK) que contenga Detalles de ingeniería (Planta – Perfil).	X	
				5. Especificaciones técnicas	X	
		7.2	Elaboración de presupuestos, especificaciones técnicas y lineamiento ambientales	1. Presupuesto de obras de mitigación (XLS, PDF)	X	
				2. Especificaciones técnicas y lineamientos ambientales (XLS, PDF)	X	
				3. Programaciones de obra con recursos	X	
				4. Informe técnico (incluir precios de mercado)	X	
8	IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD	8.1	Recolección, análisis e interpretación de los documentos de propiedad de las construcciones del área de estudio, diagnóstico predial y catastral.	1. Informe técnico	X	
				2. Formato de recolección de información relacionada a la viabilidad jurídica para la inclusión en procesos de regularización de la ocupación del territorio en zonas susceptibles a amenazas por remoción en masa, inundación o avenidas torrenciales	X	
				3. Documentación anexa	X	
9	SOCIALIZACIÓN	9.1	Jornadas de socialización con la comunidad y la Alcaldía de	1. Informe técnico anexos de Actas de Reunión	X	

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
			Bucaramanga, para dar a conocer actividades de desarrollo y resultados obtenidos en el estudio	2. Informe técnico anexos Registros Fotográficos	X	
10	PLANES DE GESTIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL	10.1	Plan de manejo Ambiental	1. Informe técnico	X	
		10.2	Plan de Manejo de Tránsito	1. Informe técnico	X	
		10.3	Plan de Gestión Social	1. Informe técnico	X	
		10.4	Plan de Manejo Forestal y arbóreo	1. Informe técnico	X	

8 CONCLUSIONES

La zonificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo presentada por el consultor se considera representativa del fenómeno por inundación. La problemática en el sector el Cristal Bajo obedece principalmente al efecto abrasivo de la corriente de agua que genera socavación en las terrazas conformadas por los muros existentes cuya altura de desplante ha sido superada por la socavación del cauce.

La mitigación del riesgo se aborda activamente desde la propuesta de obras para controlar el proceso progresivo de socavación.

La alternativa de mitigación propuesta cuenta con el soporte técnico y la viabilidad económica para su ejecución.

REVISION HIDROLÓGICA-HIDRÁULICA DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES JOSÉ ANTONIO GALÁN, CLUB GALLINERAL Y CRISTAL BAJO PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PÚBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER.

SECTOR CRISTAL BAJO



BUCARAMANGA, SANTANDER

JULIO DE 2023

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 4
2. OBJETIVOS 5
2.1 OBJETIVO GENERAL 5
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 5
3. REVISIÓN HIDROLÓGICA 6
3.1 DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MICROCUENCAS 6
3.2 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE PRECIPITACIÓN 7
3.3 CURVAS INTENSIDAD DURACIÓN FRECUENCIA IDF 9
3.4 CALCULO DE CAUDALES 11
4. HIDRAULICA 12
4.1 MODELO HIDRÁULICO HEC-RAS 12
5. SOCAVACION 16
6. CONCLUSIONES 18

TABLA DE IMAGENES

Imagen 1. Ubicación del sitio de interés 6
Imagen 2. Estaciones hidrometeorológicas cercanas 7
Imagen 3. Ajuste de series de datos con Gumbel realizada por el consultor 8
Imagen 4. Curva IDF La Floresta 10
Imagen 5. Hietograma de tormenta de diseño mostrada por el consultor 10
Imagen 6. Secciones HEC-RAS mostradas por el consultor 12
Imagen 7. Corrida de caudales en programa HEC RAS mostrado por el consultor 12
Imagen 8. Perfil de inundación mostrado por el consultor 13
Imagen 9. Manchas de inundación mostradas por el consultor TR 100 años 14
Imagen 10. Manchas de inundación mostradas por el consultor TR 500 años 14
Imagen 11. Curva granulométrica mostrada por el consultor 16
Imagen 12. Socavación general en sección k0+090 mostrada por el consultor 17

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Área de la hoya analizada 7
Tabla 2. Estación adyacente al proyecto adoptada por el consultor 8
Tabla 3. Precipitación máxima 24h en mm para TR por Gumbel realizada por el consultor 9
Tabla 4. Tiempos de retorno para diferentes tipos de obra INVIAS 11
Tabla 5. Cálculo de caudales mostrados por el consultor 11
Tabla 6. Rugosidad adoptada por el consultor 13

INTRODUCCIÓN

Colombia es un país ubicado en la zona de confluencia intertropical (ZCIT) lo cual propicia la variabilidad climática que cambia en función de la temperatura del océano pacífico sur dando paso a un fenómeno conocido como ENSO cuya oscilación se manifiesta en años predominantemente secos (años El Niño), años predominantemente húmedos (años La Niña) y años neutrales debido al cambio de la dirección de los vientos Alisios.

El 2022 y 2023 han sido años marcados por la predominancia de eventos de lluvia la mayor parte del tiempo en el territorio colombiano sobre todo en la zona Andina. Las precipitaciones presentadas han sido detonantes de eventos como inestabilidad de taludes, inundaciones y flujo hiperconcentrado dando paso a avalanchas. Específicamente en la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana se presentaron eventos de precipitación de alta intensidad que compromete la integridad de zonas específicas.

Es necesario resaltar la importancia del adecuado manejo del agua en la zona generada por eventos de lluvia, siendo la hidrología la herramienta con la cual se estima la escorrentía máxima de una cuenca aportante sobre una zona específica donde se diseñará obras hidráulicas para un periodo de retorno definido con el fin de mitigar los posibles riesgos y amenazas.

Para poder evaluar la cantidad de agua a ser manejada es necesario efectuar un estudio hidrológico de las cuencas que drenan hacia los tramos dicha zona. En este documento se presentan los cálculos y el procedimiento para estimar la cantidad de agua que pasará sobre el área del proyecto en eventos extremos de lluvia y los caudales de diseño para las obras hidráulicas que den lugar.

Para llevar a cabo este análisis es necesario analizar los datos de precipitación para la determinación de curvas Intensidad-Frecuencia-Duración, calculadas con base a las precipitaciones máximas en 24 horas. Para los parámetros hidrológicos e hidráulicos necesarios se deben tener en cuenta las normas del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básicos “RAS” 2000, como el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS.

El presente documento supone una exhaustiva revisión de los parámetros técnicos de referencia para el proyecto hidrológico e hidráulico correspondiente al sector llamado Cristal Bajo.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la revisión de los diseños hidrológicos e hidráulicos correspondientes de las obras propuestas de acuerdo a los apartados técnicos contratados y el compendio normativo vigente.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar la revisión de la delimitación y caracterización de microcuencas.
- Revisar el análisis estadístico de información histórica de precipitaciones en la zona.
- Revisar los criterios de obtención de las curvas IDF y las lluvias de diseño (Hietogramas) a partir de ellas.
- Revisar los volúmenes de escorrentía e infiltración de acuerdo con el modelo lluvia escorrentía adoptado.
- Revisión del modelo unidimensional de inundación para diferentes periodos de retorno según la normativa vigente.

3. REVISIÓN HIDROLÓGICA

3.1 DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MICROCUENCAS

El proyecto se ubica en el municipio de Bucaramanga en el departamento de Santander y pretende cubrir la necesidad de generar obras de mitigación para eventos de inundación, remoción en masa y socavación en el sector de Cristal Bajo en la comuna 10 al occidente del municipio.



Imagen 1. Ubicación del sitio de interés

En el estudio el consultor establece los parámetros espaciales correspondientes a la delimitación de una hoya hidrológica parcialmente urbana. Son verificados los tiempos de concentración que tienen que ver con parámetros espaciales como pendientes y longitudes. Las características morfométricas no se consideran relevante por cuanto la mayor parte de la hoya se encuentra en zona urbanizada. El tiempo de concentración estimado por los diferentes métodos enunciados en el Manual de Drenaje de Carreteras INVIAS 2009 permite apreciar el patrón del comportamiento del drenado y tiempo que tarda en evacuar la hoya todo el caudal captado por eventos de lluvia.

NOMBRE	ÁREA DE INFLUENCIA (Km^2)
Área 1	1.375

Tabla 1. Área de la hoya analizada

De acuerdo al reconocimiento del área realizado por parte del consultor, es lógico entender que se podrán asumir métodos directos de obtención de escorrentía tal como lo permite el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS en donde indica que el método racional de diseño es recomendable para hoyas hidrográficas de superficies inferiores a 2,5 km^2.

3.2 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE PRECIPITACIÓN

En el estudio presentado por el consultor se hace uso de la información histórica de precipitación correspondiente de las estaciones hidrológicas en la zona, específicamente de la estación La Floresta ubicada en zona urbana de la ciudad siendo de tipo pluviométrica y estando activa desde su instalación en 1971.

La información se presume extraída de la página oficial del IDEAM y se desarrolla un tratamiento de datos para determinar la fiabilidad de las series encontrando datos particularmente altos o particularmente bajos (outliers). De igual manera, se genera un análisis de llenado de datos faltantes y prueba de bondad de ajuste para las series estudiadas.



Imagen 2. Estaciones hidrometeorológicas cercanas

Nombre	Código	Tipo	Estado	Operada	Departamento	Municipio	Fecha de instalación
La Floresta	23190590	Pluviométrica	Activa	IDEAM	Santander	Bucaramanga	14/10/1971

Tabla 2. Estación adyacente al proyecto adoptada por el consultor

Los estudios hidrológicos requieren análisis estadísticos de valores extremos (máximos o mínimos) como anteriormente mencionado. Para el caso del presente estudio, para la determinación de estos el consultor utilizó la distribución de Gumbel tipo I.

El cálculo de la probabilidad de ocurrencia fue realizado mediante el software HidroEsta que se alimenta con los datos de precipitación máxima en 24 horas. Inicialmente el programa verifica la bondad de ajuste escogida (Gumbel) y determina su confiabilidad de acuerdo con el número de datos y valores.

Una vez realizada la prueba de bondad de ajuste se inserta, en una nota, el delta (paso) teórico y se repite el procedimiento cambiando el periodo de retorno y los datos de acuerdo con la estación analizada.

De acuerdo con la estimación, los valores de precipitación máximos para los diferentes periodos de retorno son presentadas en la tabla de precipitación máxima en 24 horas y se muestran los análisis estadísticos realizados con el software anteriormente mencionado.

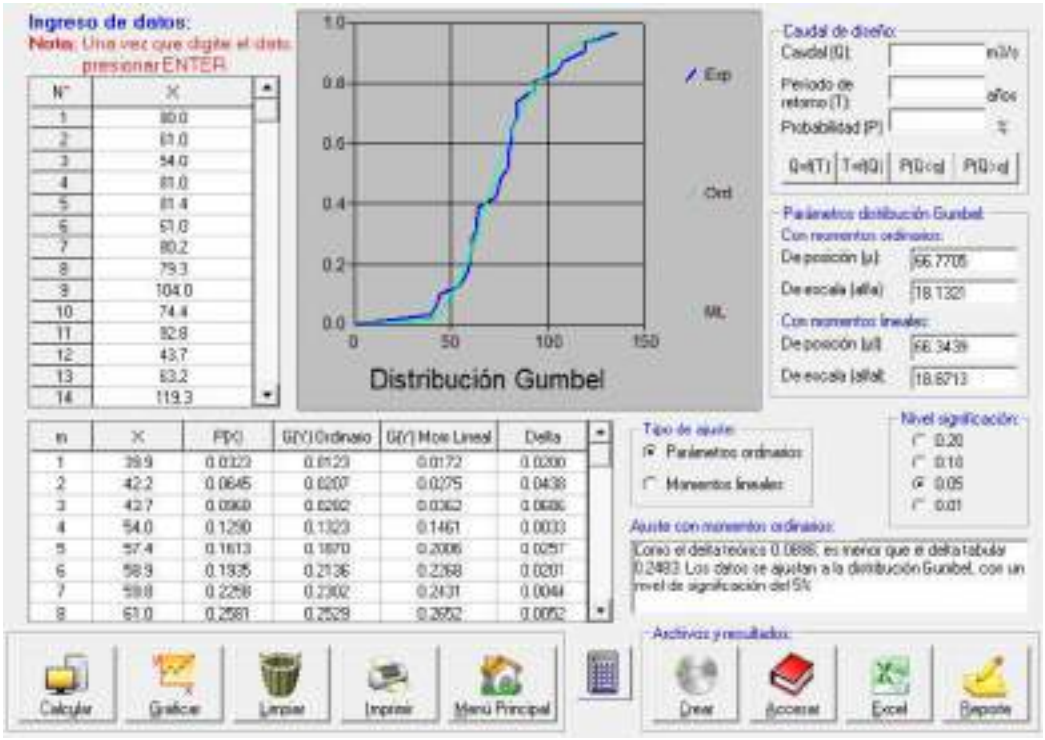


Imagen 3. Ajuste de series de datos con Gumbel realizada por el consultor

Estación	Tr 2	Tr 2.33	Tr 3	Tr 5	Tr 10 años	Tr 25 años	Tr 50 años	Tr 100 años	Tr 500 años
La Floresta	113.1	132.9	147.6	162.2	195.9	113.1	132.9	147.6	162.2

Tabla 3. Precipitación máxima 24h en mm para TR por Gumbel realizada por el consultor

3.3 CURVAS INTENSIDAD DURACIÓN FRECUENCIA IDF

Una vez revisado el tratamiento de datos de las series de lluvia de la estación escogida para la caracterización climática, se presentan las curvas IDF las cuales representan la probabilidad de ocurrencia de las precipitaciones intensas caracterizándose mediante períodos de retorno obtenidos a partir de la inversa de la frecuencia acumulada. Se adoptan los periodos de retorno: 2, 3, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años.

El consultor utiliza la metodología estandarizada mostrada en el Manual de Drenaje para Carreteras con parámetros de ajuste de regresión regionalizados en Colombia, en dicho procedimiento se escogen parámetros de sectorización para cada región del territorio al igual que la precipitación máxima promedio anual en 24 horas a nivel multianual. Los parámetros de ajuste de la regresión se adoptan, por parte del consultor, para la región Andina a la cual corresponde la ciudad de Bucaramanga.

Teniendo en cuenta la variación de la intensidad de la lluvia respecto a la duración de la tormenta se lleva a cabo el desarrollo de las curvas y se muestran en la siguiente imagen.

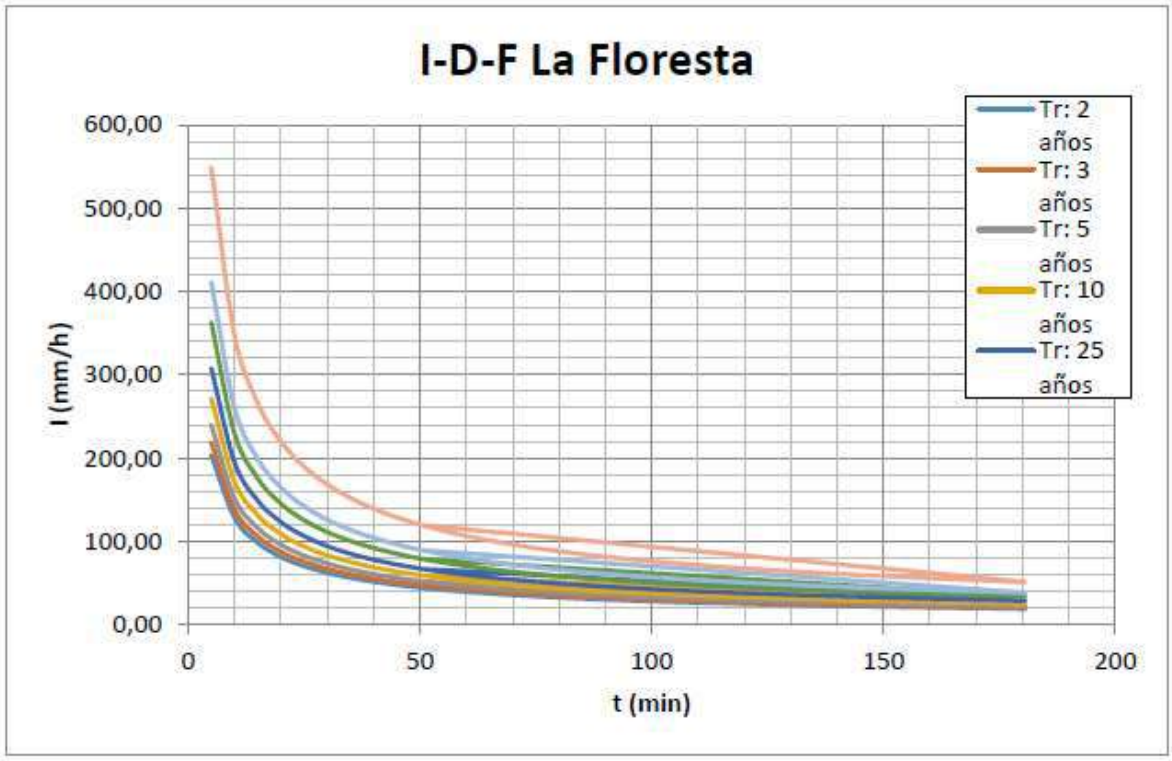


Imagen 4. Curva IDF La Floresta

Se revisan los hietogramas utilizados para la obtención del modelo hidrológico de lluvia escorrentía adoptado. Los cálculos son representados gráficamente y se presume que fueron desarrollados mediante el método de los bloques alternos. Se resalta la importante de su obtención y se observan valores típicos esperados.

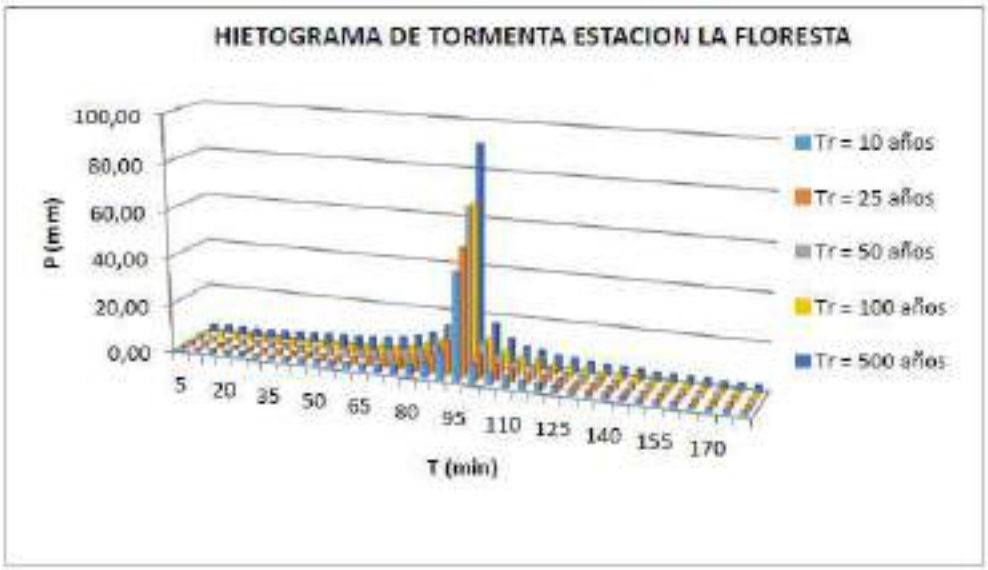


Imagen 5. Hietograma de tormenta de diseño mostrada por el consultor

3.4 CALCULO DE CAUDALES

Es adoptado un modelo de lluvia escorrentía mediante método directo conocido como método racional de diseño. El método racional es uno de los métodos de mayor aplicación para el cálculo de caudales extremos en cuencas pequeñas, está basado en el concepto de que, si una lluvia de intensidad I comienza instantáneamente y continúa indefinidamente, la tasa de escorrentía aumentará hasta que se alcance el tiempo de concentración Tc, tiempo en el cual toda la cuenca está contribuyendo al flujo de salida en el cierre.

Tipo de Obra	Tiempo de retorno (años)
Cunetas	5
Zanjas de coronación	10
Estructuras de caída	10
Alcantarillas de 0.90m de diámetro	10
Alcantarillas mayores a 0.9m de diámetro	20
Puentes menores (luz menor a 10m)	25
Puentes de luz mayor o igual a 10m y menor a 50m	50
Puentes de luz mayor o igual a 50m	100
Drenaje subsuperficial	2

Tabla 4. Tiempos de retorno para diferentes tipos de obra INVIAS

En el presente estudio, el consultor estima los caudales para cada uno de los periodos de retorno y escoge el de 100 y 500 años para el análisis de inundación en la Quebrada La Cuellar. El valor adimensional C que indica la capacidad de infiltración del suelo es adoptado como 0.70 y 0.80 al ser una zona con densidad arbustiva y de pendiente intermedia como se propone en la tabla 2.9. del Manual de Drenaje para Carreteras.

NOMBRE	AREA DE INFLUENCIA (Km^2)	TC (min)	Intensidad (mm/hr)	C	Q (m^3/s)	Q (LPS)
Q. La Cuellar Tr 100	1.37516	50.63	89.21	0.7	23.87	23872.8
Q. La Cuellar Tr 500	1.37516	50.63	119.19	0.8	36.45	36451.05

Tabla 5. Cálculo de caudales mostrados por el consultor

El valor del caudal para las descargas es de 23.87 m3/s y 36.45 m3/s para una intensidad de 89.21 mm/h y 119.19 mm/h y tiempos de concentración de 50.63 minutos.

4. HIDRAULICA

4.1 MODELO HIDRÁULICO HEC-RAS

El consultor presenta un modelo de cálculo hidráulico para crecientes y potencial inundación teniendo como base la información y tratamiento de datos hidrológicos calculados en los capítulos anteriores. Se muestran las secciones de análisis y la adopción del n de Manning el cual corresponde a 0.04 tanto para la sección como para los hombros del canal.

El modelo fue desarrollado en el software libre HEC-RAS versión 5.0.7 el cual contiene cuatro (04) módulos para el análisis unidimensional de ríos que corresponden a: uno para el cálculo de perfiles de flujo en régimen permanente, otro para simulación de flujo no permanente, el tercero para el cálculo de transporte de sedimentos y lecho móvil y un cuarto para análisis de calidad del agua.

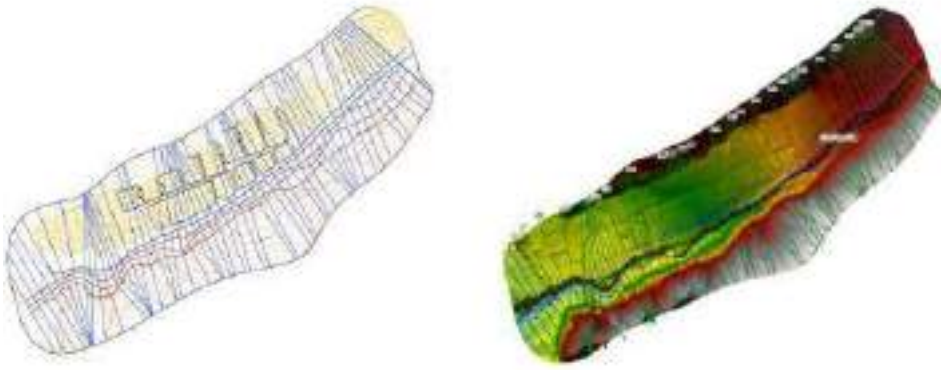


Imagen 6. Secciones HEC-RAS mostradas por el consultor

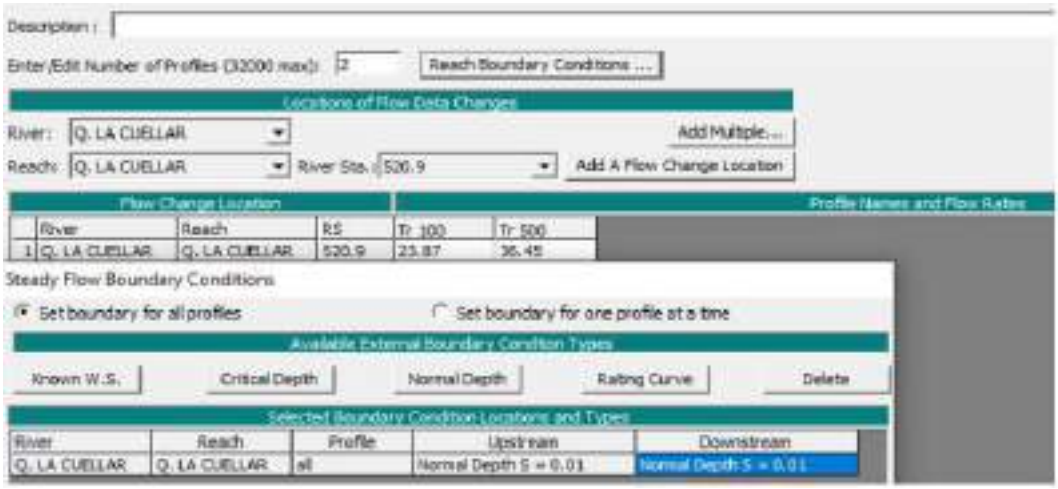


Imagen 7. Corrida de caudales en programa HEC RAS mostrado por el consultor

River: Q. LA CUELLAR Edit Interpolated XS's Channel n Values have a light green background

Reach: Q. LA CUELLAR All Regions

Selected Area Edit Options

Add Constant ... | Multiply Factor ... | Set Values ... | Replace ... | Reduce to L Ch R ...

	River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3
1	520.9	n	0.04	0.04	0.04
2	520	n	0.04	0.04	0.04
3	510	n	0.04	0.04	0.04
4	500	n	0.04	0.04	0.04
5	490	n	0.04	0.04	0.04
6	480	n	0.04	0.04	0.04
7	470	n	0.04	0.04	0.04
8	460	n	0.04	0.04	0.04
9	450	n	0.04	0.04	0.04
10	440	n	0.04	0.04	0.04
11	430	n	0.04	0.04	0.04
12	420	n	0.04	0.04	0.04
13	410	n	0.04	0.04	0.04
14	400	n	0.04	0.04	0.04
15	390	n	0.04	0.04	0.04
16	380	n	0.04	0.04	0.04
17	370	n	0.04	0.04	0.04
18	360	n	0.04	0.04	0.04
19	350	n	0.04	0.04	0.04
20	340	n	0.04	0.04	0.04
21	330	n	0.04	0.04	0.04
22	320	n	0.04	0.04	0.04
23	310	n	0.04	0.04	0.04
24	300	n	0.04	0.04	0.04

Tabla 6. Rugosidad adoptada por el consultor

Finalmente se presentan las manchas de inundación en el sitio de interés para diferentes periodos de retorno. De igual manera se presenta el perfil de inundación a lo largo del recorrido.

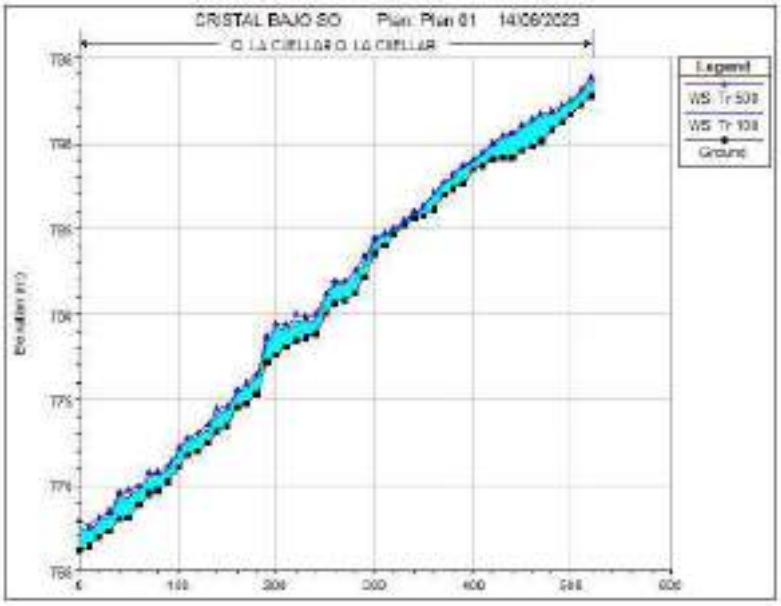


Imagen 8. Perfil de inundación mostrado por el consultor



Imagen 9. Manchas de inundación mostradas por el consultor TR 100 años



Imagen 10. Manchas de inundación mostradas por el consultor TR 500 años

5. SOCAVACION

Para el estudio de socavación el consultor sigue las indicaciones consignadas en el Manual de Drenaje para Carreteras entendiendo que la profundidad de socavación, ya sea de tipo general o local, necesariamente está asociada a la creciente que pasa por la sección hidráulica en estudio. El caudal de creciente mínimo de diseño se debe considerar en cualquier análisis de socavación debe corresponder al de un periodo de retorno de 100 años.

Se describen los métodos de Lischtvan – Lebediev y la curva por el método de Maza. Se presenta la granulometría del lecho para los efectos del cálculo de socavación progresiva.

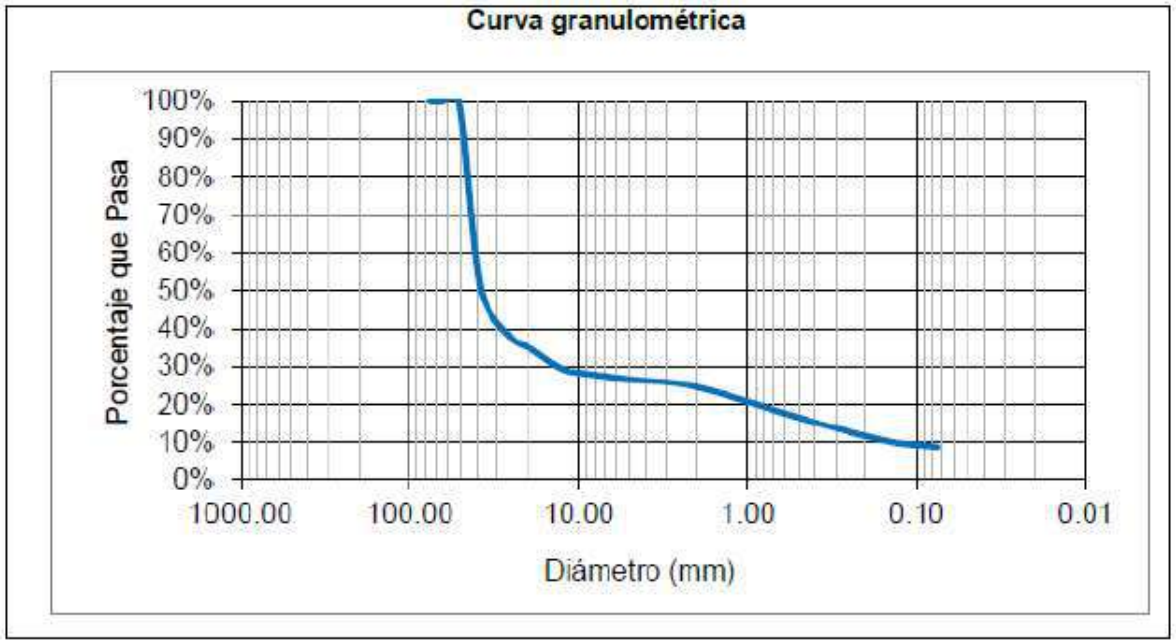


Imagen 11. Curva granulométrica mostrada por el consultor

En la tabla 15 del estudio el consultor muestra los resultados del análisis de cálculo en cada una de las secciones estudiadas para la quebrada El Cuellar. Se muestran los caudales de descarga y las velocidades en cada una de las mismas.

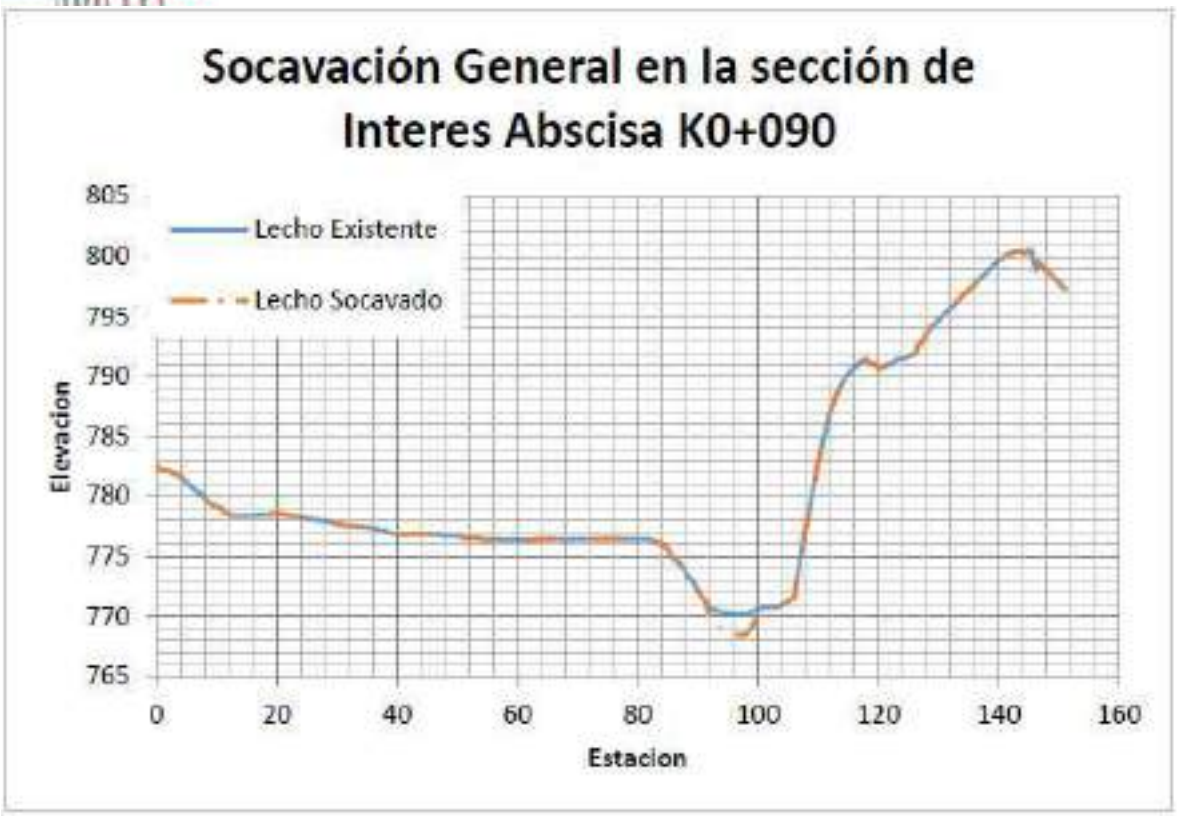


Imagen 12. Socavación general en sección k0+090 mostrada por el consultor

6. CONCLUSIONES

- Se realiza la revisión de los estudios hidrológicos, hidráulicos y de socavación de acuerdo con los parámetros normativos vigentes consignados en el Manual de Drenaje para Carreteras INVIAS y RAS 2017.

- Se encuentra una delimitación y caracterización de microcuencas realizada por el consultor como paso inicial para el procedimiento de cálculo, en este caso, para manejo de agua y niveles freáticos de ladera.

- El consultor recopila información hidrológica de precipitación de las estaciones hidrometeorológico de la red dispuesta por el IDEAM y realiza el tratamiento de datos con los procedimientos estadístico necesarios para tal fin.

- El consultor hace referencia a curvas IDF estimadas para periodos de retorno de 2.33, 5, 10, 25, 50, 100, 300 y 500 años de acuerdo a los parámetros técnicos dispuestos para el proyecto.

- Se propone por parte del consultor el uso de un modelo directo lluvia escorrentía conocido como método racional de diseño debido a que la extensión de la hoya hidrográfica no supera los 2.5 km2.

- Se presenta por parte del consultor un modelo hidráulico en software libre HEC-RAS en donde involucra parámetros como rugosidad y la topografía analizada mediante Civil 3D y sistema de información geográfica correspondiente.

- El consultor muestra la respuesta de la modelación de los caudales en los cauces naturales, así como las manchas de inundación.

- Se realiza por parte del consultor la estimación de la socavación progresiva de acuerdo con la curva granulométrica propia del lecho lo cual permite la estimación de obras de control de socavación.

ESTUDIO Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES JOSÉ ANTONIO GALÁN, CLUB GALLINERAL Y CRISTAL BAJO. PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PUBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER.

SECTOR CRISTAL BAJO.

TOMO II – DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACIÓN.

Revisión	Modificaciones	Fecha
A	Emitido para comentarios del cliente	Julio de 2023

Revisión y aprobación						
Revisión	**Elaborado por:**		**Revisado por:**		**Aprobado por:**	
00						

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 12

2. OBJETIVOS 13

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 13

3. HIDROLOGÍA 14

3.1 GENERALIDADES 14
3.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 14
3.3 FASE HIDROLÓGICA 15
3.3.1 Área aferente (área hidrográfica) y sus características físicas 16
3.4 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS 17
3.4.1 Análisis de la precipitación 17
3.4.2 Curvas IFD 22
3.5 CÁLCULO DE CAUDALES 28
3.5.1 Método Racional 28

4. HIDRÁULICA 31

4.1 FASE HIDRÁULICA 31
4.2 CONCEPTOS DE LA HIDRÁULICA DE CANALES ABIERTOS 31
4.3 ESTIMACIÓN DE LOS NIVELES DE AGUA 32
4.3.1 Selección del coeficiente de rugosidad 32
4.3.2 Análisis hidráulico 33
4.4 MODELACIÓN HIDRÁULICA EN HEC-RAS 34
4.4.1 Modelamiento hidráulico para la zona de interés 35
4.5 SOCAVACIÓN 39
4.5.1 Método de Lischtvan-Lebediev 39
4.5.2 Socavación en curva Método de Maza 42
4.5.3 Cálculo de socavación para las secciones de interés 43

5. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 49

5.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 49
5.2 GEOLOGÍA 49
5.2.1 Geología Regional 49
5.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 52
5.3.1 Falla de Bucaramanga – Santa Marta 56
5.3.2 Falla de Suarez 57
5.4 UNIDADES GEOLÓGICAS PARA INGENIERÍA (LOCAL) 57
5.4.1 Barrio Cristal Bajo 59

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

5.5 GEOMORFOLOGÍA 66
5.5.1 Metodología 66
5.5.2 Geomorfología de la zona de estudio según (SGC) 67
5.6 UNIDADES Y SUBUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO 71
5.6.1 Geoformas de Origen Denutativo (D) 71
5.6.2 Geoformas de Origen Fluvial (F) 73
5.6.3 Geoformas de Origen Antrópico (A) 74

6. ANÁLISIS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR INUNDACIÓN .. 76

6.1 ANÁLISIS DE AMENAZA 76
6.2 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD 80
6.2.1 Factores para determinar la vulnerabilidad 80
6.2.2 Análisis de la Vulnerabilidad 81
6.3 EVALUACIÓN DE RIESGO 86
6.3.1 Resultados de la Evaluación del Riesgo 87
6.4 PLANTEAMIENTO, ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN .. 90
6.4.1 Medidas estructurales 90
6.4.2 Medidas No estructurales 90
6.5 ALTERNATIVA DE OBRAS DE MITIGACIÓN 91

7. DISEÑOS DE OBRAS DE MITIGACIÓN 92

7.1 ESCENARIO DE DISEÑO 92
7.2 EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE EFECTOS SÍSMICOS 95
7.2.1 Información para Espectro de Diseño NSR – 10 95
7.2.2 Parámetros para Análisis Seudo Estático de Taludes 96
7.3 EVALUACIÓN DE CONDICIONES DE ESTABILIDAD DE MUROS DE CONTENCIÓN EN GAVIONES 98
7.4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GAVIÓN WALL DE GEO5 (CONDICIÓN ESTÁTICA) 99
7.4.1 Muro H=3.00 m 100
7.4.2 Muro H= 4.00 m 103
7.4.3 Muro H= 5.00 m 106
7.5 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GAVIÓN WALL DE GEO5 (CONDICIÓN SEUDO-ESTÁTICA) 109
7.5.1 Muro H= 3.00 m 109
7.5.2 Muro H= 4.00 m 112
7.5.3 Muro H=5.00 m 115
7.6 CAPACIDAD DE SOPORTE 118
7.6.1 Evaluación Preliminar de los Estados Límite de Alta y Servicio de la Cimentación del Muro de Contención 119
7.7 EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD GLOBAL 122

8. PLANES DE GESTIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL 129

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 129
8.1.1 Normatividad ambiental aplicable 129
8.1.2 Alcance de Estudio 134
8.1.3 Descripción de Actividades 134
8.1.4 Definición del Área de Influencia 135
8.1.5 Área de influencia directa 135
8.1.6 Área de influencia indirecta 136
8.1.7 Caracterización Ambiental del Área de Influencia 137
8.1.8 Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de Recursos Naturales 144
8.1.9 Evaluación Ambiental 144
8.1.10 Metodología para la Evaluación Ambiental 146
8.1.11 Matriz de Valoración de Impactos 150
8.1.12 Programas de Manejo Ambiental 151
8.2 PLAN DE MANEJO DE TRANSITO 176
8.2.1 Tipo de obra 176
8.2.2 Tiempo de ejecución 176
8.2.3 Equipo a emplear 176
8.2.4 Características de la Zona de Influencia 177
8.2.5 Plan Específico de Manejo de Trafico 184
8.2.6 Señalización y Adecuaciones Temporales 186
8.2.7 Información y Divulgación del Plan 196
8.2.8 Control y Seguimiento de la Puesta en Marcha del Pmt 196
8.2.9 Seguridad Vial 197
8.3 PLAN DE GESTIÓN SOCIAL 200
8.3.1 Alcance 200
8.3.2 Objetivos 200
8.3.3 Marco Legal 200
8.3.4 Perfil Profesional 202
8.3.5 Preliminares de Obra 202
8.3.6 Reuniones con la Comunidad 206
8.3.7 Interferencias presentadas durante la Obra 207
8.3.8 Actividades a realizar durante la Ejecución de la Obras 208
8.3.9 Actividad Entrega de Obra a la Comunidad 210
8.3.10 Presentación de Informes 213
8.3.11 Valla Informativa 215
8.4 PLAN DE MANEJO FORESTAL Y ARBOREO 216

9. SOCIALIZACIÓN 219

9.1 METODOLOGÍA 219
9.1.1 Convocatoria Socialización de Inicio 219

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

9.1.2 Desarrollo de la Socialización *219*
9.2 TIEMPO DE EJECUCIÓN 220
9.3 ASISTENCIA 220
9.3.1 Registro Fotográfico *221*

10. PRESUPUESTO DE OBRAS DE MITIGACIÓN 222

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 224

11.1 AMENAZA POR INUNDACIÓN 224
11.2 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA 224
11.3 PARÁMETROS DE DISEÑO 224
11.4 OBRAS DE MITIGACIÓN 225
11.5 ANÁLISIS GEOTÉCNICO DEL MURO DE GAVIONES 225
11.6 PROTECCIÓN CONTRA SOCAVACIÓN LATERAL Y DE FONDO 226
11.7 RECOMENDACIONES GENERALES 227
11.8 MANEJO DE NIVELES FREÁTICOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN 228
11.9 LIMITACIONES 228

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Ubicación del sector 15
Figura 2. Área aferente 16
Figura 3. Ubicación de estaciones climatológicas adyacentes al proyecto 18
Figura 4. Software de aplicación de las fórmulas explicadas a usar 21
Figura 5. Verificación de bondad de ajuste para datos de la estación La Floresta..... 21
Figura 6. Ajuste de probabilidad Gumbel estación La Floresta 22
Figura 7. Regiones de Colombia para definición de parámetros a, b, c y d 24
Figura 8. Curvas IDF para la estación La Floresta 25
Figura 9. Hietograma de tormenta de diseño, estación La Floresta 27
Figura 10. Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional 30
Figura 11.Esfuerzos cortantes y velocidades cerca del fondo en flujo turbulento. Fuente: Ven Te Chow,Hidraulica de canales abiertos. 31
Figura 12.Tramo del canal para deducción de los métodos paso a paso. Fuente: Ven Te Chow,Hidraulica de canales abiertos 34
Figura 13.Esquema de presentación de HEC –RAS. Fuente: HEC-RAS. 35
Figura 14.Planta de geometría AutoCAD civil 3D y HEC-RAS. 35
Figura 15.Perfil de inundación. 37
Figura 16.Inundación sin obras del proyecto de interés Tr = 100. 38
Figura 17.Inundación sin obras del proyecto de interés Tr 500. 38
Figura 18.Variables tenidas en cuenta en la socavación Fuente: Manual de drenaje para carreteras INVIAS. 40
Figura 19.Granulometría del lecho del cauce. Fuente: Estudio geotécnico para el presente proyecto. 44
Figura 20.Socavación general para las obras en sección media de mayor profundidad (K0+090). 48
Figura 21. Localización zona de estudio, ubicado en el barrio Cristal bajo junto a la quebrada La Cuellar. 49
Figura 22. Localización zona de estudio Barrio Cristal bajo (Cuadro rojo) en la plancha Geología del Departamento de Santander. 50
Figura 23. Localización de la zona de estudio Barrio Cristal bajo (cuadro rojo), en el mapa geológico de la zonificación sismo geotectónica del área metropolitana de Bucaramanga. Fuente: Tomado y modificado de INGEOMINAS,2001. 51
Figura 24. Esquema tectónico departamento de Santander, la zona de estudio esta demarcada en rojo. Fuente: Tomado y modificado de memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001). 54
Figura 25. Esquema tectónico departamento de Santander, la zona de estudio esta demarcada en rojo. Fuente: Tomado y modificado de memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001). 55

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Figura 26. Mapas de Unidades Geológicas para Ingeniería área de estudio Barrio la Cristal Bajo. Fuente: Elaboración propia. 66
Figura 27. Esquema de Jerarquización geomorfológica. Fuente: Tomado y Modificado de Velásquez (1999), Carvajal (2002-2008). 67
Figura 28. Localización zona estudio en el mapa Geomorfoestructura de Colombia. Fuente: Tomado y Modificado de Mendivelso (2009). 68
Figura 29. Localización zona estudio en el mapa de Provincias de Colombia. Fuente: Tomado y Modificado de Mendivelso (2009). 69
Figura 30.Unidades Geomorfológicas para zona de estudio Barrio Cristal Bajo. 75
Figura 31. Mapa de amenaza por inundación periodo de retorno de 100 años 77
Figura 32. Zona afectada por erosión lateral y de fondo 78
Figura 33. Zona afectada por erosión lateral y de fondo 78
Figura 34. Colapsos parciales de los muros en gaviones existentes 79
Figura 35. Colapsos parciales de los muros en gaviones existentes 79
Figura 36. Mapa de vulnerabilidad a inundaciónen el sector de cristal bajo 85
Figura 37. Mapa de riesgo por inundación. 88
Figura 38. Muro en gaviones propuesto a lo largo de la margen derecha – Barrio Cristal Bajo 92
Figura 39. Escenario de diseño - Muro H= 3.00 m 93
Figura 40. Escenario de diseño - Muro H= 4.00 m. 93
Figura 41. Escenario de diseño - Muro H= 5.00 m. 94
Figura 42. Valores de Aa, Av, Ae y Ad y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos. 95
Figura 43. Clasificación de los perfiles de suelo, C. 95
Figura 44. Coeficiente de amplificación Fa y Fv del suelo para la zona de periodos cortos del espectro. 96
Figura 45. Espectro elástico de aceleraciones de diseño como fracción de g. 97
Figura 46. Análisis de estabilidad en condición estática. Muro H= 3.00 m. 100
Figura 47. Análisis de estabilidad en condición estática. Muro H= 3.00 m 101
Figura 48. Presión máxima en condición estática. Muro H= 3.00 m. 102
Figura 49. Análisis de estabilidad en condición estática. Muro H= 4.00 m. 103
Figura 50. Análisis de estabilidad en condición estática. Muro H= 4.00 m. 104
Figura 51. Presión máxima en condición estática. Muro H= 4.00 m. 105
Figura 52. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 5.00 m. 106
Figura 53. Análisis de estabilidad en condición estática. Muro H= 5.00 m. 107
Figura 54. Presión máxima en condición estática. Muro H= 5.00 m. 108
Figura 55. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 3.00 m. 109
Figura 56. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 3.00 m. 110
Figura 57. Presión máxima en condición seudo estática Muro H= 3.00 m. 111
Figura 58. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 4.00 m. 112
Figura 59. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 4.00 m. 113
Figura 60. Presión máxima en condición seudo estática Muro = 4.0 m. 114

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Figura 61. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 5.00 m. 115
Figura 62. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 5.00 m. 116
Figura 63. Presión máxima en condición seudo estática Muro H=5.0 m. 117
Figura 64. Caracterización geotécnica sondeos 118
Figura 65. Correlación entre N1,60 y módulo de elasticidad (AASHTO 1996). 119
Figura 66. Análisis de estabilidad global condición estática. Muro H= 3.00 m. 123
Figura 67. Análisis de estabilidad global condición estática. Muro H= 4.00 m 124
Figura 68. Análisis de estabilidad global condición estática. Muro H= 5.00 m. 125
Figura 69. Análisis de estabilidad global condición seudo estática. Muro H= 3.00 m 126
Figura 70. Análisis de estabilidad global condición seudo estática. Muro H= 4.00 m. 127
Figura 71. Análisis de estabilidad global condición seudo estática. Muro H= 5.00 m. 128
Figura 72. Localización Zona de estudio afectada en el Barrio Cristal Bajo (Cuadro rojo), en el mapa geológico de la zonificación sismogeotéctonica del área metropolitana de Bucaramanga. 139
Figura 73. Esquema tectónico departamento de Santander, la zona de estudio esta demarcada en rojo. 141
Figura 74. Mapas de Unidades Geológicas para Ingeniería área de estudio Barrio Cristal Bajo. 142
Figura 75. Área de Influencia del proyecto. Fuente:POT ONLINE. 177
Figura 76. U1 Subsistema de infraestructura. Fuente:POT 2da generación Bucaramanga. 179
Figura 77. Plano de señalización general. 184
Figura 78. Flechas luminosas 187
Figura 79. Flechas luminosas. Fuente: http://bmargentina.com/Balizas/index.htm 187
Figura 80. Señal SPO-01. Trabajo en la vía. 188
Figura 81. Señal SPO-03. Auxiliar de transito 188
Figura 82. Señal SRO-02. Desvió 189
Figura 83. SPO-01. Aproximación a obra en la vía. 189
Figura 84. SIO-02 Y SIO-03. Inicio y fin de obra. 190
Figura 85. Elementos canalizadores. Fuente: Seguridad vial :Equipos e implementos 190
Figura 86. Barricada con desvió y sin desvió. Fuente: Manual de Señalización vial Colombia. Ministerio de Transporte 2015 191
Figura 87. Delineador tubular y canalización con cinta de señalización. Fuente: Manual de Señalización vial Colombia. Ministerio de Transporte 2015. 192
Figura 88. Controlador de Trafico 192
Figura 89. Elementos requeridos para el controlador de Trafico. 193
Figura 90. Barreras plásticas para aislamiento de obras. 193
Figura 91. Folleto Convocatoria Socialización de Inicio de Proyecto. 219
Figura 92.Obra de mitigación Sector Cristal Bajo 222

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Figura 93.Presupuesto Sector Cristal Bajo. 223

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas aproximadas del sitio de interés..... 14
Tabla 2. Características físicas de las áreas aferentes del proyecto de interés..... 16
Tabla 3. Estaciones adyacentes al proyecto Fuente: IDEAM..... 17
Tabla 4. Datos de precipitación máxima en 24 horas para las estaciones adyacentes. Fuente: IDEAM..... 18
Tabla 5. Precipitación máxima 24h en mm para TR por Gumbel Fuente: Elaboración propia del Consultor 22
Tabla 6. Parámetros de ajuste de regresión regionalizados en Colombia. Fuente: Vargas, R., & Díaz-Granados, M. (1998). Curvas sintéticas regionalizadas de intensidad duración-frecuencia para Colombia. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes. 23
Tabla 7. Cálculo de tormenta de diseño, estación La Floresta Fuente: Elaboración propia 26
Tabla 8. Tiempos de retorno para diferentes tipos de obra Fuente: Manual de drenajes para carreteras INVIAS. 28
Tabla 9. Caudal de diseño 30
Tabla 10.Rugosidad de Manning para corrientes naturales. 33
Tabla 11.Coeficiente de Manning para las secciones del modelo hidráulico. 36
Tabla 12.Caudales y condiciones de retorno para el modelo hidráulico. 37
Tabla 13. Correlación por contracción Fuente: Manual de drenaje para carreteras INVIAS. 42
Tabla 14.Valores de k para cálculo de socavaciones en curva. 43
Tabla 15.Resultados HEC-RAS para las secciones de interés. 45
Tabla 16.Tabla de socavación para punto más profundo en las secciones de interés. 47
Tabla 17. Condición de fractura miento de las rocas. 59
Tabla 18. Clasificación genética de las unidades de suelo. Modificado de Montero (2001)..... 59
Tabla 19. Unidades geológicas de Ingeniería. 65
Tabla 20. Clasificación de Unidades Geomorfológicas según su origen (Ingeominas, 2001). 70
Tabla 21. Unidades geomorfológicas de la zona de estudio (Carvajal, 2001..... 71
Tabla 22. Valores propuestos para el factor de susceptibilidad asociada con el tipo de estructura. 82
Tabla 23.Valores propuestos para el factor de susceptibilidad por el estado de la edificación 83
Tabla 24.Valores de intensidad para cada nivel de amenaza por inundación..... 83

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 25.Calificación de la Vulnerabilidad..... 84
Tabla 26. Clasificación de los niveles de vulnerabilidad..... 86
Tabla 27.Matriz de riesgos. 87
Tabla 28.Clasificación de los niveles de Riesgo..... 89
Tabla 29. Valores mínimos para análisis seudo estáticos de taludes. 96
Tabla 30. Factores de seguridad mínimos de la NSR-10. 98
Tabla 31. Capacidad de carga de cimentaciones superficiales, estado límite de falla suelo aluvial. 120
Tabla 32. Asentamientos inmediatos, suelo aluvial. 121
Tabla 33. Normatividad Ambiental Vigente. 129
Tabla 34. Permisos a tramitar en el proyecto. 144
Tabla 35. Identificación de aspectos ambientales asociados a las actividades..... 144
Tabla 36. Listado de impactos ambientales por componente. 145
Tabla 37. Criterios para la valoración de impactos..... 149
Tabla 38. Rangos de valores evaluación ambiental del impacto. 150
Tabla 39. Programa de manejo forestal y paisajístico PMB - 1. 153
Tabla 40. Programa de manejo ambiental para el manejo de fauna silvestre y protección de hábitats PMB - 2. 155
Tabla 41. Programa para el manejo de excavaciones, rellenos y afirmados PMA - 1. 157
Tabla 42. Programa para el manejo ambiental de materiales de construcción PMA - 2. 158
Tabla 43. Programa para el manejo integral de residuos sólidos PMA - 3. 160
Tabla 44. Programa para el manejo de campamentos e infraestructura temporal PMA - 4. 164
Tabla 45. Programa para el manejo de emisiones atmosféricas y ruido PMA - 5. 166
Tabla 46. Programa para el manejo de señalización y aislamiento del área de construcción PMA - 6. 168
Tabla 47. Programa para el manejo de Programa para el Manejo ambiental de los vehículos, maquinaria y equipos. PMA - 7. 169
Tabla 48. Programa para el manejo de Programa para la capacitación ambiental y la seguridad y salud en el trabajo. PS - 1..... 171
Tabla 49. Programa para el manejo de Programa para la información comunitaria PS - 2. 173
Tabla 50. Programa para el manejo de Programa de seguimiento y monitoreo ambiental PGA – 1. 173
Tabla 51.Relación de Maquinaria..... 177
Tabla 52.Usos del suelo por sector Fuente: Elaboración propia. 178
Tabla 53.Tipología vial por sectores Fuente: Elaboración propia. 180
Tabla 54.Sitios especiales Fuente: Elaboración propia..... 180
Tabla 55.Señalización existente Fuente: Elaboración propia..... 181
Tabla 56.Perfiles viales Fuente: Elaboración propia 181

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 57.Elementos mínimos de adecuación..... 195
Tabla 58.Caudal máximo puntual para el método de S.C.S..... 224
Tabla 59. Factores de seguridad obtenidos en los análisis efectuados Muro H=3.0m. 226
Tabla 60. Factores de seguridad obtenidos en los análisis efectuados Muro H=4.0m. 226
Tabla 61. Factores de seguridad obtenidos en los análisis efectuados Muro H=5.0m. 226

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Pág.

Fotografía 1.Se evidencia la formación Bucaramanga de techo a base: miembro limos rojos (Sfl2), miembro gravoso (Sft2), miembros limos (Sfl1), miembro órganos (Sft3) sobe talud que se encuentra en el margen izquierdo sobre la quebrada La Cuellar la cual está sobre el Barrio Cristal Bajo. Fuente: Elaboración propia. 61
Fotografía 2.Se observa suelo aluvial de cauce activo (Quebrada La Cuellar) y suelos aluviales de terrazas (Sat) sobre la margen derecha de la quebrada. Fuente: Elaboración propia. 62
Fotografía 3.Se observa diversos materiales los cuales se clasifica como llenos antrópicos de basuras y escombros ubicados sobre el margen derecho de la Quebrada La Cuellar. Fuente: Elaboración propia. 64
Fotografía 4.Se observa escarpe denudacional sobre el margen izquierdo de la Quebrada La Cuellar. Fuente: Elaboración propia. 72
Fotografía 5.Se observa nivel de terraza media (F4) sobre la Quebrada la Cuellar (F1) Fuente: Elaboración propia. 73

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S, en calidad de ejecutor del contrato de consultoría No.75 de 2023 “ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES JOSÉ ANTONIO GALAN, CLUB GALLINERAL Y CRISTAL BAJO PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PUBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER”, cuya área directa del estudio está localizada en el sector de Cristal bajo en la comuna 10 municipio de Bucaramanga, departamento de Santander, presenta a continuación, la entrega correspondiente a los resultados obtenidos del estudio realizado para el Tomo II - Diseño de las obras de estabilización.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

2. OBJETIVOS

Realizar estudios y diseños para las obras de mitigación para el sector de cristal bajo producto de la declaratoria de calamidad pública del municipio de Bucaramanga, Santander.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una caracterización geológica y geotécnica de los diferentes estratos que conforman el perfil estratigráfico.

- Delimitación de Áreas de Drenaje, Estimación de caudales mediante el método racional y determinación de sección transversal de obras para el manejo de aguas de escorrentía directa.

- Mediante las características geológicas y geotécnicas de la zona, diagnosticar el comportamiento sobre la estabilidad de los suelos.

- Evaluar la amenaza por fenómenos de inundación a, a la cual se encuentra expuesta el área en estudio.

- Realizar el análisis de la amenaza para diferentes escenarios y plantear las recomendaciones que se requieran para garantizar la estabilidad del área en estudio.

- Diseñar obras de mitigación y/o estabilización para los problemas identificados en el área de estudio.

- Realizar plan de manejo ambiental, plan de manejo de tránsito, plan de gestión social y plan de manejo forestal y arbóreo relacionados con el área en estudio.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

3. HIDROLOGÍA

3.1 GENERALIDADES

La ejecución de obras de mitigación para la disminución del riesgo de deslizamiento o remoción en masa, son altamente susceptibles al efecto de la lluvia y flujo subsuperficial. Para el control de dicho detonante es necesaria la proyección de obras de arte o estructuras hidráulicas que permitan el adecuado control y drenaje del flujo de escorrentía del talud y las obras para su estabilización.

Con base en lo expuesto anteriormente, el presente informe comprende los cálculos hidrológicos e hidráulicos de las obras de arte para el control de la escorrentía en el área de interés, con base en fundamentos de la hidrología y las recomendaciones del manual de drenaje para carreteras INVIAS y la guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa a escala detallada del servicio geológico colombiano.

3.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se localiza en el sector Cristal Bajo del municipio de Bucaramanga, departamento de Santander, localizado en cartografía IGAC 1:25000 en la plancha 120-II-B y con coordenadas aproximadas de:

Tabla 1. Coordenadas aproximadas del sitio de interés

COORDENADAS DEL PUNTO		
ESTE	**NORTE**	**COTA**
4987124.012	2339737.448	767

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Figura 1. Ubicación del sector
Fuente: Google Earth

3.3 FASE HIDROLÓGICA

El presente capitulo comprende los cálculos y procedimientos para la obtención de estadísticas precisas para la determinación del comportamiento de las variables climatológicas en el área de estudio.

Todos los procedimientos matemáticos se elaboran con base en los cálculos estadísticos de los datos climatológicos de las estaciones del IDEAM adyacentes y con información suficiente para un adecuado análisis. Adicionalmente, las características físicas del área hidrográfica al punto de interés se desarrollan con base en la cartografía vigente del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y se determina la cobertura del suelo con base en las coberturas de tierra para Colombia Corine Land Cover.

Se entiende que la precipitación (Lluvia) es el factor de mayor relevancia para la generación de inundaciones. Se conoce que la precipitación es variable tanto espacial como temporalmente, por lo que se debe hacer una aproximación al comportamiento

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

de la precipitación medida y almacenada en la base de datos. Estos aspectos serán explicados a continuación.

3.3.1 Área aferente (área hidrográfica) y sus características físicas

El área aferente corresponde al estado físico natural para toda operación hidrológica. Esta área se define como la superficie topográficamente limitada, la cual se drena por uno o varios recorridos de agua, de tal manera que la totalidad del flujo efluente es drenado a partir de una salida (conductos en sistemas de alcantarillado).

El límite topográfico del área aferente (divisoria), corresponde a la línea imaginaria que divide la precipitación en áreas aferentes adyacentes y orientan la escorrentía resultante a un sistema de drenaje[1].



Figura 2. Área aferente

Tabla 2. Características físicas de las áreas aferentes del proyecto de interés

NOMBRE	ÁREA DE INFLUENCIA (Km^2)
Área 1	1.375

[1] INVIAS. (2011). Manual de drenaje para carreteras.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Considerando el hecho de que son obras de arte de orden menor, se asumen los parámetros mínimos de tiempo de concentración según INVIAS, el cual corresponde a 15min para cada colector a analizar en el presente estudio.

3.4 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

La naturaleza es por excelencia impredecible, lo que hace necesario el desarrollo de modelos matemáticos que permitan con un grado de confianza en un determinado rango, la proyección del comportamiento de la variable en estudio. Para el caso de la precipitación en lo temporal, se propone la creación de curvas que relacionen la intensidad, la frecuencia de ocurrencia y el tiempo de duración de un evento de precipitación, configurando así las curvas IDF (intensidad-duración-frecuencia)

3.4.1 Análisis de la precipitación

Los análisis de las series de datos de las estaciones climatológicas adyacentes al proyecto deben elaborarse de tal manera que se obtenga una estimación con baja incertidumbre del comportamiento de la lluvia en esta zona. En el presente caso corresponde a la precipitación, cuya información debe ser analizada y procesada para la obtención de resultados satisfactorios.

Para la zona de interés, se tienen varias estaciones adyacentes, con un tiempo representativo de datos, de las cuales se escoge las más cercana al proyecto, ya que comprende la información de la precipitación más precisa para el área aferente de interés. Dicha estación es:

Tabla 3. Estaciones adyacentes al proyecto
Fuente: IDEAM

Nombre	Código	Tipo	Estado	Operada	Departamento	Municipio	Fecha de instalación
La Floresta	23190590	Pluviométrica	Activa	IDEAM	Santander	Bucaramanga	14/10/1971

Nota: Se toma esta estación, ya que es la que contiene registros pluviométricos completos y su cercanía al área del proyecto.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Figura 3. Ubicación de estaciones climatológicas adyacentes al proyecto
Fuente: IDEAM

Los estudios hidrológicos requieren análisis estadísticos de valores extremos (máximos o mínimos), para la determinación de estos se conocen dos distribuciones comúnmente usadas, la distribución de Gumbel tipo I. Los estudios hidrológicos requieren análisis estadísticos de valores extremos (máximos o mínimos), para la determinación de estos se conocen dos distribuciones comúnmente usadas, la distribución de Gumbel tipo I.

Tabla 4. Datos de precipitación máxima en 24 horas para las estaciones adyacentes.
Fuente: IDEAM

LA FLORESTA	
Año	**Pmax en 24 Horas**
1993	61
1994	54
1995	81
1996	81.4

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

1997	61
1998	80.2
1999	79.3
2000	104
2001	74.4
2002	92.8
2003	43.7
2004	63.2
2005	119.3
2006	58.9
2007	84.4
2008	72.7
2009	57.4
2010	83.2
2011	118.6
2012	107.6
2013	75.9
2014	135.7
2015	42.2
2016	39.9
2017	63.2
2018	84
2019	59.8
2020	64.3
2021	94
2022	91

En el presente estudio se utilizó la distribución de valores extremos Gumbel tipo I comúnmente utilizada y de bastante aceptación en el medio, que es un caso especial de la distribución GEV de tres parámetros descrita por el British Flood Studies Report en 1975.

La distribución acumulada viene dada por la Ecuación:

$$F(x) = \frac{1}{\alpha} e^{-e^{\left(-\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$$

Dónde:

$$\alpha = \frac{s\sqrt{6}}{\pi}$$

$$u = \bar{x} - 0.5772$$

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Definiendo la variable reducida:

$$b = \frac{x - u}{\alpha}$$

Se tiene entonces que:

$$P(X \leq x) = \frac{1}{T} = e^{-e^{-b}}$$

Dónde:
x = Variable en estudio (Precipitación)

$\bar{X}$ = Media de la variable en estudio
S = Desviación estándar de la variable en estudio
T=Tiempo de retorno en años
La probabilidad de ocurrencia de un evento con un valor igual o mayor que un valor dado x se expresa con la Ecuación, la cual permite determinar la magnitud de la variable hidrológica correspondiente a un periodo de retorno dado.

$$P(X \leq x) = \frac{1}{T} = e^{-e^{-b}}$$

Para este cálculo se utiliza el software HidroEsta, este se alimenta con los datos de precipitación máxima en 24 horas. Primero el programa verifica la bondad de ajuste escogida, para este caso Gumbel y determina su confiabilidad de acuerdo con el número de datos y valores.

Este software fue desarrollado por Villon Bejar, Máximo. Software para cálculos hidrológicos y su uso es libre.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Figura 4. Software de aplicación de las fórmulas explicadas a usar
Fuente: Software Hidroesta

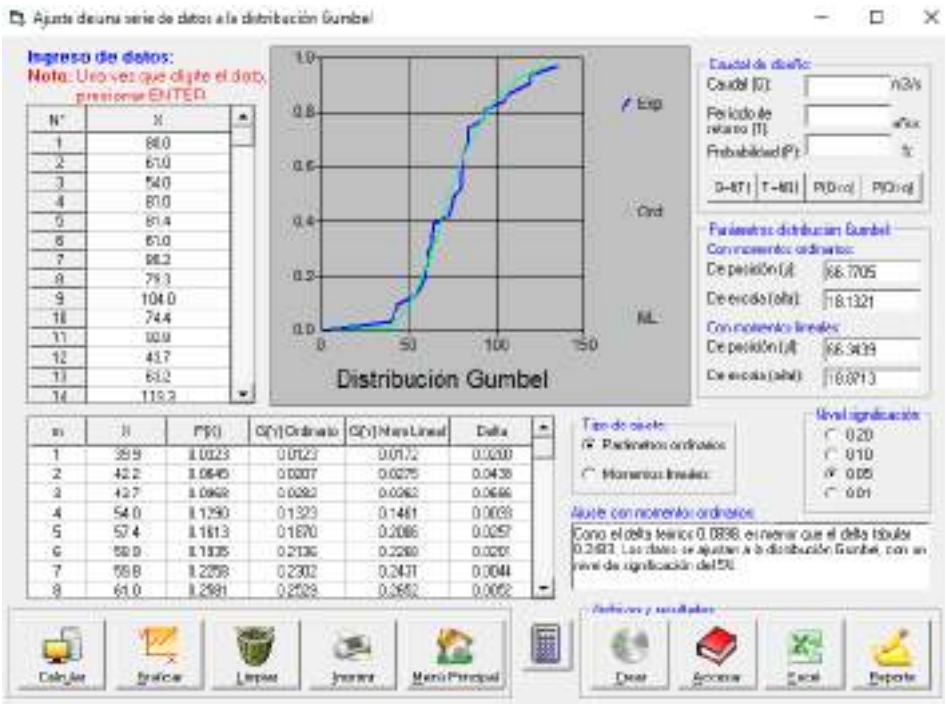


Figura 5. Verificación de bondad de ajuste para datos de la estación La Floresta
Fuente: Software Hidroesta

Realizada la prueba de bondad se despliega una nota donde informa que el delta teórico es menor que el delta tabular ajustándose los datos a una distribución Gumbel.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

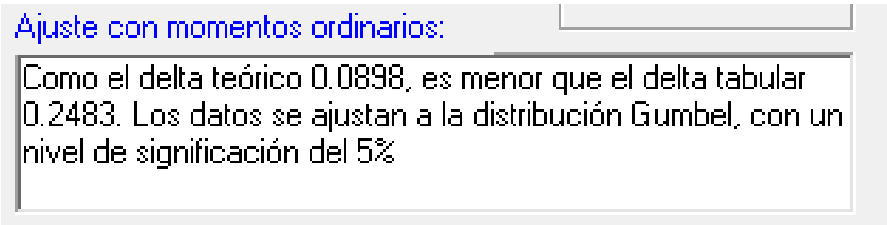


Figura 6. Ajuste de probabilidad Gumbel estación La Floresta
Fuente: Software Hidroesta

El procedimiento se repite cambiando el periodo de retorno y los datos de acuerdo con la estación analizada.

De acuerdo con esta estimación, los valores de precipitación máximos para los periodos de retorno de 10, 25, 50, 100 y 500 años se registran en la siguiente tabla.

Tabla 5. Precipitación máxima 24h en mm para TR por Gumbel
Fuente: Elaboración propia del Consultor

Estación	Tr 2	Tr 2.33	Tr 3	Tr 5	Tr 10 años	Tr 25 años	Tr 50 años	Tr 100 años	Tr 500 años
La Floresta	113.1	132.9	147.6	162.2	195.9	113.1	132.9	147.6	162.2

3.4.2 Curvas IFD

Las curvas IDF, son graficas en las cuales se exponen las lluvias mediante la intensidad de la precipitación, como ordenadas de la duración de la lluvia y la probabilidad (periodo de retorno).

Para el presente proyecto, se construyen curvas IDF sintenticas mediante la metodologia propuesta por (Vargas & Díaz-Granados, 1998)[2] ya que este estudio correlaciona la precipitacion maxima en 24 horas, el numero promedio de dias de lluvia al año, la precipitacion total media anual y la elevacion de la estacion, con unis oarametros de ajuste de regresion adaptados para cada una de las regiones del pais.

La formulación general para encontrar la intensidad media I en mm/hr se da como sigue:

$$(1)\ I = a\frac{T^b}{t^c}M^d$$

[2] Vargas, R., & Díaz-Granados, M. (1998). Curvas sintéticas regionalizadas de intensidad duración-frecuencia para Colombia. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

$$(2)\ I = a\frac{T^b}{t^c}M^d N^e$$

$$(3)\ I = a\frac{T^b}{t^c}M^d N^e PT^f$$

Dónde:
I = Intensidad de precipitación, en milímetros por hora (mm/h)
T = Período de retorno en años
M = Precipitación máxima promedio anual en 24 horas a nivel minutal
t = Duración de la tormenta en horas.
N = Promedio de número de días con lluvia al año (días)
PT = Precipitación media anual (mm)
a, b, c, d, e, f = Parámetros de ajuste de regresión, regionalizados

Los valores de los parámetros para las diferentes regiones se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6. Parámetros de ajuste de regresión regionalizados en Colombia. Fuente: Vargas, R., & Díaz-Granados, M. (1998). Curvas sintéticas regionalizadas de intensidad duración-frecuencia para Colombia. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes.

Región	Ecuación	a	b	c	d	e	f
Andina (R1)	1	0.94	0.18	0.66	0.83		
	2	1.22	0.19	0.66	0.83	-0.05	
	3	1.61	0.19	0.65	0.75	-0.15	0.08
Caribe (R2)	1	24.85	0.22	0.5	0.1		
	2	16.66	0.21	0.5	0.03	0.15	
	3	8.51	0.21	0.5	-0.01	-0.08	0.28
Pacifico (R3)	1	13.92	0.19	0.58	0.2		
	2	3.02	0.19	0.58	0.04	0.44	
	3	2.31	0.19	0.58	-0.2	0.12	0.4
Orinoquia (R4)	1	5.53	0.17	0.63	0.42		
	2	75.03	0.17	0.63	0.12	-0.23	
	3	1.3E-26	0.19	0.58	1.19	-1.46	8.28

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

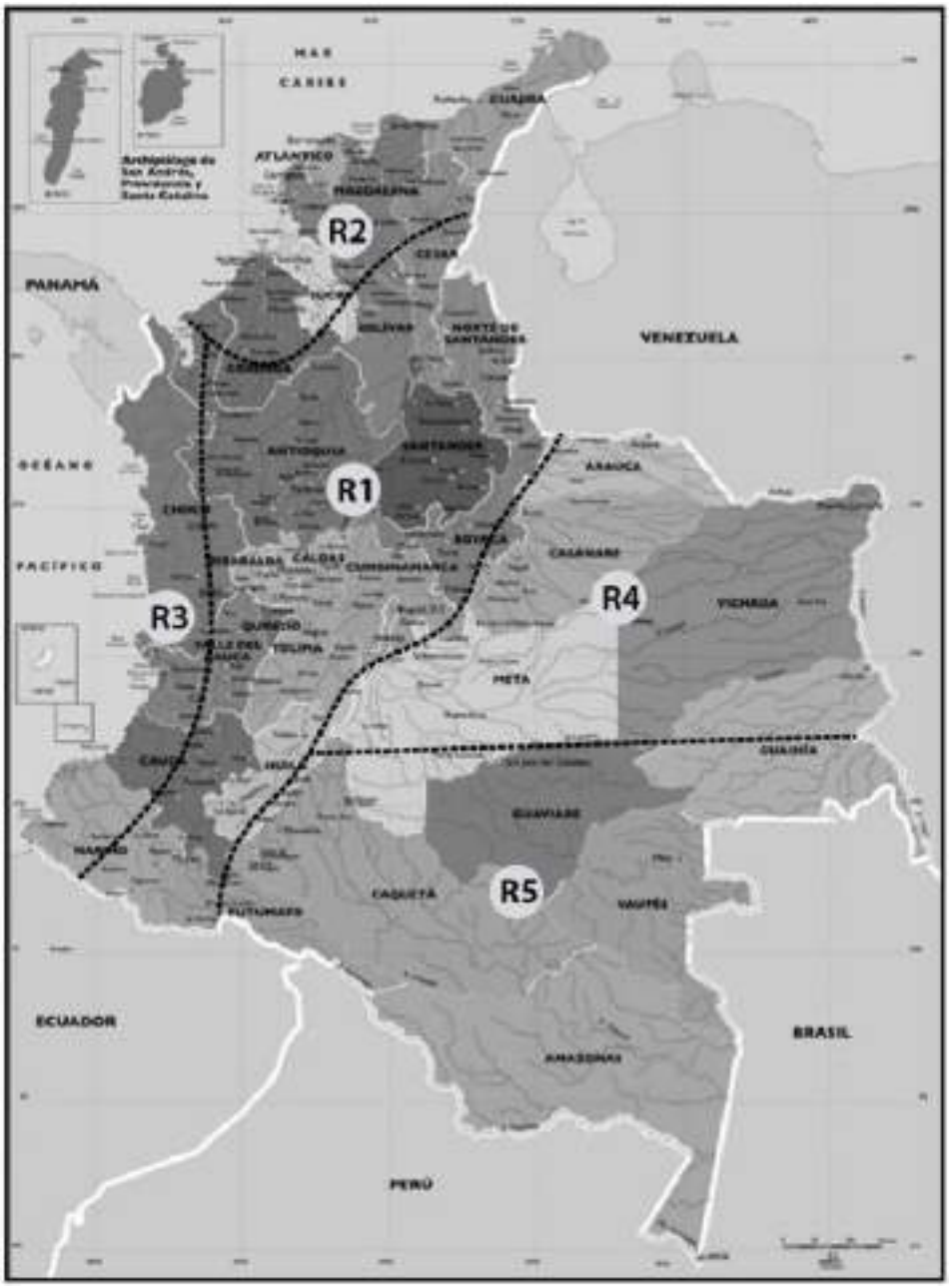


Figura 7. Regiones de Colombia para definición de parámetros a, b, c y d
Fuente: INVIAS. (2015). Guía de diseño de pavimento con placa-huella.

Con base en lo anterior, se construyen las curvas IDF a partir de la ecuacion 1 de la metodologia presentada.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

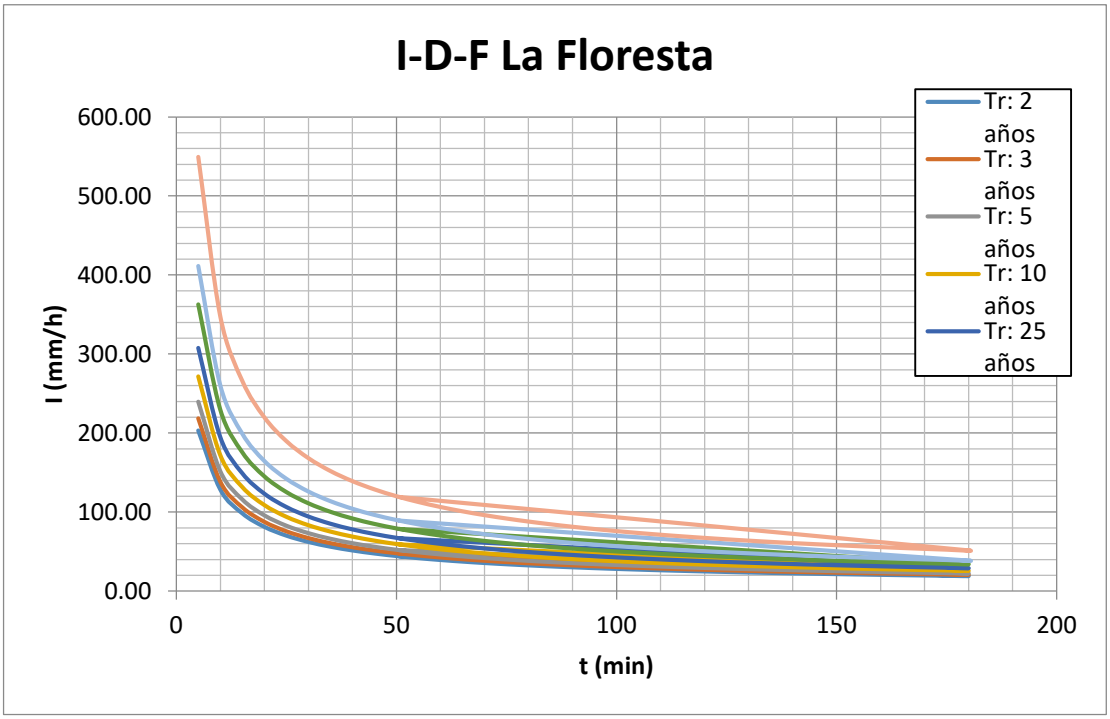


Figura 8. Curvas IDF para la estación La Floresta
Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la variación de la intensidad de la lluvia con respeto a la duración de la tormenta. Se lleva a cabo el desarrollo de las curvas Lamina Duración y Frecuencia teniendo encienta que Lamina corresponde a los valores de intensidad por la duración.

3.4.2.1 Hietogramas de tormenta de diseño

Hietogramas puntuales de aguaceros de diseño con curvas intensidad-duración-frecuencia.

Las bases teóricas para la deducción de las curvas intensidad-duración-frecuencia se presentaron en documentación explicada anteriormente.

El procedimiento para elaborar la tormenta de diseño es el siguiente:
1) Con base en los datos de las curvas intensidad-duración-frecuencia para la estación analizada, representativa de la hoya hidrográfica hasta el sitio del proyecto, se calculan las curvas de masas de los aguaceros puntuales para duraciones entre 0 y 180 min, por ejemplo, y los periodos de retorno seleccionados, en intervalos de tiempo congruentes con la duración de la lluvia efectiva del hidrograma de escorrentía superficial seleccionado, igual a tr.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

2) Posteriormente, con base en estas curvas de masas, se deberán calcular los hietogramas de los aguaceros puntuales respectivos.

3) Para dar una secuencia más crítica del aguacero, como es usual en este tipo de análisis, y por medio del método del Bloque Alterno, los incrementos de lluvia de los hietogramas mencionados previamente se deben arreglar de la siguiente manera: el valor más bajo se colocará en el primer lugar, el segundo valor en orden creciente se colocará en último lugar, el tercer valor en tal orden se ubicará en segundo lugar, el cuarto valor en el penúltimo lugar, y así sucesivamente. El resultado corresponde con los hietogramas de lluvia puntual de los aguaceros de diseño.

Tabla 7. Cálculo de tormenta de diseño, estación La Floresta
Fuente: Elaboración propia

T (min)	P (mm) 10 años	P (mm) 25 años	P (mm) 50 años	P (mm) 100 años	P (mm) 500 años
5	0,73	0,83	0,97	1,10	1,48
10	0,76	0,86	1,01	1,15	1,53
15	0,79	0,89	1,05	1,20	1,60
20	0,82	0,93	1,10	1,25	1,67
25	0,86	0,98	1,15	1,31	1,75
30	0,91	1,03	1,21	1,37	1,84
35	0,96	1,09	1,28	1,45	1,94
40	1,02	1,15	1,36	1,54	2,05
45	1,08	1,23	1,45	1,64	2,19
50	1,16	1,32	1,56	1,76	2,35
55	1,26	1,43	1,68	1,91	2,55
60	1,38	1,57	1,85	2,09	2,79
65	1,54	1,74	2,05	2,32	3,11
70	1,74	1,97	2,33	2,64	3,52
75	2,04	2,31	2,72	3,08	4,12
80	2,50	2,83	3,34	3,79	5,06
85	3,38	3,83	4,51	5,11	6,83
90	6,02	6,82	8,04	9,11	12,16
95	22,64	25,64	30,24	34,26	45,77
100	4,24	4,80	5,66	6,41	8,56
105	2,86	3,24	3,82	4,33	5,78
110	2,24	2,54	2,99	3,39	4,53
115	1,88	2,12	2,51	2,84	3,79
120	1,63	1,85	2,18	2,47	3,30

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

125	1,45	1,65	1,94	2,20	2,94
130	1,32	1,49	1,76	1,99	2,66
135	1,21	1,37	1,62	1,83	2,45
140	1,12	1,27	1,50	1,70	2,27
145	1,05	1,19	1,40	1,59	2,12
150	0,99	1,12	1,32	1,49	1,99
155	0,93	1,06	1,25	1,41	1,88
160	0,89	1,00	1,18	1,34	1,79
165	0,84	0,96	1,13	1,28	1,71
170	0,81	0,91	1,08	1,22	1,63
175	0,77	0,88	1,03	1,17	1,56
180	0,74	0,84	0,99	1,13	1,50

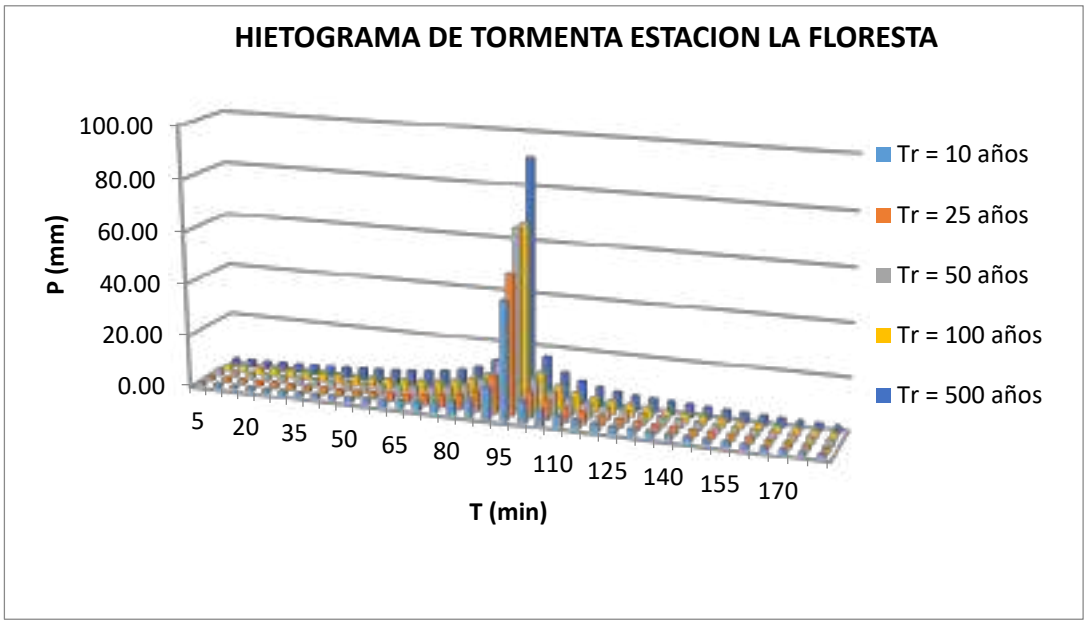


Figura 9. Hietograma de tormenta de diseño, estación La Floresta
Fuente: Elaboración propia.

Con las intensidades de las estaciones utilizadas iniciando en 5 minutos y hasta 180 minutos se encuentra la precipitación para cada intervalo de 5 minutos, para un tiempo de retorno Tr =10, 25, 50, 100 y 500 años.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

3.5 CÁLCULO DE CAUDALES

Según el manual de drenajes del INVIAS para áreas menores a 2.5 km^2, permite utilizar el método racional para el cálculo de caudales, áreas superiores debe usarse el método del hidrograma de escorrentía superficial, con un tiempo de retorno diferente para cada uno de los métodos, dependiendo del tipo de estructura a evaluar.

A continuación, se muestra el tiempo de retorno para calcular caudales de diferentes estructuras:

Tabla 8. Tiempos de retorno para diferentes tipos de obra
Fuente: Manual de drenajes para carreteras INVIAS.

Tipo de Obra	Tiempo de retorno (años)
Cunetas	5
Zanjas de coronación	10
Estructuras de caída	10
Alcantarillas de 0.90m de diámetro	10
Alcantarillas mayores a 0.9m de diámetro	20
Puentes menores (luz menor a 10m)	25
Puentes de luz mayor o igual a 10m y menor a 50m	50
Puentes de luz mayor o igual a 50m	100
Drenaje subsuperficial	2

Partiendo de que el área aferente para el proyecto tiene una superficie menor de 2.5km2, y por esta razón se utiliza el método racional, con un periodo de retorno de 10 años, el adecuado para zanjas de coronación según lo expuesto en la Tabla 8.

Dicho método se explica a continuación:

3.5.1 Método Racional

Es uno de los métodos de mayor aplicación para el cálculo de caudales extremos en cuencas pequeñas, está basado en el concepto de que si una lluvia de intensidad i, comienza instantáneamente y continúa indefinidamente, la tasa de escorrentía aumentará hasta que se alcance el tiempo de concentración Tc, tiempo en el cual toda la cuenca está contribuyendo al flujo de salida en el cierre.

$$Q = kCI_{tr}A$$

Dónde:

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Q = Caudal pico (m^3/s) para un periodo de retorno T años

K = 0.278 (factor de conversión para garantizar unidades de Km^2)

C = Coeficiente de escorrentía para un periodo de retorno T años

I_{tr} = Intensidad promedio de la lluvia (mm/h) para una duración de lluvia Tc horas y un periodo de retorno T años

A = Área de la cuenca (Km^2)

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional

Característica de la superficie	Periodo de retorno (años) 2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas							
Área de cultivos							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Figura 10. Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional Fuente: Chow Ven Te, Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). Applied Hydrology. New York, USA: McGraw-Hill International Editions, Civil Engineering Series.

Tabla 9. Caudal de diseño

NOMBRE	ÁREA DE INFLUENCIA (Km^2)	TC (min)	Intensidad (mm/hr)	C	Q (m^3/s)	Q (LPS)
Q. La Cuellar Tr 100	1.37516	50.63	89.21	0.7	23.87	23872.8
Q. La Cuellar Tr 500	1.37516	50.63	119.19	0.8	36.45	36451.05

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

4. HIDRÁULICA

4.1 FASE HIDRÁULICA

El presente capitulo comprende los diferentes análisis y acciones para la estimación de la profundidad del flujo para los caudales de las diferentes probabilidades del proyecto. Dichas profundidades se estiman inicialmente para las secciones típicas de las obras proyectadas mediante la aplicación de la expresión de Manning, con las condiciones más críticas geométricamente, posteriormente se lleva a cabo la creación de un modelo hidráulico en la herramienta computacional HEC-RAS y su extensión RAS Mapper, la cual comprende toda la matemática necesaria para la determinación del comportamiento hidráulico de la masa calculada en el cuerpo hídrico de interés.

4.2 CONCEPTOS DE LA HIDRÁULICA DE CANALES ABIERTOS

En la determinación de niveles de inundación, se parte del concepto, que las velocidades de flujo a lo largo de una fuente es diferente en toda las partes de la sección transversal, significa que en el plano vertical, en un canal con rugosidad mínima y flujo subcrítico la velocidad es cero en las paredes y crece lentamente dentro de la capa limite donde el flujo es laminar, pasada la capa limite el flujo es turbulento y la distribución de las velocidades es diferente a la que tenía en la capa limite.

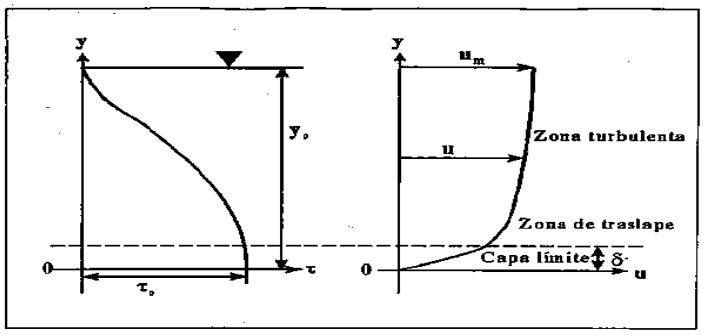


Figura 11.Esfuerzos cortantes y velocidades cerca del fondo en flujo turbulento. Fuente: Ven Te Chow,Hidraulica de canales abiertos.

Desde un punto de vista hidráulico, en el terreno se deben observar con un sentido analítico los siguientes aspectos:

-Pendiente del cauce
-Rugosidad del lecho y de sus márgenes a partir del tipo material predominante.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- Uniformidad de las secciones del cauce.
- Presencia de obstrucciones.
- Confluencias o desembocaduras cercanas.
- Altura, densidad y tamaño de la vegetación en el cauce y márgenes.
- Huellas de crecientes máximas en el Talud o zonas aledañas.
- Tipo de flujo predominante y existencia de una sección de control.
- Indicios de socavación si la estructura existe.
- Estabilidad de las márgenes.
- Existencia de estructuras o actividades sobre el río que puedan influir en su comportamiento.

4.3 ESTIMACIÓN DE LOS NIVELES DE AGUA

4.3.1 Selección del coeficiente de rugosidad

La determinación del coeficiente de rugosidad de Manning es un paso fundamental en el análisis hidráulico, pues a partir de su estimación se determinan las propiedades hidráulicas en la obra de arte proyectada, a partir de rugosidades para Manning de cauces y canales revestidos como consigna Ven te Chow hidráulica de canales abiertos en su tabla 5-6.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 10.Rugosidad de Manning para corrientes naturales.

[Modified from Chow (1959, table 5–6), published with permission of McGraw-Hill]

Type of channel and description	Roughness coefficient		
	Minimum	Normal	Maximum
A. Minor streams (top width at flood stage less than 100 ft)			
1. Streams on plain:			
a. Clean, straight, full stage, no rifts or deep pools	0.025	0.030	0.033
b. Same as above, but more stones and weeds	.030	.035	.040
c. Clean, winding, some pools and shoals	.033	.040	.045
d. Same as above, but some weeds and stones	.035	.045	.050
e. Same as above, lower stages more ineffective slopes and sections	.040	.048	.055
f. Same as type d, but more stones	.045	.050	.060
g. Sluggish reaches, weedy, deep pools	.050	.070	.080
h. Very weedy reaches, deep pools or floodways with heavy stand of timber and underbrush	.075	.100	.150
2. Mountain streams, no vegetation in channel, banks usually steep, trees and brush along banks submerged at high stages:			
a. Bottom: gravels, cobbles, and few boulders	.030	.040	.050
b. Bottom: cobbles and large boulders	.040	.050	.070
B. Major streams (top width at flood stage greater than 100 ft). The *n* value is less than that for minor streams of similar description because banks offer less effective resistance			
1. Regular section with no boulders or brush	.025	—	.060
2. Irregular and rough section	.035	—	.100

Con base en lo anterior, se tiene una rugosidad de Manning según la metodología expuesta es de **n = 0.030** para el drenaje actual.

4.3.2 Análisis hidráulico

El análisis hidráulico busca la determinación del perfil de la superficie del agua para la creciente o tormenta de diseño, información a partir de la cual establece:

1. La Cota de inundación para determinar la altura de la estructura.

2. El impacto aguas arriba o remanso generado por la estructura.

3. Las distribuciones del flujo y la velocidad para la estimación de la socavación potencial y con ello la cota de cimentación de la infraestructura.

El cálculo del perfil de agua se realiza aplicando el método del paso estándar, considerando las pérdidas por expansión y contracción a través del punto de interés, las cuales se calculan para la condición de bajos caudales (lámina de agua por debajo del punto más alto del canto inferior de la altura de la estructura) y altos caudales (lámina de agua en contacto con el punto más alto del canto inferior de la altura de la estructura).

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

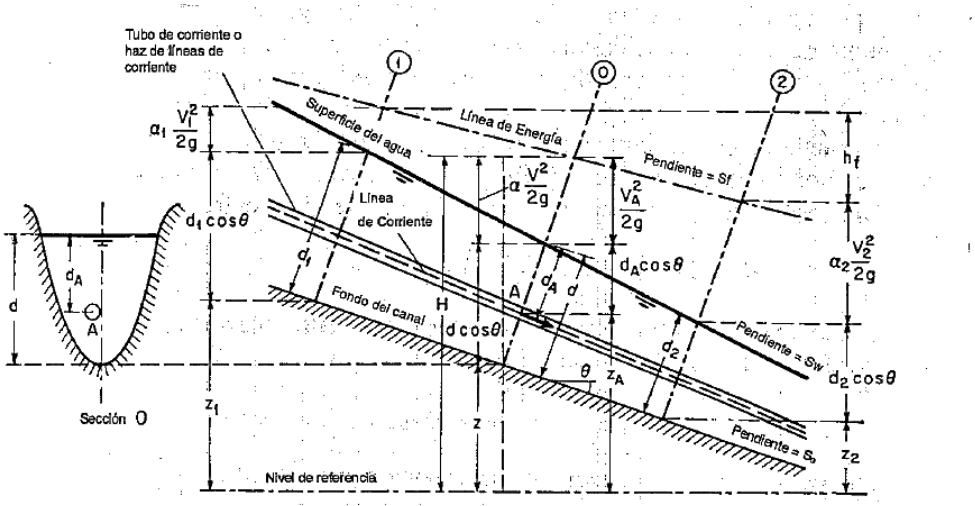


Figura 12.Tramo del canal para deducción de los métodos paso a paso.
Fuente: Ven Te Chow,Hidraulica de canales abiertos

4.4 MODELACIÓN HIDRÁULICA EN HEC-RAS

El programa HEC-RAS desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos de América es un sistema integrado de software para análisis hidráulico de redes de canales naturales y artificiales. En su versión 5.0.7, contiene cuatro (4) módulos para el análisis unidimensional de ríos: Uno para el cálculo de perfiles de flujo en régimen permanente, otro para la simulación de flujo no permanente, un tercero para el cálculo de transporte de sedimentos y lecho móvil y un cuarto de calidad de aguas.

Es necesario extraer la información topográfica del levantamiento topográfico realizado en el lote de interés. Para tal efecto se ha utilizado la herramienta AutoCAD Civil 3D. El procedimiento consiste en que por medio de la herramienta Sig se extrae la información al software HEC-RAS, luego de modelar se crea un archivo que permite visualizar el resultado en RAS mapper para sus aislamientos. La herramienta fácilmente hace un bufer con el aislamiento requerido de acuerdo a la norma ambiental vigente.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Figura 13.Esquema de presentación de HEC –RAS.
Fuente: HEC-RAS.

4.4.1 Modelamiento hidráulico para la zona de interés

La modelación hidráulica del área de interés, parte de la topología o geometría de la superficie del sector. Dicha geometría corresponde a la planta, perfil y secciones transversales de la superficie levantada y posteriormente a su respuesta hidráulica, la superficie con las obras proyectadas en AutoCAD Civil 3D la cual se exporta e implementa en HEC-RAS como se presenta a continuación:

Con las secciones transversales levantadas en AutoCAD Civil 3D y el caudal estimado en la fase hidrológica, se procede al desarrollo de un modelo computacional en el software HEC-RAS.

La modelación se desarrolla para dos tipos de superficie, la natural, y la del canal proyectado; esto con el propósito de evaluar el comportamiento del antes y el después del flujo en la tormenta de diseño estimada.

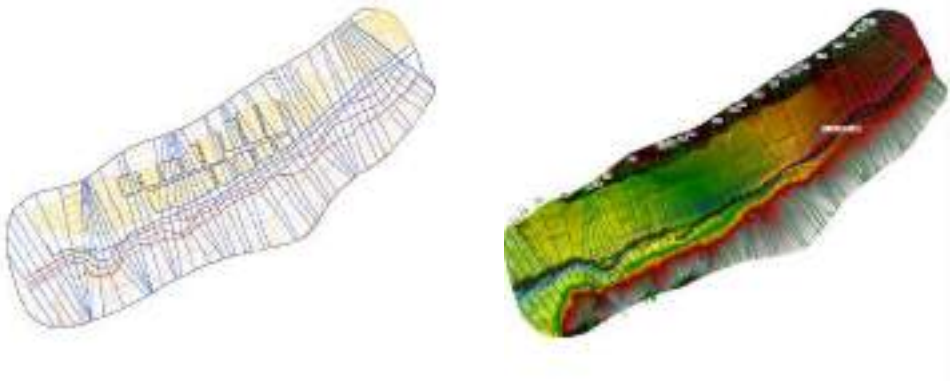


Figura 14.Planta de geometría AutoCAD civil 3D y HEC-RAS.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Posteriormente a la creación de la geometría, se verifica sus bancas, distancias entre secciones y se asigna la rugosidad correspondiente.

Tabla 11.Coeficiente de Manning para las secciones del modelo hidráulico.

River: Q. LA CUELLAR | Edit Interpolated XS's | Channel n Values have a light green background
Reach: Q. LA CUELLAR | All Regions

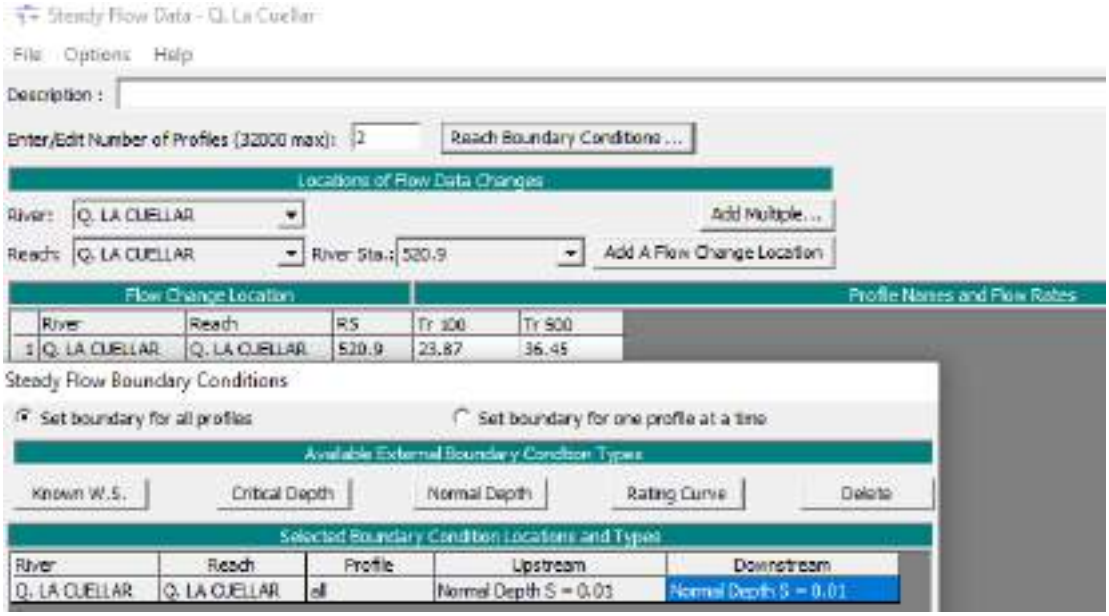
Selected Area Edit Options: Add Constant ... | Multiply Factor ... | Set Values ... | Replace ... | Reduce to L Ch R ...

	River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3
1	520.9	n	0.04	0.04	0.04
2	520	n	0.04	0.04	0.04
3	510	n	0.04	0.04	0.04
4	500	n	0.04	0.04	0.04
5	490	n	0.04	0.04	0.04
6	480	n	0.04	0.04	0.04
7	470	n	0.04	0.04	0.04
8	460	n	0.04	0.04	0.04
9	450	n	0.04	0.04	0.04
10	440	n	0.04	0.04	0.04
11	430	n	0.04	0.04	0.04
12	420	n	0.04	0.04	0.04
13	410	n	0.04	0.04	0.04
14	400	n	0.04	0.04	0.04
15	390	n	0.04	0.04	0.04
16	380	n	0.04	0.04	0.04
17	370	n	0.04	0.04	0.04
18	360	n	0.04	0.04	0.04
19	350	n	0.04	0.04	0.04
20	340	n	0.04	0.04	0.04
21	330	n	0.04	0.04	0.04
22	320	n	0.04	0.04	0.04
23	310	n	0.04	0.04	0.04
24	300	n	0.04	0.04	0.04

Culminada la geometría del modelo, es necesaria la incorporación de la masa (caudales para diferentes probabilidades) y las condiciones de borde o contorno para el desarrollo de la modelación.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 12.Caudales y condiciones de retorno para el modelo hidráulico.



Posteriormente, se ejecuta el modelo y los resultados se presentan a continuación:

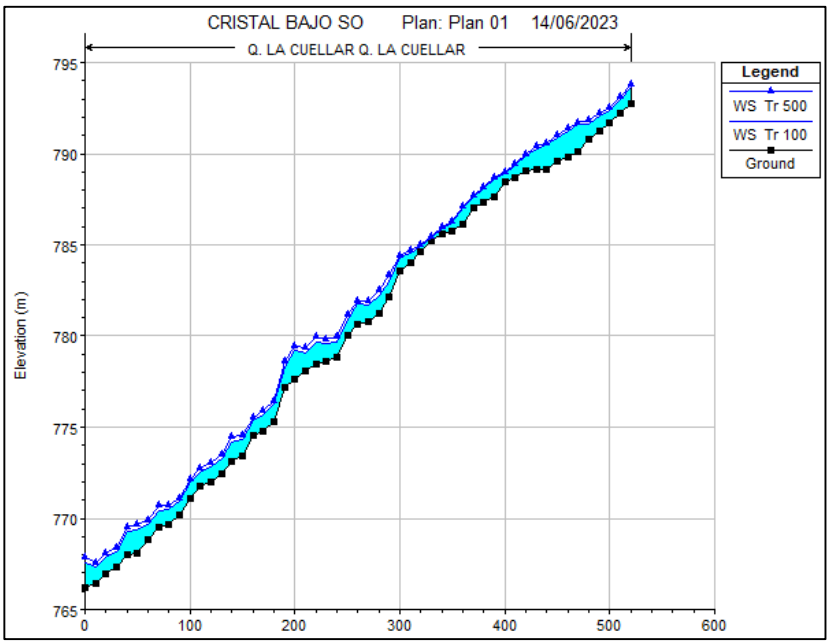


Figura 15.Perfil de inundación.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Figura 16.Inundación sin obras del proyecto de interés Tr = 100.



Figura 17.Inundación sin obras del proyecto de interés Tr 500.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

4.5 SOCAVACIÓN

Para el estudio de socavación se seguirán las indicaciones consideradas por el Instituto Nacional de Vías para tal fin.

La profundidad de socavación, ya sea de tipo general o local, necesariamente está asociada a la creciente que pasa por la sección hidráulica. El caudal de creciente mínimo de diseño que debe ser considerado en cualquier análisis de socavación debe corresponder al de un periodo de retorno de 100 años. (INVIAS 2011).

Para el punto a tratar en este estudio consideramos la Socavación general, que es a la que se hace referencia en el instituto nacional de Vías, tiene que ver con el descenso generalizado de lecho de la corriente durante el paso de la creciente de un periodo de retorno de 100 años y que se sucede en tramos rectos; en una contracción ya sea de tipo natural o motivada por una obra (estribos, puentes, espigones, etc.) y en los tramos de curvas en los ríos.

Para calcular la socavación general se requiere la siguiente información:

1. Sección transversal del cauce del sitio a salvar por la estructura, indicando el nivel del agua para el caudal de diseño asociado a periodo de retorno.

2. Caudal de diseño asociado a su periodo de retorno.

3. Características físicas del material del fondo inicial y de los diferentes estratos del subsuelo que puedan ser descubiertos y erosionados durante el paso de la creciente seleccionada. Los datos más importantes son la densidad y la granulometría de suelos no cohesivos y el peso volumétrico seco de los materiales cohesivos.

4. Existen muchos métodos para evaluar la socavación general, siendo el más utilizado en el medio colombiano el propuesto por Lischtvan - Lebediev. Asimismo, se emplean otros métodos como el de Maza Álvarez, Maza Álvarez - Echavarría Alfaro y el de Blench, entre otros.

En este estudio, por el amplio rango de aplicación, se ahondará en el método de **Lischtvan – Lebediev.**

4.5.1 Método de Lischtvan-Lebediev

Es el método de mayor aplicación para determinar la socavación general en el lecho de una corriente y también se puede emplear para estimar la socavación por contracción en el caso que se vaya a proyectar un puente, por lo cual el efecto de la contracción no debe adicionarse a los valores de socavación obtenidos. El criterio propuesto por Lischtvan – Lebediev se basa en la obtención de la condición de equilibrio entre la velocidad media real del flujo y la velocidad

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

media máxima necesaria para no erosionar el material del fondo; la profundidad de socavación en cualquier punto de la sección transversal se obtiene al igualar las ecuaciones de la velocidad real y la velocidad erosiva. Dependiendo del material que conforma el lecho del río, que podría corresponder a suelos de tipo granular o cohesivos, para cada caso se propone una ecuación que permite hallar la profundidad de socavación.

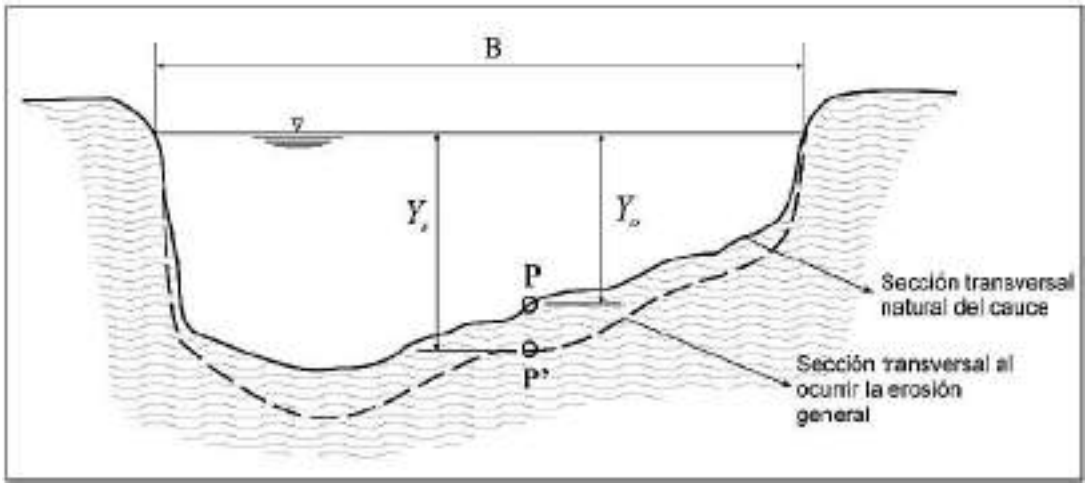


Figura 18.Variables tenidas en cuenta en la socavación
Fuente: Manual de drenaje para carreteras INVIAS.

4.5.1.1 Suelos granulares

$$Y_s = \left(\frac{\alpha {Y_0}^{5/3}}{0.68 \beta \mu \phi {d_m}^{0.28}} \right)^{\frac{1}{1+Z}}$$

Dónde:

Ys: profundidad del flujo después de ocurrida la socavación. Se mide desde el nivel del agua cuando pasa la creciente hasta el nivel del fondo del cauce erosionado, en metros (m).

Yo: profundidad inicial existente en una línea vertical predeterminada en la sección medida desde el nivel del agua pasa la creciente, hasta el nivel del cauce antes del proceso de socavación, en metros (m)

α: Coeficiente de sección, definido como:

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

$$\alpha = \frac{Q_d}{{Y_m}^{5/3} B_e}$$

Qd: caudal de diseño asociado al periodo de retorno, en metros cúbicos por segundo (m^3/s)
Ym: profundidad media, en metros (m), definida como:

$$Y_m = \frac{A}{B_e}$$

A: Área hidráulica, en metros cuadrados (m^2)
B: ancho efectivo de la superficie del agua en la sección transversal, en metros (m). Del ancho total se debe descontar el ancho de las pilas cuando el ángulo de incidencia de la corriente con respecto al eje de la pila es 0. En caso de que la corriente forme un ángulo con las pilas, este valor se debe ajustar
β: coeficiente de frecuencia. Este coeficiente toma en cuenta el periodo de retorno comprendido entre 15 y 1500 años. Para obtener su valor se propone la siguiente expresión:

$$\beta = 0.7929 + 0.0973 * \ln T$$

μ: coeficiente de contracción. Este valor se toma de la Tabla 13como una función de la velocidad media del flujo y de la distancia libre entre pilas cuando hay un puente.
ϕ: coeficiente de corrección por el efecto de la densidad del agua durante la creciente. Para agua clara (clear wáter) este valor es igual a 1.0. Si la creciente transporta sedimentos en suspensión (lived-bed), este coeficiente se calcula como:

$$\phi = -0.54 + 1.5143\gamma_{as}$$

γas: peso específico del agua, más sedimento en toneladas por metro cubico (T/m^3)
dm: diámetro medio de las partículas del material granular, en milímetros, (mm). Se calcula como:

$$d_m = 0.01 \sum d_i P_i$$

di: diámetro en milímetros (mm) de una fracción de la curva granulométrica del material.
Pi: peso de esa fracción expresado en porcentaje con respecto al total de la muestra (porcentaje retenido).
Z: exponente variable que depende del diámetro medio de las partículas del material granular.

$$Z = 0.394557 - 0.0413 \log d_m - 0.00891 \log dm^2$$

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 13. Correlación por contracción
Fuente: Manual de drenaje para carreteras INVIAS.

V (m/s)	LONGITUD LIBRE ENTRE DOS PILAS O ESTRIBOS (m)												
	10	13	16	18	21	25	30	42	52	63	106	124	200
<1.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.0	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.5	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
2.0	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
2.5	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
3.0	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
3.5	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
≥ 4.0	0.86	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99

4.5.1.2 Suelos cohesivos

$$Y_s = \left(\frac{\alpha {Y_0}^{5/3}}{0.6\beta\mu\phi {\gamma_d}^{1.18}} \right)^{\frac{1}{1+X}}$$

Dónde:

Ys, Yo, α, β, μ, ϕ se definen igual que para suelos granulares
γd: Peso volumétrico seco del material cohesivo, en toneladas por metro cúbico (T/m3).
X: Exponente variable que depende del peso volumétrico seco del material cohesivo.

$$X = 0.892619 - 0.58073\gamma_d + 0.136275\gamma_d^2$$

4.5.2 Socavación en curva Método de Maza

La socavación en las curvas es un fenómeno muy difícil de analizar, en razón de los flujos secundarios y la gradación de los sedimentos. Ni el nivel de agua ni la profundidad del cauce son constantes a lo largo de la curva y ambos son difíciles de predecir. La superficie del agua aumenta hacia el extradós de la curva y el cauce tiende a profundizarse por acción de los flujos secundarios. No existe una teoría para analizar con precisión el fenómeno de

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

socavación en una curva. Según Maza la socavación en el extradós de una curva puede ser hasta tres veces mayor que en un tramo recto y propone la siguiente relación:

$$Y_{s\ Curva} = KY_{s\ Recto}$$

Dónde:

K: depende del radio de curvatura r y el ancho del cauce w, ver la siguiente tabla:

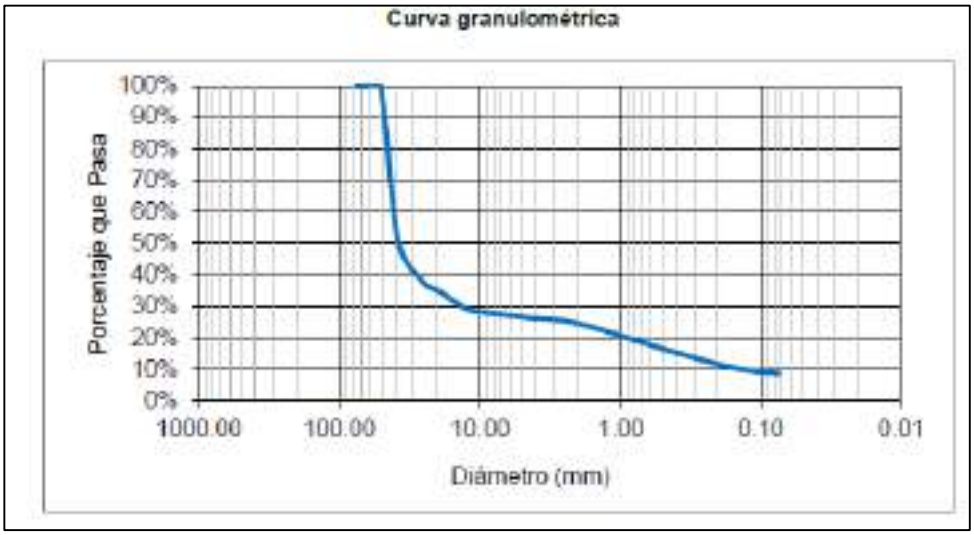
Tabla 14.Valores de k para cálculo de socavaciones en curva.

W/r	Coeficiente k
0.5	3.0
0.33	2.57
0.25	2.20
0.20	1.84
0.16	1.48
0	1.27

4.5.3 Cálculo de socavación para las secciones de interés

Se calculará la socavación para una vertical teniendo en cuenta la geometría los resultados hidráulicos de las secciones del proyecto consignadas en la Tabla 15 y la granulometría en la Figura 19, tomando un vertical, Con la mayor profundidad de flujo encontrada en el lecho.
Los valores considerados se toman del diseño hidráulico generado por el modelo HEC-RAS para las secciones de interés con los datos de salida obtenidos.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



CLASIFICACIÓN:	GRAVA LIMOSA MAL GRADADA

Figura 19.Granulometría del lecho del cauce.
Fuente: Estudio geotécnico para el presente proyecto.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Con base en lo anterior, se tiene que el d50 del lecho en el sector corresponde a **13.0mm**

Tabla 15.Resultados HEC-RAS para las secciones de interés.

River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Q Total (m3/s)	Vel Total (m/s)	Froude # Chl
520.9	Tr 100	793.69	792.75	0.94	14.13	38.82	23.87	1.69	0.89
520	Tr 100	793.68	792.75	0.93	14.15	39.1	23.87	1.69	0.89
510	Tr 100	793	792.24	0.76	7.79	24.73	23.87	3.06	1.61
500	Tr 100	792.39	791.66	0.72	7.38	26.01	23.87	3.23	1.59
490	Tr 100	792.07	791.27	0.79	8.25	23.29	23.87	2.89	1.35
480	Tr 100	791.61	790.78	0.83	7.08	11.86	23.87	3.37	1.36
470	Tr 100	791.61	790.13	1.48	11.62	26.65	23.87	2.05	0.9
460	Tr 100	791.21	789.85	1.36	8.91	24.66	23.87	2.68	1.18
450	Tr 100	790.83	789.62	1.21	8.06	22.32	23.87	2.96	1.34
440	Tr 100	790.47	789.16	1.31	8.66	29.98	23.87	2.76	1.48
430	Tr 100	790.29	789.15	1.14	11.5	32.63	23.87	2.08	1.03
420	Tr 100	789.85	789.05	0.8	9.22	34.07	23.87	2.59	1.44
410	Tr 100	789.33	788.71	0.62	10	50.77	23.87	2.39	1.7
400	Tr 100	788.88	788.47	0.41	11.59	56.44	23.87	2.06	1.49
390	Tr 100	788.61	787.61	1	14.69	58.9	23.87	1.62	0.91
380	Tr 100	788.08	787.3	0.78	10.44	57	23.87	2.29	1.57
370	Tr 100	787.66	787.06	0.59	10.77	59.34	23.87	2.22	1.62
360	Tr 100	787	786.12	0.87	8.58	32.24	23.87	2.78	1.35
350	Tr 100	786.17	785.78	0.46	6.71	37.53	23.87	3.55	2.65
340	Tr 100	785.92	785.57	0.54	14.22	58.19	23.87	1.68	1.06
330	Tr 100	785.39	785.26	0.43	10.64	45.84	23.87	2.24	1.14
320	Tr 100	784.95	784.62	0.4	11.16	43.14	23.87	2.14	1.3
310	Tr 100	784.57	784.04	0.53	11.38	39.61	23.87	2.1	1.27
300	Tr 100	784.29	783.57	0.73	11.69	39.64	23.87	2.04	1.02
290	Tr 100	782.96	782.15	0.81	5.04	7.56	23.87	4.74	1.85
280	Tr 100	782.25	781.25	1	4.94	7.15	23.87	4.83	1.85
270	Tr 100	781.7	780.81	0.9	5.3	8.57	23.87	4.5	1.83
260	Tr 100	781.75	780.65	1.1	7.89	10.2	23.87	3.03	1.1
250	Tr 100	780.96	780.06	0.91	5.77	9.82	23.87	4.14	1.72
240	Tr 100	779.68	778.83	0.85	4.56	7.32	23.87	5.24	2.12
230	Tr 100	779.59	778.59	1	6.27	9.06	23.87	3.81	1.43
220	Tr 100	779.63	778.42	1.2	8.19	9.31	23.87	2.91	0.98

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Q Total (m3/s)	Vel Total (m/s)	Froude # Chl
210	Tr 100	779.08	778.05	1.03	6.26	8.16	23.87	3.81	1.39
200	Tr 100	779.24	777.6	1.64	9.43	15.12	23.87	2.53	1.02
190	Tr 100	778.28	777.18	1.1	5.63	8.07	23.87	4.24	1.62
180	Tr 100	776.25	775.29	0.96	3.83	7.34	23.87	6.23	2.76
170	Tr 100	775.68	774.81	0.87	4.86	7.45	23.87	4.91	1.94
160	Tr 100	775.36	774.51	0.85	5.99	9.84	23.87	3.99	1.63
150	Tr 100	774.34	773.42	0.92	5.06	9.7	23.87	4.72	2.09
140	Tr 100	774.16	773.09	1.07	6.48	7.83	23.87	3.69	1.29
130	Tr 100	773.25	772.42	0.82	5.1	8.05	23.87	4.68	1.88
120	Tr 100	772.85	772	0.86	5.89	9.06	23.87	4.05	1.61
110	Tr 100	772.55	771.74	0.82	6.71	10.28	23.87	3.56	1.41
100	Tr 100	771.96	771.09	0.87	6.1	9.84	23.87	3.91	1.59
90	Tr 100	770.92	770.21	0.71	5.2	12.35	23.87	4.59	2.26
80	Tr 100	770.51	769.66	0.85	6.44	11.07	23.87	3.7	1.55
70	Tr 100	770.43	769.5	0.94	8.07	10.25	23.87	2.96	1.05
60	Tr 100	769.66	768.84	0.82	5.8	9.73	23.87	4.12	1.68
50	Tr 100	769.35	768.07	1.28	6.29	7.33	23.87	3.79	1.31
40	Tr 100	769.29	768.04	1.25	7.68	8.13	23.87	3.11	1.02
30	Tr 100	768.18	767.3	0.88	4.97	9.94	23.87	4.81	2.17
20	Tr 100	767.88	766.98	0.9	6.29	9.18	23.87	3.79	1.46
10	Tr 100	767.35	766.44	0.91	5.93	8.44	23.87	4.02	1.53
0	Tr 100	767.58	766.18	1.4	10.42	12.02	23.87	2.29	0.76

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 16.Tabla de socavación para punto más profundo en las secciones de interés.

Abscisa	Cota inundación (m)	Cota de Fondo (m)	Y0 (m)	A (m2)	Be (m)	dm (mm)	Qd (m3/s)	Tr (años)	φ	μ	Ym (m)	α	β	Z	Ys	Cota Socavada	Total, Socavado Recto
520.9	793.69	792.75	0.94	14.13	38.82	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.36	3.31	1.24	0.34	1.52	792.17	**0.58**
520	793.68	792.75	0.93	14.15	39.10	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.36	3.32	1.24	0.34	1.50	792.18	**0.57**
510	793.00	792.24	0.76	7.79	24.73	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.32	6.62	1.24	0.34	1.95	791.05	**1.19**
500	792.39	791.66	0.72	7.38	26.01	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.28	7.49	1.24	0.34	2.00	790.39	**1.27**
490	792.07	791.27	0.79	8.25	23.29	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.35	5.78	1.24	0.34	1.85	790.22	**1.05**
480	791.61	790.78	0.83	7.08	11.86	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.60	4.76	1.24	0.34	1.70	789.91	**0.87**
470	791.61	790.13	1.48	11.62	26.65	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.44	3.57	1.24	0.34	2.82	788.79	**1.34**
460	791.21	789.85	1.36	8.91	24.66	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.36	5.28	1.24	0.34	3.40	787.81	**2.04**
450	790.83	789.62	1.21	8.06	22.32	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.36	5.84	1.24	0.34	3.17	787.66	**1.96**
440	790.47	789.16	1.31	8.66	29.98	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.29	6.31	1.24	0.34	3.71	786.76	**2.40**
430	790.29	789.15	1.14	11.50	32.63	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.35	4.16	1.24	0.34	2.29	788.00	**1.15**
420	789.85	789.05	0.80	9.22	34.07	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.27	6.19	1.24	0.34	1.98	787.87	**1.18**
410	789.33	788.71	0.62	10.00	50.77	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.20	7.05	1.24	0.34	1.59	787.74	**0.97**
400	788.88	788.47	0.41	11.59	56.44	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.21	5.92	1.24	0.34	0.83	788.05	**0.42**
390	788.61	787.61	1.00	14.69	58.90	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.25	4.10	1.24	0.34	1.92	786.69	**0.92**
380	788.08	787.30	0.78	10.44	57.00	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.18	7.09	1.24	0.34	2.12	785.96	**1.34**
370	787.66	787.06	0.59	10.77	59.34	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.18	6.91	1.24	0.34	1.47	786.19	**0.87**
360	787.00	786.12	0.87	8.58	32.24	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.27	6.72	1.24	0.34	2.34	784.66	**1.46**
350	786.17	785.78	0.46	6.71	37.53	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.18	11.21	1.24	0.34	1.55	784.62	**1.16**
340	785.92	785.57	0.54	14.22	58.19	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.24	4.29	1.24	0.34	0.92	785.00	**0.57**
330	785.39	785.26	0.43	10.64	45.84	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.23	5.94	1.24	0.34	0.89	784.50	**0.76**
320	784.95	784.62	0.40	11.16	43.14	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.26	5.27	1.24	0.34	0.74	784.21	**0.41**
310	784.57	784.04	0.53	11.38	39.61	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.29	4.82	1.24	0.34	0.98	783.59	**0.45**
300	784.29	783.57	0.73	11.69	39.64	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.29	4.61	1.24	0.34	1.42	782.87	**0.70**
290	782.96	782.15	0.81	5.04	7.56	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.67	6.21	1.24	0.34	2.01	780.95	**1.20**
280	782.25	781.25	1.00	4.94	7.15	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.69	6.18	1.24	0.34	2.61	779.64	**1.61**
270	781.70	780.81	0.90	5.30	8.57	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.62	6.20	1.24	0.34	2.30	779.40	**1.41**
260	781.75	780.65	1.10	7.89	10.20	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.77	3.59	1.24	0.34	1.96	779.79	**0.86**
250	780.96	780.06	0.91	5.77	9.82	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.59	5.90	1.24	0.34	2.24	778.72	**1.34**
240	779.68	778.83	0.85	4.56	7.32	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.62	7.18	1.24	0.34	2.38	777.30	**1.53**
230	779.59	778.59	1.00	6.27	9.06	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.69	4.87	1.24	0.34	2.18	777.41	**1.18**
220	779.63	778.42	1.20	8.19	9.31	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.88	3.17	1.24	0.34	1.99	777.64	**0.78**
210	779.08	778.05	1.03	6.26	8.16	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.77	4.55	1.24	0.34	2.15	776.93	**1.12**
200	779.24	777.60	1.64	9.43	15.12	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.62	3.47	1.24	0.34	3.14	776.10	**1.50**
190	778.28	777.18	1.10	5.63	8.07	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.70	5.39	1.24	0.34	2.65	775.63	**1.55**
180	776.25	775.29	0.96	3.83	7.34	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.52	9.62	1.24	0.34	3.45	772.80	**2.49**
170	775.68	774.81	0.87	4.86	7.45	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.65	6.53	1.24	0.34	2.29	773.39	**1.42**
160	775.36	774.51	0.85	5.99	9.84	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.61	5.55	1.24	0.34	1.97	773.39	**1.12**
150	774.34	773.42	0.92	5.06	9.70	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.52	7.28	1.24	0.34	2.66	771.68	**1.74**
140	774.16	773.09	1.07	6.48	7.83	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.83	4.18	1.24	0.34	2.12	772.04	**1.05**
130	773.25	772.42	0.82	5.10	8.05	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.63	6.35	1.24	0.34	2.08	771.17	**1.25**
120	772.85	772.00	0.86	5.89	9.06	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.65	5.40	1.24	0.34	1.96	770.89	**1.11**
110	772.55	771.74	0.82	6.71	10.28	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.65	4.73	1.24	0.34	1.67	770.88	**0.86**
100	771.96	771.09	0.87	6.10	9.84	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.62	5.38	1.24	0.34	1.98	769.98	**1.11**
90	770.92	770.21	0.71	5.20	12.35	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.42	8.17	1.24	0.34	2.10	768.82	**1.39**
80	770.51	769.66	0.85	6.44	11.07	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.58	5.32	1.24	0.34	1.91	768.60	**1.06**
70	770.43	769.50	0.94	8.07	10.25	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.79	3.47	1.24	0.34	1.57	768.86	**0.64**
60	769.66	768.84	0.82	5.80	9.73	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.60	5.81	1.24	0.34	1.95	767.71	**1.13**
50	769.35	768.07	1.28	6.29	7.33	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.86	4.20	1.24	0.34	2.66	766.69	**1.38**
40	769.29	768.04	1.25	7.68	8.13	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.94	3.23	1.24	0.34	2.12	767.17	**0.87**
30	768.18	767.30	0.88	4.97	9.94	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.50	7.62	1.24	0.34	2.60	765.58	**1.72**
20	767.88	766.98	0.90	6.29	9.18	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.69	4.88	1.24	0.34	1.92	765.96	**1.02**
10	767.35	766.44	0.91	5.93	8.44	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.70	5.09	1.24	0.34	2.01	765.34	**1.10**

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Abscisa	Cota inundación (m)	Cota de Fondo (m)	Y0 (m)	A (m2)	Be (m)	dm (mm)	Qd (m3/s)	Tr (años)	φ	μ	Ym (m)	α	β	Z	Ys	Cota Socavada	Total, Socavado Recto
0	767.58	766.18	1.40	10.42	12.02	13.00	23.87	100.00	1.00	0.99	0.87	2.52	1.24	0.34	2.03	765.55	**0.63**

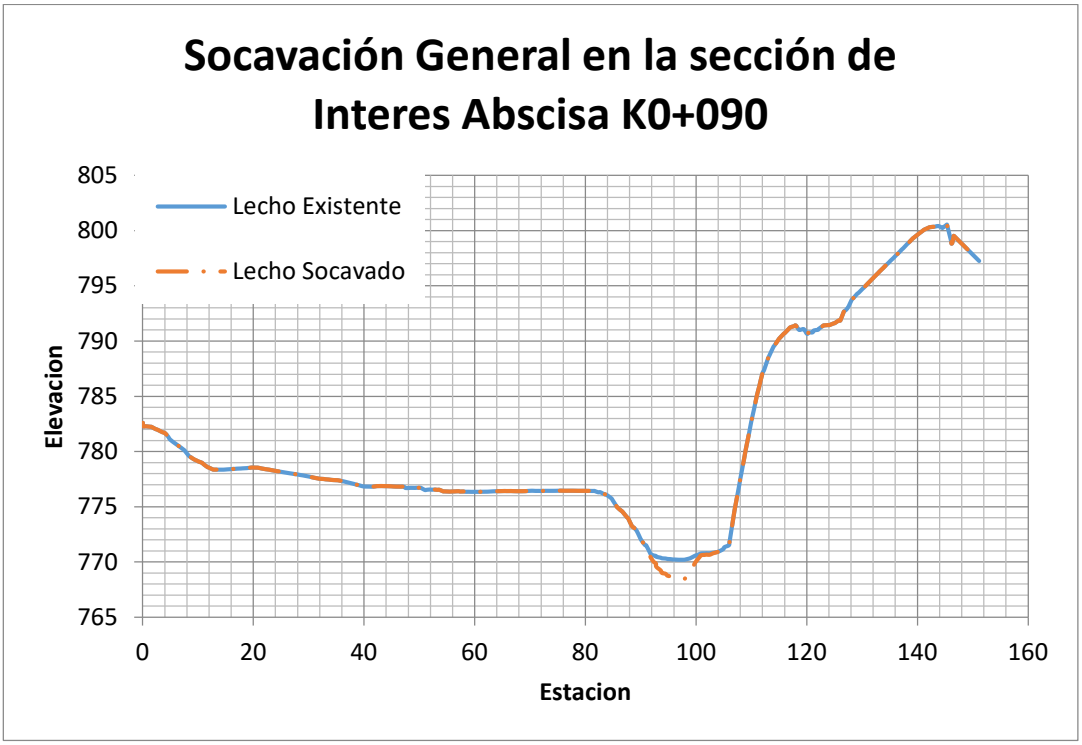


Figura 20.Socavación general para las obras en sección media de mayor profundidad (K0+090).

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

5. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

5.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El municipio de Bucaramanga está localizado al nororiente del país en el departamento de Santander sobre la Cordillera Oriental. La zona de estudio se encuentra ubicada al suroccidente de la ciudad, exactamente en el barrio Crista Bajo junto a la quebrada La Cuellar. Presenta coordenadas Origen Único N: 2.339.303,843 y E: 4.986.434,723.



Figura 21. Localización zona de estudio, ubicado en el barrio Cristal bajo junto a la quebrada La Cuellar.
Fuente: Elaboración propia

5.2 GEOLOGÍA

5.2.1 Geología Regional

La zona de estudio ubicada en el Barrio Cristal bajo se localiza dentro del área de influencia de la plancha geológica del Servicio Geológico Colombiano Plancha geológica del departamento de Santander donde se presenta en la Figura 22.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

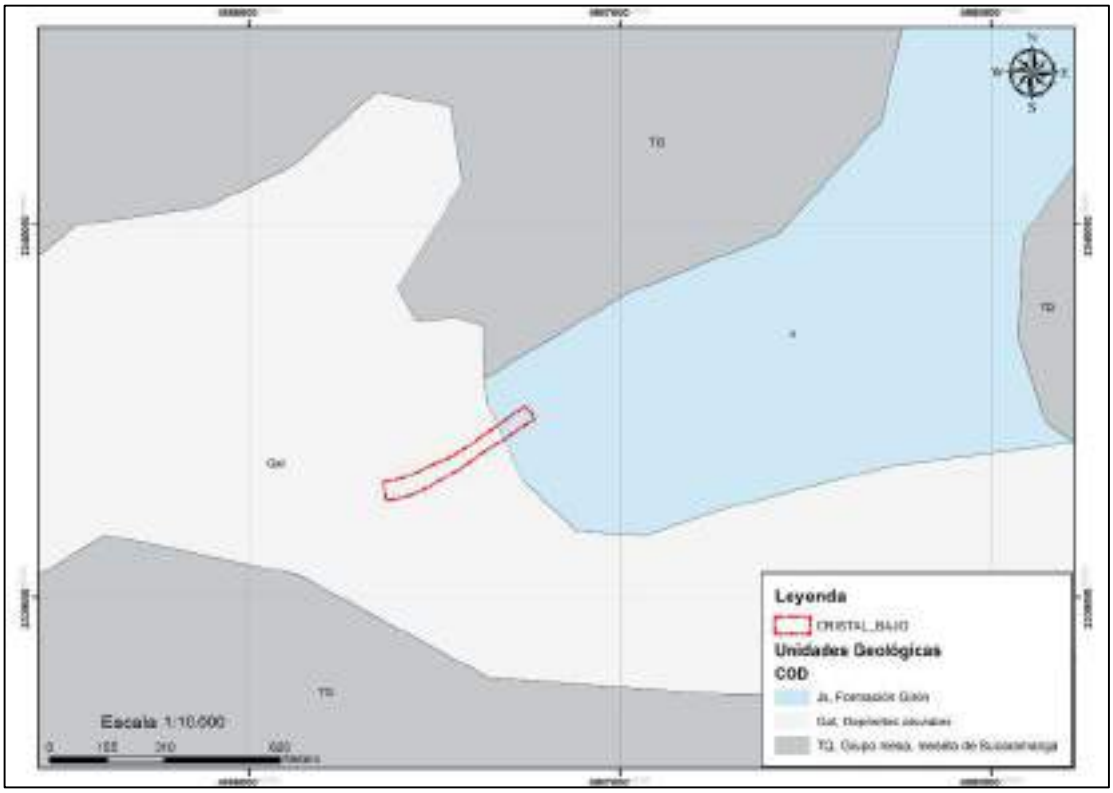


Figura 22. Localización zona de estudio Barrio Cristal bajo (Cuadro rojo) en la plancha Geología del Departamento de Santander.
Fuente: Tomado y adaptado del SGC,1999.

De acuerdo con lo observado en la Figura 22 el escarpe, se encuentra ubicado en medio medio de depósitos aluviales (Qal), por consiguiente, el Barrio Cristal Bajo estará conformada en su mayoría por bloques, cantos, grava, arena y finos, compuestos por cuarzo, chert, cuarcitas y líticos de composición variada, con forma subredondeada a redondeada.

Formación Girón (Jg). Descrita inicialmente por Hether (1892) como" Girón Series" en Ward et al., (1973). Similar a la formación Jordán, está unidad se presenta separada del Macizo de Santander por el sistema de fallas de Bucaramanga-Santa Marta; es decir que aflora al occidente de dicha estructura. Estratigráficamente infrayace la formación Tambor y suprayace la formación Jordán. Las mayores exposiciones ocurren en la margen izquierda del río de Oro, en el cerro Palonegro, sobre la via que comunica con el aeropuerto, donde constade conglomerados y areniscas, de color amarillo-naranja, alterando con capas de lodolitas rojas violáceas. Las rocas en dicho sector se presentan muy fracturadas y cizalladas debido a la acción del sistema de fallasdel Suarez. También se observa bastante bien en los alrededores

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

dela Mesa de Ruitoque, en el sector de la cumbre y en el cerro de La Cruz de Piedecuesta, donde las pendientes de las laderas varían entre 15 y 25°

Depósitos aluviales (Qal). Sedimentos recientes que han sido transportados y depositados por los ríos y quebradas, conformando los cauces activos, abandonados y llanuras de inundación. Están conformados por bloques, cantos, grava, arena y finos, compuestos por cuarzo, chert, cuarcitas y líticos de composición variada, con forma subredondeada a redondeada, por lo general clasto soportados, con tamaños y granulometría heterogénea, en condición suelta, embebidos en matriz areno limosa. Con espesor promedio entre 0.5 y 1.0 m.

Grupo Mesa, Meseta de Bucaramanga (TQ). La unidad está constituida por areniscas, limolitas y conglomerados débilmente consolidados y considerados como depósitos de origen fluvial, los cuales están representados por el grupo Mesa y la Unidad Meseta de Bucaramanga, de edad pliocena-pleistocena.

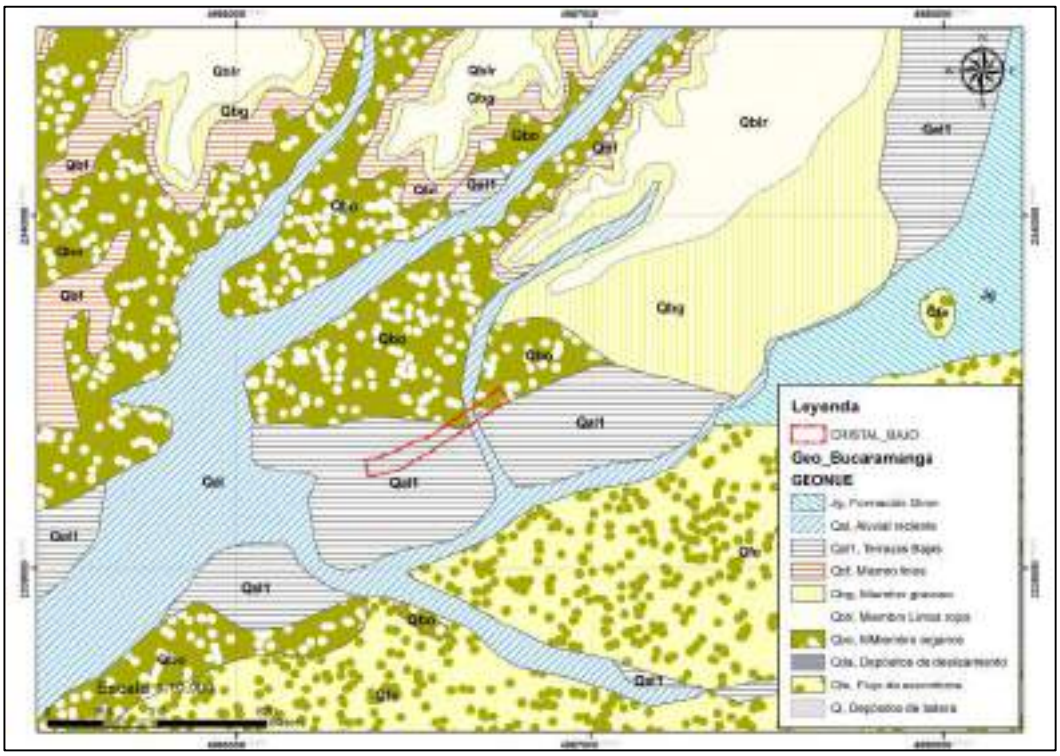


Figura 23. Localización de la zona de estudio Barrio Cristal bajo (cuadro rojo), en el mapa geológico de la zonificación sismo geotectónica del área metropolitana de Bucaramanga.
Fuente: Tomado y modificado de INGEOMINAS,2001.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Depósitos de ladera (Dl): Depósitos de color amarillo claro y rojizo, con cantos y bloques de conglomerados y areniscas cuarzo feldespáticas, subangulares, en matriz areno-arcillosa

Aluvial reciente (Qal): Cantos de areniscas silíceas, conglomerados cuarcitas y lodolitas, granito, granodiorita, diorita, gabro, neis y esquisto, en matriz areno lodosa.

Terrazas bajas (Qal1): Depósitos de cantos subredondeados a redondeados de areniscas cuarzosas y resistentes, guijos ígneo-metamórficos, areniscas violáceas y fragmentos de cuarzo lechoso, en matriz areno – arcillosa.

Miembro Órganos (Qbo). Definido por Hubach (1952). aflora en las laderas y escarpes de la parte occidental de la Meseta de Bucaramanga y el Área metropolitana. Se caracteriza por erosionarse fácilmente, formando surco, cárcavas y tierras malas que dan formas de estoraques que alcanzan alrededor de 15mdealturay sobre el se desarrolla un drenaje dendrítico subparalelo. De acuerdo con Bueno y Solarte (1994), corresponde a una serie monótona de niveles polimícticos de fragmentos gruesos, de aspecto conglomerático, en alternancia con capas y lentes limo arenosos, con variaciones laterales y verticales en composición y textura. Hubach (1952) describe niveles lenticulares limo arenosos, con espesores hasta de 5 m. los niveles de aspecto “conglomerático” conforman depósitos de gravas y bloques, débilmente consolidados, dispuestos en forma de capas gruesas a muy gruesas con espesores de hasta 15m.

5.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El nororiente colombiano de Los Andes es un territorio geológicamente complejo y tectónicamente dinámico; su conformación está relacionada con la interacción de las placas tectónicas Nazca, Caribe y Suramérica. El área de Santander por encontrarse dentro de este dominio despierta gran interés y genera discusiones sobre su origen y su conformación geológica.

El Departamento de Santander se encuentra localizado en una región tectónica compleja y dinámica, que representa a una zona de influencia entre los límites de las placas tectónicas del Caribe y la suramericana, conocida como bloque Andes del Norte o bloque Norandino en los trabajos de Kellogg (1984); Case, et al. (1984); Kellogg, et al. (1985); James (1985) y Boinet (1985), entre otros.

Para la caracterización tectónica del territorio de Santander se ha subdividido en tres provincias tectónicas como son la del Macizo de Santander, que está conformada por los bloques de

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Floresta, Cucutilla, Pamplona y de Ocaña; la del Valle Medio de Magdalena, y la de la Cordillera Oriental.

El área de estudio se encuentra en la provincia tectónica de la Cordillera Oriental (Figura 24). La cual se caracteriza por pliegues anticlinales y sinclinales amplios, limitados por fallas inversas y de cabalgamiento, de direcciones NE y NW, con inclinación predominante hacia el oriente.

Constituye una cobertera sedimentaria con cubrimiento de una gran extensión de la Cordillera Oriental. En el Departamento de Santander, está restringida a dos bloques, el principal localizado en la región central estructural y el menor ubicado en la región oriental. Esta provincia está conformada por rocas sedimentarias generalmente plegadas, de edades jurásicas y cretácitas; el bloque principal o central está limitado al oriente por las fallas Riachuelo y Bucaramanga-Santa Marta, y al occidente por la Falla La Salina, mientras el bloque oriental está limitado al oriente por la Falla de Servitá y al occidente por las fallas Bucaramanga-Santa Marta y de Baraya.

El territorio santandereano se caracteriza por presentar tres estilos estructurales diferenciables, los cuales identifican tres regiones estructuralmente bien definidas del departamento: uno de fallamiento en bloques en la región oriental; otro de plegamientos en la región central, y el graben del Magdalena, en la región occidental Figura 24 se toma como referencia la descripción en la memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001).

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

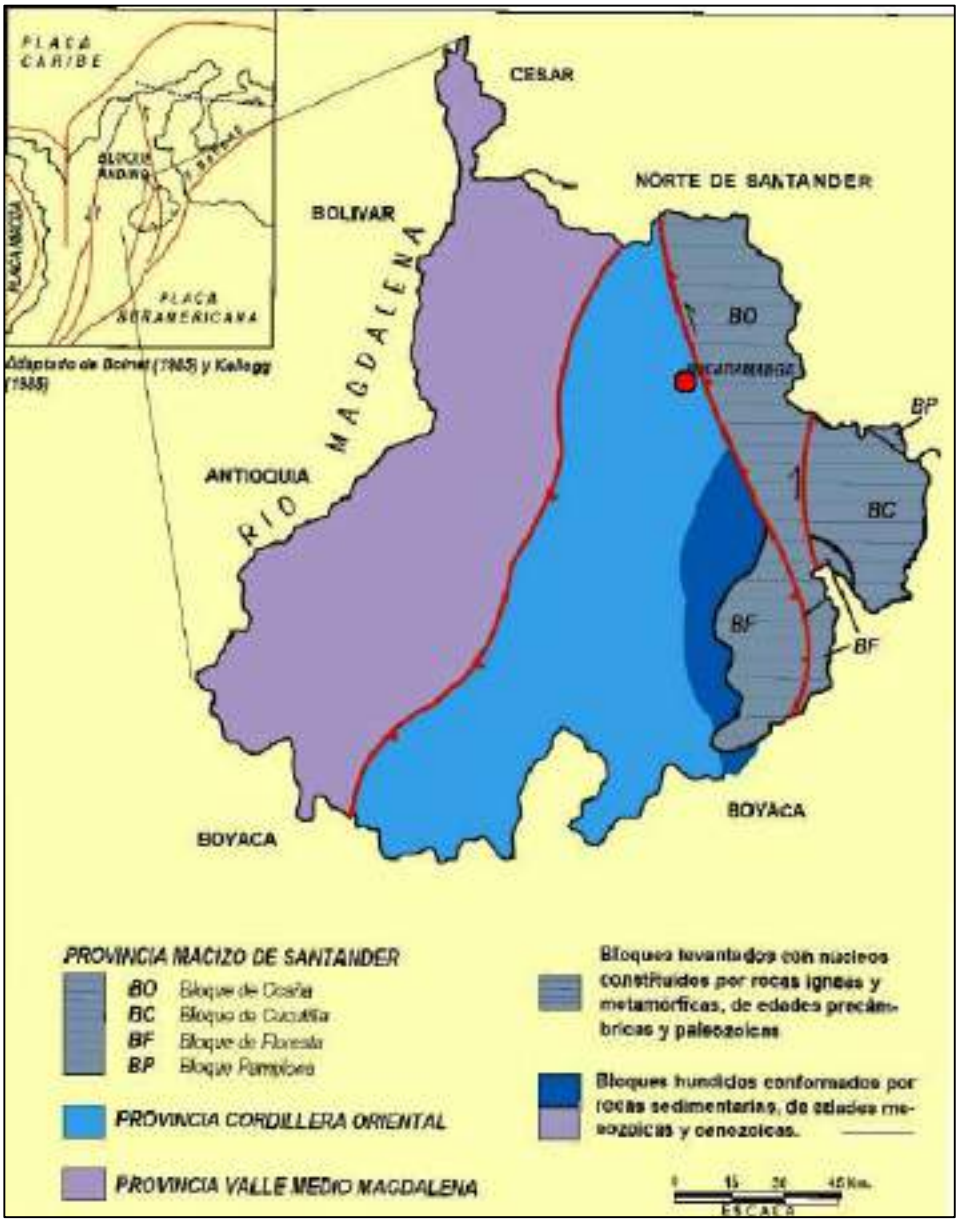


Figura 24. Esquema tectónico departamento de Santander, la zona de estudio esta demarcada en rojo.
Fuente: Tomado y modificado de memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001).

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

El área de estudio, escarpe Barrio Cristal Bajo se encuentra en la región central (Figura 25) esta NE de la falla del Suarez.

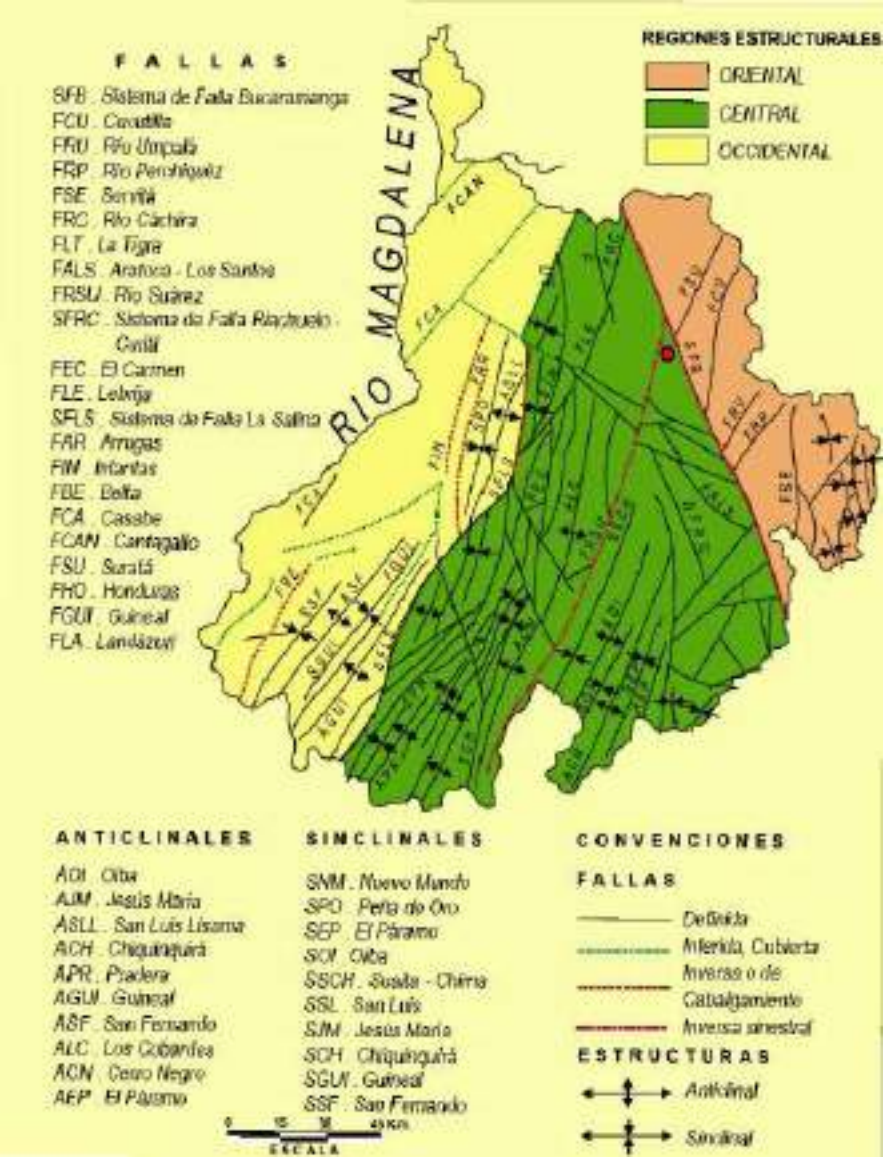


Figura 25. Esquema tectónico departamento de Santander, la zona de estudio esta demarcada en rojo.
Fuente: Tomado y modificado de memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001).

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

De acuerdo con lo que se puede observar en la (Figura 21) el área de estudio esta al NE de la falla Suarez.

En Figura 25 el talud que está sobre el barrio Cristal Bajo exactamente junto a la quebrada La Cuellar. Se encuentra al noreste la falla del Suarez.

Geográficamente conforma la cadena montañosa de las estribaciones occidentales de la Cordillera Oriental, en donde se destacan amplias estructuras anticlinales y sinclinales, limitadas por fallas inversas y de cabalgamiento con inclinación hacia el oriente. En esta región se describen de oriente a occidente, los principales anticlinales, sinclinales y fallas geológicas.

La región central está localizada entre la Falla de Bucaramanga-Santa Marta al oriente y la Falla La Salina al occidente. Geográficamente conforma la cadena montañosa de las estribaciones occidentales de la Cordillera Oriental, en donde se destacan estructuras anticlinales y sinclinales amplias, limitadas por fallas inversas y de cabalgamiento con inclinación hacia el oriente.

5.3.1 Falla de Bucaramanga – Santa Marta

Es el rasgo estructural más evidente y de gran extensión que cruza la región centro-oriental del Departamento de Santander, en dirección aproximada N20°W y cuyo trazo rectilíneo se expresa claramente en imágenes de satélites y fotografías aéreas. Es considerada un sistema de fa-llas de rumbo (CAMPBELL, 1965; LEON, 1991; VARGAS Y NIÑO, 1992; CLAVIJO et al., 1993; CLAVIJO, 1994ª), con movimiento sinestral, cuyo desplazamiento es calculado por Campbell (1965) y Tschanz, et al. (1969, 1974) en unos 100 a 110 km; tiene una componente vertical importante, según Julivert (1958, 1961), Ward, et al. (1973), Paris y Sarria (1988), Royero (1994), que hace que esta falla se comporte en algunos sectores como inversa y en su extremo meridional aún de cabalgamiento (BOINET, 1985; ULLOA, 1990, Comunicación verbal).

En el territorio del Departamento de Santander se ha encontrado evidencias de actividad neotectónica (lineamiento, facetas triangulares, lomos de ganchos, drenajes adaptados, laguna de falla, lomo de obturación) de la Falla Bucaramanga-Santa Marta, especialmente en la Meseta de Bucaramanga (donde afecta los niveles interiores de la secuencia estratigráfica) de edad Plioceno-Pleistoceno, según Julivert (1963), Paris y Sarria (1988), León (1992), Vargas y Niño (1992), Reyes y Barbosa (1993).

En el Cañón del Rio Chicamocha también se han encontrado evidencias de neotectonica de esta falla (drenaje desplazado, terrada basculada, cantos rotos, lomos de obturación), según Castro y Bernal (1992) y Carrillo y Bernal (1992).

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

5.3.2 Falla de Suarez

Esta falla se extiende por una longitud de unos 120 km desde Barbosa al sur hasta la Falla Bucaramanga-Santa Marta 5km al norte de la capital santandereana; su trazo tiene una dirección N20°E y N25°E, con inclinación al occidente y sigue el curso de los ríos Suarez y Río de Oro. Es una falla inversa de ángulo alto, con una componente vertical importante. París y Sierra (1988) calculan una velocidad de desplazamiento vertical de 0,1 mm/año; además, se trata de una falla de rumbo con desplazamiento sinestral. El desplazamiento vertical se ha calculado entre 400 y 2300 m (WARD, et al., 1973).

La Falla del Suárez, al occidente del pueblo de Girón afecta capas de la Formación Girón, las cuales se pliegan por arrastre, alcanzando posiciones verticales y en algunos casos invertidas. En cercanías de la falla se observa un fuerte fracturamiento y un alto grado de meteorización de las rocas hasta el punto de llegarse a confundir con depósitos cuaternarios (JULIVERT, 1963).

5.4 UNIDADES GEOLÓGICAS PARA INGENIERÍA (LOCAL)

Se caracterizaron y cartografiaron las Unidades Geológicas Superficiales a escala detallada, según las condiciones físico-mecánicas de los suelos en diferentes sitios, siguiendo la metodología y nomenclatura del INGEOMINAS (2007).

Las Unidades Geológicas Superficiales corresponden a un conjunto de materiales que incluyen suelos y rocas, cuyas propiedades se conservan por debajo de la superficie hasta algunas decenas de metros. Las UGS se utilizan como herramienta para evaluar el comportamiento mecánico de los terrenos ante diferentes usos, como desarrollo de obras de infraestructura, desarrollos mineros y demás usos definidos en los planes de ordenamiento territorial.

- **Factores considerados para caracterizar las unidades geológicas superficiales (UGS)**

En la cartografía geológica para ingeniería, la clasificación de rocas y suelos está basada en las propiedades físicas de dichos materiales en su estado actual, dependiendo de la combinación de factores como el origen, la diagénesis, la historia tectónica, el metamorfismo y los procesos de meteorización, los cuales gobiernan el comportamiento mecánico de dichos materiales (resistencia, deformabilidad, durabilidad, y permeabilidad, entre otros). Para la descripción y caracterización de las unidades geológicas superficiales, se tienen en cuenta cinco parámetros fundamentales: Litología (composición y textura), dureza o resistencia, condición de las discontinuidades, grado de meteorización y rasgos estructurales. Estas características se obtienen mediante la descripción de perfiles de afloramientos rocosos, exploración del subsuelo, muestreo de suelos y rocas, ensayos in situ y análisis de laboratorio,

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

debido a las condiciones que se presentaron en el área de estudio algunas de estas características se restringen para el análisis y resultados a presentar.

La International Asociation of Engineering Geology (IAEG) recomienda usar propiedades geológicas que de alguna manera indican las características geológicas de ingeniería, como las que se relacionan a continuación:

- **Litología**

Características de textura y estructura tales como la distribución del tamaño de las partículas, su correlación con el peso unitario y la porosidad.
Contenido de humedad, humedad de saturación, consistencia, diaclasamiento, alteración y grado de meteorización.
Composición mineralógica, la cual está estrechamente relacionada con el peso específico, los límites de Atterberg y el índice de plasticidad.

- **Grado de Meteorización**

Es uno de los aspectos que juega un papel importante en la caracterización de las unidades superficiales, se define como la descomposición física y química In situ de los materiales cercanos a la superficie de la tierra. Influye en la formación de los suelos residuales, estabilidad de las laderas y en la acción de los procesos erosivos, al igual que sobre las propiedades físico–mecánicas de las rocas tales como densidad, esfuerzo a la comprensión inconfinada, esfuerzo a la tensión inconfinada, porosidad, permeabilidad, deformabilidad y consistencia. Para definir el grado de meteorización de las rocas se utilizaron los perfiles generalizados de Deere y Patton (1971) y Dearman (1974, 1991).

- **Grado de fracturamiento o discontinuidades**

Se definen como planos o fracturas de origen mecánico o sedimentario que independizan o separan bloques de roca. En la Tabla 17, se muestra una de las clasificaciones del grado de fracturamiento tenida en cuenta en el estudio de las discontinuidades.

Se definen como planos o fracturas de origen mecánico o sedimentario que independizan o separan bloques de roca. En la Tabla 17, se muestra una de las clasificaciones del grado de fractura miento tenida en cuenta en el estudio de las discontinuidades.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 17. Condición de fractura miento de las rocas.

INTERVALO DE SEPARACION (espaciamiento)*	> 2 m (mayor de 200 cm)	60 - 200 cms	20 - 60 cm	6 - 20 cm	< 6 cm (menor de 6 cm)
CLASIFICACION (Grado de fracturación)	MASIVA	POCO FRACTURADA	FRACTURADA	MUY FRACTURADA	FRAGMENTADA o TRITURADA
CARACTERISTICAS	Discontinuidades bastante espaciadas (mayor de 2 m)	Fracturas regularmente espaciadas a ampliamente espaciadas	Fracturas próximas o moderadamente espaciadas	Fracturas muy próximas o estrechamente espaciadas. Las rocas se separan en bloques tabulares	La roca se presenta triturada, astillosa y se separan en lajas con facilidad

* Según Bieniawsky (1979), Dearman (1991) y Medina (1997).

De acuerdo con los factores considerados para caracterizar las Unidades Geológicas Superficiales (UGS) (según su origen, litología, grado de meteorización, y grado de fracturamiento o discontinuidades en roca, entre otros aspectos), en el sitio estudiado las UGS se dividieron en:

- **Unidades de Suelos:**

Transportado (St)

5.4.1 Barrio Cristal Bajo

5.4.1.1 Unidades de Suelo

Para la clasificación de estas unidades se tomó como base la clasificación genética utilizada por el INGEOMINAS (2007) Tabla 18.

Tabla 18. Clasificación genética de las unidades de suelo. Modificado de Montero (2001).

Tipo	Origen	Nombre de los depósitos
Residual	In situ	Suelo Laterítico y Suelo Saprolítico
Transportado	De Ladera	De gravedad: depósitos coluviales y flujos de tierra

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

	Aluvial – Fluvio torrencial	Aluviones en el lecho o fuera de él (Llanura de Inundación, Barras, Terrazas, Abanicos, Deltas)
	Glaciares	Fluvioglaciares
	Antrópico	Materiales diversos, naturales o no (Rellenos sanitarios, presas, escombreras y rellenos de disposición)

De acuerdo con la Tabla 18 en el sector estudiado, se presentan según la clasificación del INGEOMINAS 2007, en la zona estudiada:

- **Suelos transportados**

Esta unidad corresponde a material que ha sufrido algún tipo de transporte, en este caso se refiere a materiales transportados por efectos de la gravedad, movimientos en masa, actividad antrópica, corrientes de agua y principalmente la lluvia, los suelos transportados están conformados por clastos de diferente composición litológica (rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas), se pueden hallar embebidos en una matriz arcillosa a arenosa, suelos varían de compactos a no compactos. Según lo anterior los suelos transportados se clasificaron de la siguiente manera:

De Ladera

- **Suelo del miembro Limos rojos (Stfl2):**

se observa en el municipio de Bucaramanga, en el barrio Cristal bajo. Se encuentra compuesto por arcillas y limos de color rojo, con contenido de arena en algunas partes, se pueden encontrar bloques de diferente tamaño principalmente areniscas y neis. Esta unidad suprayace al segmento gravoso y su contacto con este es gradacional.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- **Suelo Miembro Gravoso (Sft2)**

Los depósitos que conforman el miembro gravoso de la Formación Bucaramanga presentan un grado de meteorización variable, fluctuando entre materiales inalterados a completamente meteorizados. En el Barrio Cristal bajo, se observa una secuencia de materiales de consolidación intermedia, color amarillo naranja, material clasto-soportado con una relación (30%-70%) de matriz areno-limosa (70-30%) de clastos, estos se distribuyen en gravas (60%) y bloques (20%), compuestos por areniscas, neises y rocas ígneas, con diámetros de hasta 1 m, subredondeados a redondeados, esporádicamente subangulares.



Fotografía 1.Se evidencia la formación Bucaramanga de techo a base: miembro limos rojos (Sfl2), miembro gravoso (Sft2), miembros limos (Sfl1), miembro órganos (Sft3) sobe talud que se encuentra en el margen izquierdo sobre la quebrada La Cuellar la cual está sobre el Barrio Cristal Bajo.
Fuente: Elaboración propia.

- **Suelos del Miembro Finos (Sfl1)**

Está conformado por niveles areno-limosos de un color amarillo a pardo y el espesor vario ampliamente en diferentes partes del área de Bucaramanga, infrayaciendo al miembro gravoso. Puede llegar alcanzar un espesor de 10 m y un espesor mínimo de 2 m; en general esta unidad es una capa lenticular horizontal, más o menos continua, donde alternan niveles arcillosos, limo-arenosos y areno-limosos.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- **Suelos del Miembro Finos (Sfl3)**

Depósito mal seleccionado de gravas y bloques, moderadamente consolidado, matriz soportada, con tamaños que varían entre 10 y 80 centímetros, alcanzando algunos bloques tamaños mayores a un metro de diámetro. Estos se componen en su mayoría de areniscas silíceas de grano medio, bien cementadas, cuarcitas, limolitas rojas y algunos neises y cantos de chert. Los fragmentos tienen formas redondeadas a subredondeadas. La matriz es areno arcillosa, de color gris amarillento. Esta unidad aflora hacia la parte media - baja del barrio y se extiende hasta el valle del Río Suratá, estando parcialmente cubierta por el deslizamiento del norte.

Aluvial - Fluviotorrencial

- **Suelos aluviales de cauce activo (Sal)**

Dentro del área de estudio se observó sedimentos recientes que han sido transportados y depositados por los ríos y quebradas, conformando los cauces activos, abandonados y llanuras de inundación. Están conformados por bloques, cantos, grava, arena y finos, compuestos por cuarzo, chert, cuarcitas y líticos de composición variada, con forma subredondeada a redondeada, por lo general clasto soportados, con tamaños y granulometría heterogénea, en condición suelta, embebidos en matriz areno limosa. Con espesor promedio entre 0.5 y 1.0 m.



Fotografía 2.Se observa suelo aluvial de cauce activo (Quebrada La Cuellar) y suelos aluviales de terrazas (Sat) sobre la margen derecha de la quebrada.
Fuente: Elaboración propia.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- **Suelos de Terrazas (Sat)**

Corresponden a depósitos aluviales, acumulados en forma de escalones en las márgenes de los ríos y arroyos, con tamaño de grano arena, grava, cantos y bloques, redondeados a subredondeados, con alta esfericidad, cuya composición varía según la litología de las zonas atravesadas por las corrientes. La matriz es principalmente areno-arcillosa, de consistencia baja a media, generalmente son matriz soportados, sueltos y permeables, con humedad baja, siendo fácilmente disgregables o erosionables. En la zona de estudio se encuentran terrazas bajas entre 1 a 8 m.

De Origen Antrópico

Corresponden a materiales heterogéneos dispuestos por el hombre, generalmente de manera caótica y sin ningún tratamiento o adecuación, con el objeto de cumplir los requerimientos de los diseños de obras de ingeniería. Están compuestos por materiales tamaño arena, arcilla, grava y son producto de residuos de construcción o para adecuación de terrenos generalmente como cimentación de la vivienda o vías (INGEOMINAS, 2001).

- **Suelos de llenos antrópicos de basuras y escombros (Stlab)**

Corresponden a materiales heterogéneos, dispuestos por el hombre, generalmente caóticamente y sin ningún tratamiento o adecuación, conformados por acumulaciones de material de desechos de construcción mezclados con desechos orgánicos y basuras que contienen caucho, papel, cartón, telas y plásticos, entre otros. En el área de estudio se pueden observar áreas compuestos por fragmentos de concreto, se pueden apreciar restos de diversos materiales (plásticos, tabletas de mampostería, fragmentos de vidrios, pequeños pedazos de tubería de pvc, entre otros).

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Fotografía 3.Se observa diversos materiales los cuales se clasifica como llenos antrópicos de basuras y escombros ubicados sobre el margen derecho de la Quebrada La Cuellar.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la Tabla 19 se resumen las características principales de las unidades geológicas para ingeniería presentes en el área.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 19. Unidades geológicas de Ingeniería.

UNIDAD GEOLÓGICA BÁSICA/EDAD	UNIDAD GEOLÓGICA SUPERFICIAL (Clase de material)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Cuaternario	Miembro Organos	Sft3	Depósito mal seleccionado de gravas y bloques, moderadamente consolidado, matriz soportado, con tamaños variables, alcanzando algunos bloques tamaños mayores a un metro de diámetro. Estos se componen en su mayoría de areniscas de grano medio, cuarcitas, limolitas rojas y algunos neises y cantos de chert. La matriz es areno arcillosa, de color gris amarillento
	Miembro Limos Rojos	Sfl2	Arenas arcillosas gravosas y limos de colores rojizos, amarillentos y naranjas. Existen esporádicos bloques angulares grandes, de arenisca, asociados superficialmente a este miembro.
	Miembro Gravoso	Sft2	Depósito fluviotorrencial con niveles gravosos, gravo arenosos ygravo lodosos, cantos subredondeados a subangulares de areniscas y rocas igneas, en matriz areno-arcillo-limosa, color pardo rojizo y ocre palido.
	Miembro Finos	Sfl1	Depósitos con niveles arcillo-limosos plásticos de colores grises a verdes hacia la base. Hacia el techo predominan niveles areno-limosos y limo-arenosos arcósicos de colores amarillento a pardo amarillento.
	Suelo coluvial reciente	Sco1	Materiales sueltos y heterogéneos, de suelos y/o fragmentos de rocas angulares a subangulares, depositados por la graedad, lavado de la lluvia o movimientos de masa.
	Suelos aluviales de cauce activo	Sal	Materiales sueltos y heterogéneos, de suelos y/o fragmentos de rocas angulares a subangulares, depositados por la graedad, lavado de la lluvia o movimientos de masa.
	Suelos aluviales de terraza baja	Sat	Son depósitos clasto soportados a matriz soportados, originados principalmente por acción de la gravedad, sobresaturación de suelos residuales y depósitos de coluvión, en épocas de fuerte invierno. Están compuestos por gravas y una matriz limo arenosa
	Suelos de llenos antrópicos de excavación y/o relleno	Stla	Arenas arcillosas gravosas y limos de colores rojizos, amarillentos y naranjas. Existen esporádicos bloques angulares grandes, de arenisca, asociados superficialmente a este miembro.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

A continuación, en la Figura 26 se presenta el mapa geológico de unidades para ingeniería del área de estudio Barrio Cristal Bajo.

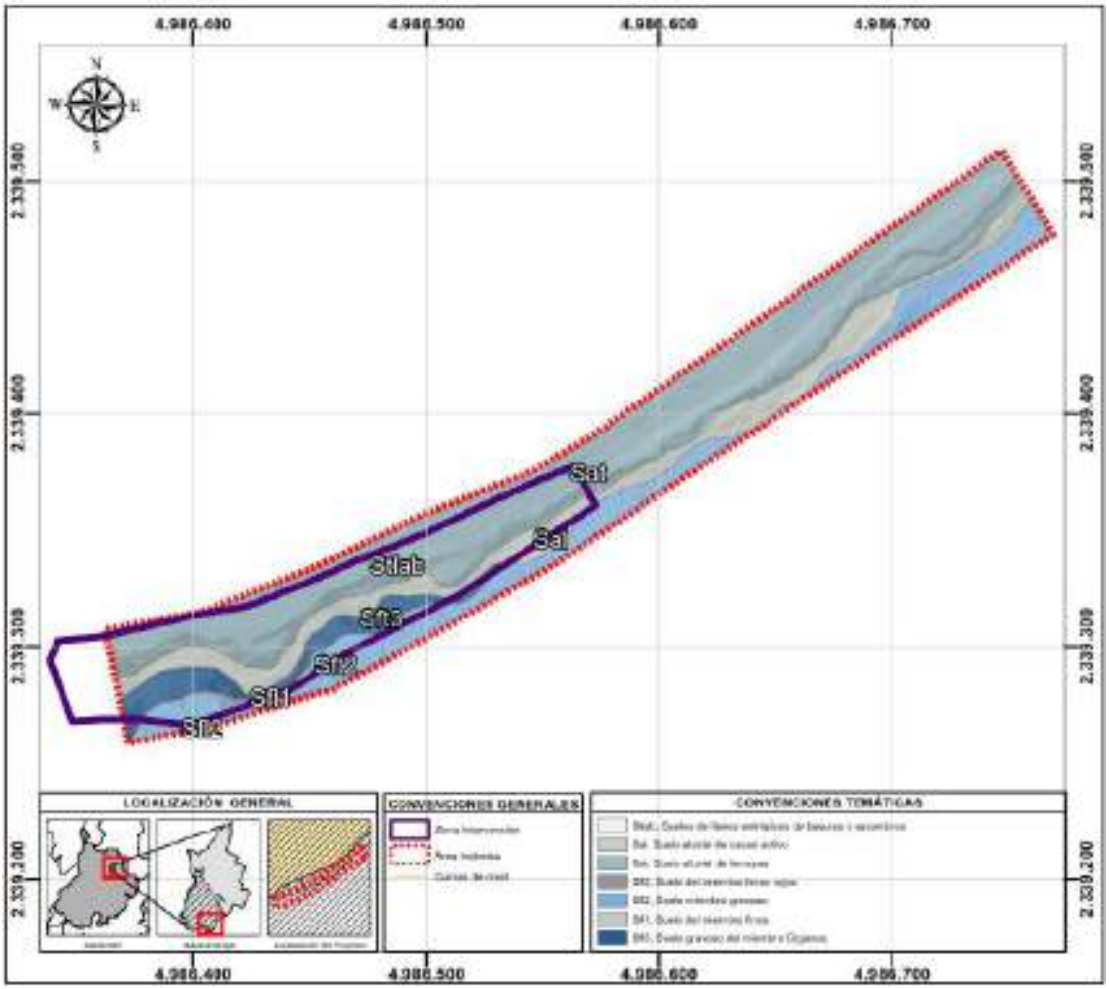


Figura 26. Mapas de Unidades Geológicas para Ingeniería área de estudio Barrio la Cristal Bajo.
Fuente: Elaboración propia.

5.5 GEOMORFOLOGÍA

5.5.1 Metodología

En el estudio de las formas del terreno, fue indispensable la utilización de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), las imágenes satelitales, y el Modelo Digital del Terreno (MDT) elaborados, con el que se calcularon otros factores como las pendientes del terreno, el modelo de sombras, entre otros; con el fin de determinar por medio de interpretación, los tipos de

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

materiales involucrados, los procesos morfodinámicos, y las formas predominantes del terreno. Para su caracterización se consideró la metodología de trabajo que desarrolla la entidad del estado cuya misión es la evaluación de las amenazas naturales (SGC-metodología Carvajal-2011), cuyo marco de jerarquía difiere ligeramente en los niveles de categorización y conceptualización genérica.

A continuación, se enlistan algunos de los insumos utilizados para la caracterización geomorfológica del área de estudio.

- ArcGIS 10.4
- Mapa Geológico (1:25.000): 109 – Zonificación Sismogeotécnica indicativa del área metropolitana de Bucaramanga.
- Imagen Satelital: Lidar.
- Modelo Digital del Terreno.
- Modelo de Sombras

5.5.2 Geomorfología de la zona de estudio según (SGC)

La zona de estudio se encuentra ubicado morfológicamente en la geomorfoestructura correspondiente al sistema Orogénico Andino, conformado a su vez por la provincia geomorfológica Cordillera Oriental (Carvajal, 2002-2002a, y Mendivelso 2009). En la Figura 27 se muestra el esquema de jerarquización geomorfológica propuesto para el estudio del área del barrio Cristal Bajo.



Figura 27. Esquema de Jerarquización geomorfológica.
Fuente: Tomado y Modificado de Velásquez (1999), Carvajal (2002-2008).

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- **Geomorfoestructura**

La geomorfoestructura se refiere a grandes áreas geográficas o amplios espacios continentales o intra continentales caracterizados y definidos por estructuras geológicas y topográficas regionales que han tenido deformación o basculamiento y posiblemente metamorfismo o intrusión ígnea. Se consideran como geomorfoestructura: Los escudos, los bloques de origen continental (Plateaus Orogénicos o Epirogénicos), grandes cuencas de sedimentación, cuencas intracratónicas y rift valleys, plataformas y cinturones orogénicos. Corresponde según Velásquez (1999) a escalas de trabajo menores de 1: 2.500.000.



Figura 28. Localización zona estudio en el mapa Geomorfoestructura de Colombia. Fuente: Tomado y Modificado de Mendivelso (2009).

El área de estudio del barrio La Independencia se encuentra ubicada morfológicamente en la geomorfoestructura correspondiente al sistema orogénico andino descrito por Mendivelso (2009) y dentro de este sistema hace parte la geomorfoestructura de cordillera (Carvajal 2011).

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- **Provincia Geomorfológica**

Corresponde a un conjunto de regiones con geoformas parecidas y definidas por un macro relieve y una génesis geológica similar. Localmente se relacionan con las regiones naturales y con los terrenos geológicos de Colombia los cuales están delimitados por el trazo de mega fracturas y suturas definidas o inferidas (Ingeominas 1999, Velásquez 1999, Irving 1971, Etayo y otros 1986, Villota 1997). El área de estudio se encuentra localizada en la Cordillera Oriental. (Figura 29)

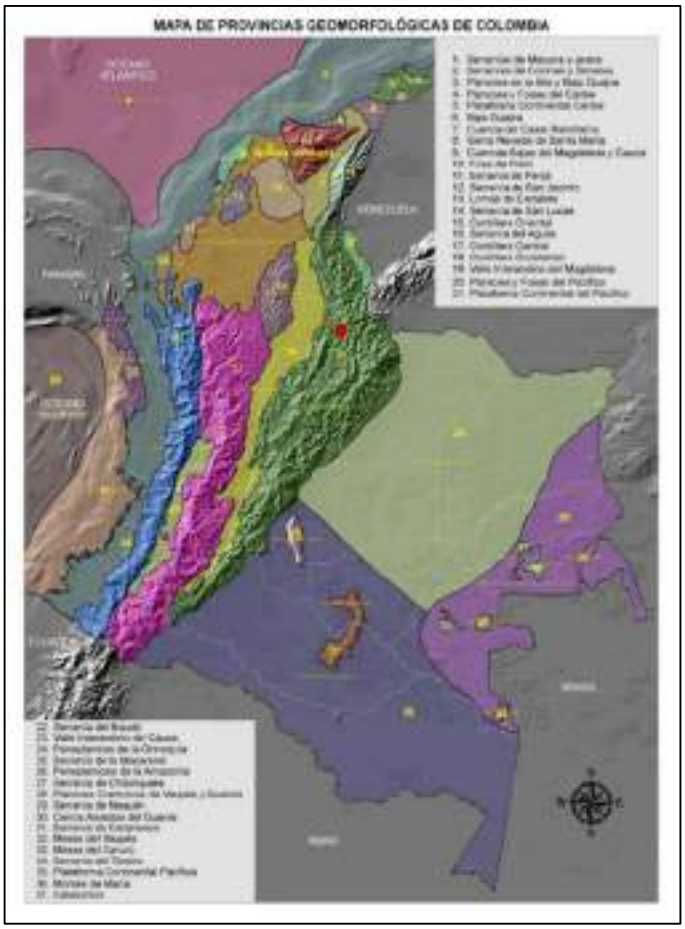


Figura 29. Localización zona estudio en el mapa de Provincias de Colombia. Fuente: Tomado y Modificado de Mendivelso (2009).

El nombre propuesto para la provincia geomorfológica es compuesto y consiste en un término morfológico de macro relieve, combinado con un nombre geográfico definido por el nombre del terreno geológico o región natural respectiva Mendivelso (2008-2009).

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- **Regiones**

Las regiones hacen alusión a los ambientes morfogenético que predominan en el área de estudio, e involucra a las geoformas relacionadas a la génesis de los paisajes, y definidas por un marco de ambiente morfogenético definido y afectados por procesos dinámicos parecidos. Aquí se pueden agrupar áreas equivalentes a vertientes que estén contenidas dentro de una provincia geomorfológica y que representen un ambiente morfogenético particular con condiciones climáticas homogéneas: Eólico, lacustre, fluvial, volcánico, glaciar, denudativo, marino y costero, kárstico, estructural, estructural denudativo y antropogénico.

Tabla 20. Clasificación de Unidades Geomorfológicas según su origen (Ingeominas, 2001).

ORIGEN PRINCIPAL	EJEMPLOS DE FORMAS CON UN ORIGEN ESPECIFICO
FLUVIAL (Erosión Fluvial y Sedimentación)	Geoformas de acumulación y complejas planicies aluviales, transicionales y erosiónales.
LACUSTRE (Erosión Lagunar y Sedimentación)	Geoformas producto de niveles de agua alta (Terrazas), fondos de lagos. (Evaporitas/Playa, no Evaporitas)
MARINO (Erosión Marina y Sedimentación)	Geoformas de ambientes de alta energía, (materiales de grano grueso); de ambientes de baja energía (materiales de grano fino); y asociadas a complejos levantamientos.
VOLCÁNICO (Actividad Volcánica)	Geoformas de conos, cráteres, escarpes volcánicos, flujos de lava y labradas en materiales piroclásticos.
DENUDACIONAL (Meteorización, desgaste de masa, Erosión Linear)	Geoformas asociadas a desgaste, efectos litológicos no mayores. Geoformas influenciadas por la litología y erosión fluvial linear asociadas con procesos denudativos específicos (desgaste de masas).
ESTRUCTURAL (Fallamiento)	Geoformas asociadas con las capas de roca estratificadas o estructuralmente controladas, relacionadas con plegamientos, fallamiento y levantamiento.
ESTRUCTURAL-DENUDACIONAL	Asociaciones denudacionales y estructurales.
KÁRSTICO (Solución y Redepositación)	Geoformas positivas (Colinas), negativas (Depresiones), estructurales y otras (Complejos).

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

ORIGEN PRINCIPAL	EJEMPLOS DE FORMAS CON UN ORIGEN ESPECIFICO
EÓLICO (Erosión por el Viento y Sedimentación)	Geoformas de acumulación (Activas/No activas), y de deflación.
GLACIAL (Erosión y Sedimentación)	Geoformas erosiónales dominantemente de glaciación continental, glaciación de montañas y de acumulación (dominantemente morrenas, hielo, y lomos)
ANTROPOGÉNICO	Aquellas formas del relieve que son el producto de modificaciones causadas por intervención del hombre.

Según la Tabla 20, La zona de estudio (Barrio Cristal Bajo) se encuentra caracterizada por dos regiones que representan los ambientes morfogenéticos, los cuales son: Ambiente Fluvial, Denudacional y Ambiente Antropogénico.

Tabla 21. Unidades geomorfológicas de la zona de estudio (Carvajal, 2001

GEOMORFOESTRUCTURA	REGION	UNIDAD	SUBUNIDAD	SIMBOLO
Orógeno Andino	Ambiente Denudacional	Ladera	Laderas muy inclinadas	D10
		Escarpe	Escarpe denudacional	D7
	Ambiente Fluvial	Depósitos aluviales	Cauce o lecho actual del rio	F1
			Nivel de terraza Medio	F4
	Ambiente Antropogénico	Rellenos	Llenos Mixtos	A5

5.6 UNIDADES Y SUBUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

De la zona de estudio se identificaron unidades y subunidades de los ambientes denudacional y estructural. Estas Unidades se definieron con base en criterios genéticos, morfológico, geométrico, y en función de los procesos geomorfológicos específicos, ya sea de carácter erosivo o de acumulación. Para la delimitación de las geoformas se utilizaron imágenes satelitales y el modelo digital del terreno, las cuales evidenciaban todos los parámetros previamente mencionados junto a procesos dinámicos activos.

5.6.1 Geoformas de Origen Denutativo (D)

Dentro de las geoformas asociadas a los procesos denudativos exógenos se incluyen las geoformas cuya expresión morfológica está definida por la acción combinada de procesos moderados a intensos de meteorización, erosión y transporte de origen gravitacional y pluvial que han remodelado y dejado remanentes de las geoformas morfoestructúrales preexistentes y además crean nuevas geoformas por acumulación de sedimentos.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Dentro de la zona de estudio estas geoformas se distribuyen ampliamente casi por la totalidad de las formaciones, sin embargo, son características de la Formación Bucaramanga. Su origen obedece a los procesos de plegamiento y deformación intensa, durante la formación de la afectación posterior por procesos de meteorización y de denudación diferenciales intensos que generaron la formación local de suelos transportados y depósitos coluviales con los que generalmente se asocian. Morfológicamente presentan estas características generales:

- **Laderas muy inclinadas (D10)**

Superficie natural del terreno cuyas laderas son muy empinadas, producto de procesos principalmente denudacionales, caracterizada por presentar pendientes con inclinaciones entre 40° y 70°. Por lo general en estas zonas la cobertura vegetal es moderada a escasa.

- **Escarpe denudacional (D7)**

Superficie natural del terreno cuyas laderas son muy empinadas, producto de procesos principalmente denudacionales, caracterizada por presentar pendientes con inclinaciones entre 40° y 70°. Por lo general en estas zonas la cobertura vegetal es moderada a escasa.



Fotografía 4.Se observa escarpe denudacional sobre el margen izquierdo de la Quebrada La Cuellar.
Fuente: Elaboración propia.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

5.6.2 Geoformas de Origen Fluvial (F)

Estas geoformas incluyen la superficie del abanico de Bucaramanga, que se distingue como la forma más representativa del terreno en el área y sobre el cual se ha construido más del 80% de la ciudad, así como las diferentes superficies de terraza, valles aluviales asociados a las quebradas y ríos de la región.

Las geoformas de origen fluvial, en la zona de estudio, son el producto de la intensa erosión y depositación por acción de las corrientes, que a su vez son afluentes, la quebrada La Cuellar cauce activo (F1), con depósitos formando Niveles de terraza medio (F4). A continuación, se hace una breve descripción de las unidades aflorantes en la zona de estudio:

- **Cauce o lecho actual del rio (F1)**

Corresponde a las áreas por donde frecuentemente circulan las corrientes permanentes de agua. Dependiendo de la época del año estas geoformas pueden presentar una pequeña variación a la escala cartografiada, debido a la divagación de las corrientes.

En las zonas de San Antonio del Carrizal (municipio de Girón) se encuentran cauces activos de menos de 10 m de ancho, parcialmente canalizados y con algunas casas construidas muy cerca de su lecho. De otra parte, en los valles de los ríos Frío y de Oro, los cauces son bastante amplios con algunas casas construidas muy cerca del rio sobre las terrazas.



Fotografía 5.Se observa nivel de terraza media (F4) sobre la Quebrada la Cuellar (F1)
Fuente: Elaboración propia.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- **Nivel de terraza medida (F4)**

Presentan una morfología plana a ligeramente inclinada limitada por un talud o escarpe adyacente a los cursos actuales de ríos y quebradas. Se forman por la acumulación de material mediante procesos fluviales o fluvio torrenciales, dejando diferentes niveles con alturas menores a los 8 m.

5.6.3 Geoformas de Origen Antrópico (A)

Son formas del terreno cuyo origen está ligado a las actividades humanas de explotación de recursos del subsuelo y al acondicionamiento del terreno tanto para la construcción de obras civiles como para la disposición de desechos tanto orgánicos como inorgánicos. En la zona de estudio predomina la geoforma de origen antrópico asociado a Llenos mixtos (A5).

- **Llenos mixtos (A5)**

En su gran mayoría estas geoformas pertenecen a llenos realizados por el hombre y sus materiales por lo general se componen de acumulaciones de escombros, mezclados con frecuencia con basura.

A continuación, en la Figura 30 se presenta el mapa geomorfológico de la zona de estudio Barrio Cristal Bajo.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

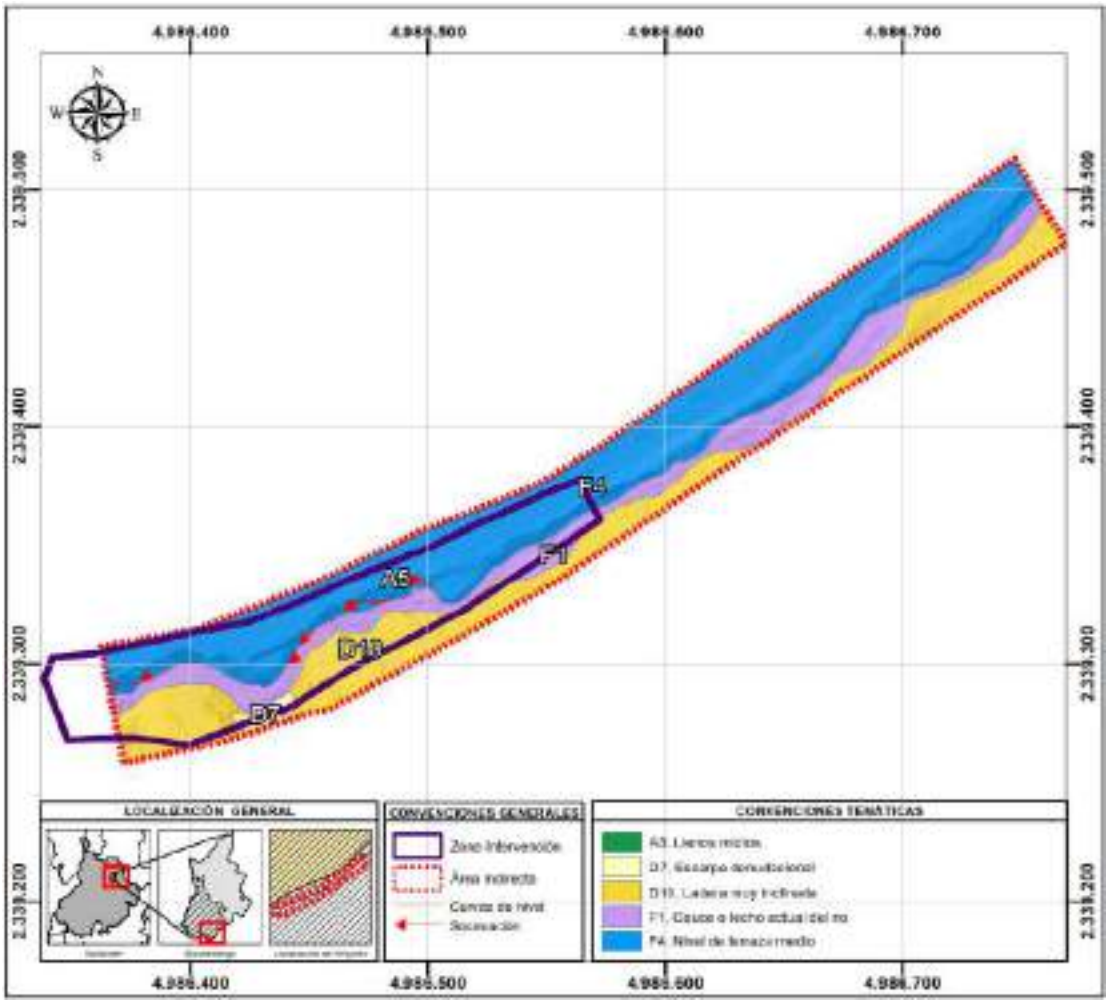


Figura 30.Unidades Geomorfológicas para zona de estudio Barrio Cristal Bajo.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

6. ANÁLISIS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR INUNDACIÓN

6.1 ANÁLISIS DE AMENAZA

De acuerdo a los niveles de inundación obtenidos en capítulos anteriores se presenta el mapa de amenaza por inundación de acuerdo a los siguientes criterios de la CDMB.

- **Amenaza Alta:** Se considera como amenaza alta todas aquellas áreas que se encuentran inundadas para un periodo de retorno de 100 años.
- **Amenaza Media:** Se considera como amenaza media todas aquellas áreas que al momento del análisis hidrodinámico están entre los niveles alcanzados para una frecuencia de ocurrencia de 100 y 500 años.
- **Amenaza Baja:** Todas aquellas áreas para las cuales no existe inundación alguna bajo los periodos de retorno considerados.

En la figura 31 se observa el mapa de amenaza por inundación para un periodo de retorno de 100 años, como se aprecia el barrio no se encuentra en amenaza alta, sin embargo, se deben proyectar obras para el control de socavación lateral y de fondo.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

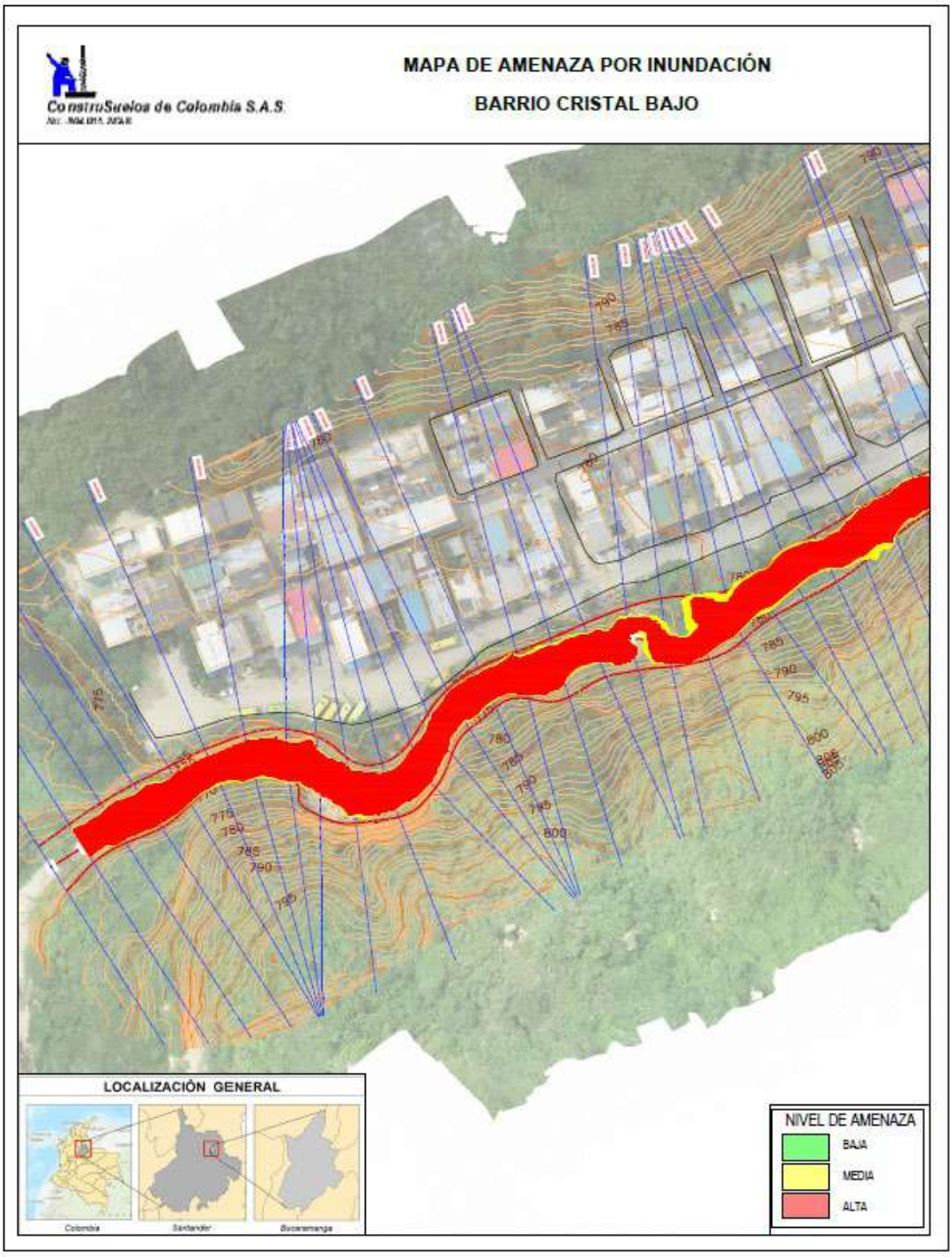


Figura 31. Mapa de amenaza por inundación periodo de retorno de 100 años

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Durante las inspecciones de campo se identificaron procesos erosivos que han afectado el cauce de la quebrada La Cuellar. Los problemas identificados están relacionados con el colapso de algunos tramos de muros en gaviones y por la socavación marcada en los muros existentes y que están en riesgo de colapsar.



Figura 32. Zona afectada por erosión lateral y de fondo



Figura 33. Zona afectada por erosión lateral y de fondo

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Figura 34. Colapsos parciales de los muros en gaviones existentes



Figura 35. Colapsos parciales de los muros en gaviones existentes

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

6.2 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad puede comprenderse como aquel conjunto de condiciones a partir de las cuales una comunidad esta o queda expuesta al peligro de resultar afectada por una amenaza, sea de tipo natural, antrópica o socio-natural. Adicionalmente se define como el grado de pérdida o destrucción de un elemento señalado o de un grupo de elementos en riesgo, como resultado de la ocurrencia de un fenómeno natural de magnitud determinada (Varnes, 1984).

La valoración de la vulnerabilidad puede definirse como el nivel potencial de daño o grado de pérdida de un determinado elemento, expuesto en una escala de 0 a 1.

Con el objeto de evaluar la vulnerabilidad de los elementos dentro del área en estudio, se caracterizaron los diferentes parámetros que se consideran como los más relevantes e influyentes en la valoración de la vulnerabilidad bajo la acción de efectos por fenómenos de inundación.

6.2.1 Factores para determinar la vulnerabilidad

La vulnerabilidad entendida como debilidad frente a las amenazas y como incapacidad de recuperación después de que ha ocurrido un evento, no solo depende de la vecindad física de las poblaciones a las fuentes de las amenazas, sino de otros múltiples factores de distinta índole, todos presentes en las comunidades.

Teniendo en cuenta lo anterior se presenta a continuación los factores que se requieren para definir la vulnerabilidad:

- Exposición: Se refiere a la localización de los elementos con respecto a la amenaza.
- Resistencia: La capacidad de los elementos a resistir el impacto de los eventos amenazantes.
- Resiliencia: La capacidad de una sociedad de recuperarse después del impacto.
- Recuperación: La capacidad de una sociedad de reconstruir después de un desastre.
- Aprendizaje: La capacidad de una sociedad de aprender de los desastres ocurridos.
- Adaptación: La capacidad de una sociedad de cambiar sus patrones de conducta a raíz de la ocurrencia de desastres.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Considerando estos factores se puede hablar de la existencia de una vulnerabilidad global, la cual requiere de un proceso complejo, dinámico y cambiante que determina la probabilidad de que una comunidad quede expuesta o no a la ocurrencia e impacto de un desastre, o que tenga más o menos probabilidad de recuperación.

Sin embargo, para este estudio se hizo énfasis en la vulnerabilidad física y económica de las estructuras existentes (edificaciones y vías), que se encuentran en el área del sector urbano.

6.2.2 Análisis de la Vulnerabilidad

El valor de vulnerabilidad para una construcción depende tanto de las características y calidad de las construcciones como de la localización de las amenazas, por tal motivo en este análisis se enfoca exclusivamente en la vulnerabilidad física, tal como lo establece el Anexo Técnico, con el ajuste a la escala de trabajo (1:2.000) y viene definida por:

$$V = I \times S$$

Dónde:

V: Vulnerabilidad

I: Intensidad del deslizamiento

S: Susceptibilidad de los elementos en riesgo

Este contempla la severidad de la acción del deslizamiento como la capacidad de resistencia brindada por los elementos. Los elementos en riesgo pueden dividirse en dos categorías, comúnmente, personas y elementos económicos.

6.2.2.1 Susceptibilidad de los elementos económicos

Los elementos económicos incluyen edificios, vías o rutas de transporte, y elementos naturales. La capacidad de resistencia para un grado de riesgo es asociada al tipo de estructura (o características de la misma) y el estado en que se encuentra, se aclara que, para el análisis sobre el tipo y estado de edificaciones, se hará con base en el predominio por manzana:

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

$$S_{eco} = 1 - \prod_{i=1}^{2}(1 - S_i)$$

Dónde:
Seco = Susceptibilidad de los elementos económicos.
Si = Factor de susceptibilidad que contribuye a la susceptibilidad de los elementos económicos, incluyendo Stipo y Smant

Para edificaciones el tipo de estructura define la capacidad para resistir la deformación e impacto ocasionados por las fuerzas del deslizamiento. Seis categorías de estructuras y valores del factor de susceptibilidad se muestran en la Tabla 22.

Tabla 22. Valores propuestos para el factor de susceptibilidad asociada con el tipo de estructura.

Tipo de estructura	Resistencia	Stipo
Estructuras simples, ligeras	Ninguna	1,00
Estructuras livianas	Muy baja	0,90
Muros en roca, concreto o madera	Baja	0,70
Muros en ladrillo o estructuras en concreto	Media	0,50
Estructuras en concreto reforzado	Alta	0,30
Estructuras reforzadas	Muy alta	0,10

El factor de susceptibilidad debido al tipo de edificación se calcula utilizando la **Tabla 22**; dependiendo de las estructuras encontradas en la zona, estas se podrán agrupar de la siguiente manera:

- Estructuras simples, ligeras: Aquellas que están construidas con materiales de recuperación, tales como madera, zinc, barro o cartón.
- Estructuras livianas: Edificaciones en mampostería de arcilla cocida o cemento no reforzada y sin elementos estructurales.
- Estructuras con muros en mampostería confinada: Edificaciones en mampostería de arcilla cocida o concreto con algunos elementos estructurales tales como vigas o columnas, que le brindan cierto grado de confinamiento.
- Estructuras en concreto reforzado: Edificaciones con sistema estructural a porticado que le brindan un alto grado de confinamiento.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

El factor de susceptibilidad debido al mantenimiento puede asignarse de manera subjetiva, como el estado promedio de las edificaciones por manzanas, como se muestra en la Tabla 23.

Tabla 23.Valores propuestos para el factor de susceptibilidad por el estado de la edificación

Estado de la edificación	Smant
Deficiente	0,50
Malo	0,40
Medio	0,25
Bueno	0,10
Muy bueno	0,00

Con el objetivo de implementar la metodología propuesta en el anexo técnico se procedió a evaluar y calcular la susceptibilidad mediante visitas técnicas en las cuales se identificaron diferentes estructuras y sus condiciones de mantenimiento.

En el sector de Cristal bajo, en la zona de influencia se identificó un tipo de vivienda, en las que se evidencio estructuras livianas, edificaciones en mampostería o cemento no reforzada y sin elementos estructurales.

6.2.2.2 Intensidad

Para este parámetro de acuerdo a los anexos técnicos está relacionado con la posición de los elementos expuestos con respecto a la amenaza. Sin embargo, para este parámetro se deben tener en cuenta características cinéticas y cinemáticas de las inundaciones y estas dependen de las precipitaciones en las cuencas y caudales en las fuentes hídricas, se propone como ajuste a la intensidad la evaluación de la posición de los elementos expuestos con respecto a la amenaza por inundación.

Tabla 24.Valores de intensidad para cada nivel de amenaza por inundación.

Amenaza	Intensidad
Alta	0,5
Media	0,3
Baja	0,1

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Basados en los resultados del estudio de amenaza por inundación, se asignó un valor de intensidad a cada una de los elementos del sector Cristal Bajo del municipio de Bucaramanga, de acuerdo al nivel de amenaza en el que se encuentran catalogados.

6.2.2.3 Resultados de la Vulnerabilidad

Para toda la infraestructura pública, privada y la población que se encuentra dentro del sector del área de influencia de Cristal Bajo se calculó la vulnerabilidad aplicando la siguiente metodología, en donde se asignó un porcentaje de relevancia a cada uno de los parámetros analizados.

$$Veco = Intensidad\ x\ Selementos\ en\ riesgo$$
$$Seco = 1 - (1 - Stipo)(1 - Smant)$$

Teniendo en cuenta las anteriores formulas se zonificaron las áreas de manera cualitativa de acuerdo a los siguientes criterios, los cuales se plasman en el mapa de vulnerabilidad.

Tabla 25.Calificación de la Vulnerabilidad.

Categoría de Vulnerabilidad	Rango
Alta	0.25<
Media	0,15 – 0,25
Baja	<0,15

Dado que en las áreas catalogadas con amenaza alta por inundación, no hay presencia de elementos expuestos, la zonificación de vulnerabilidad es de nivel bajo.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

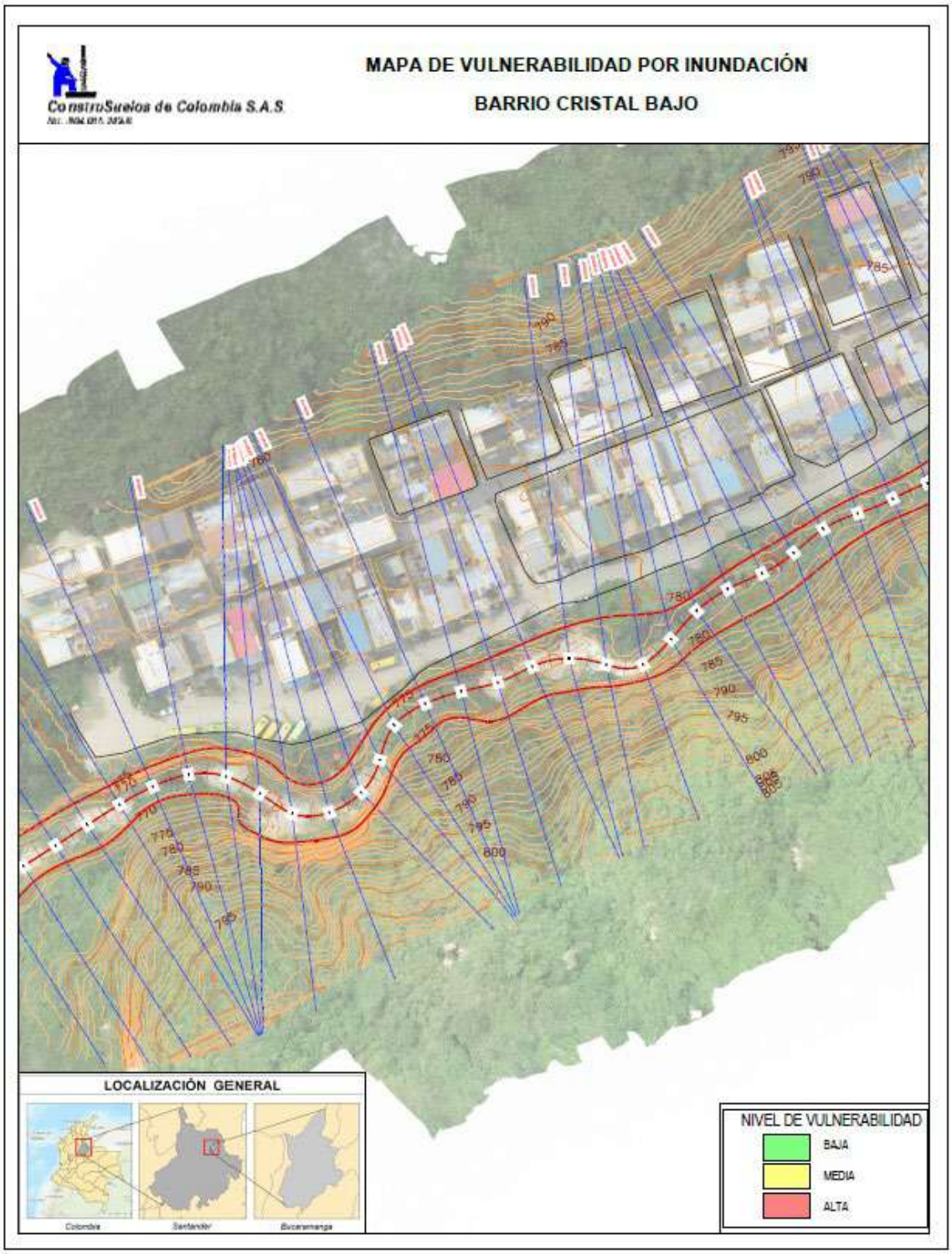


Figura 36. Mapa de vulnerabilidad a inundaciónen el sector de cristal bajo

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 26. Clasificación de los niveles de vulnerabilidad.

Nivel de vulnerabilidad	Descripción
Vulnerabilidad Baja	Los elementos con vulnerabilidad baja corresponden generalmente a estructuras en buen estado y que no se encuentran cerca a ningún drenaje.
Vulnerabilidad Media	Los elementos con vulnerabilidad media son aquellos que presentan una mayor susceptibilidad y adicionalmente se encuentran en zonas de drenaje propensas a presentar inundación.
Vulnerabilidad Alta	Los elementos que presentan vulnerabilidad alta se encuentran junto a los drenajes principales o en las zonas de divagación.

6.3 EVALUACIÓN DE RIESGO

El riesgo es el desastre potencial, definido como el daño, destrucción o pérdida esperada obtenida de la convolución de la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales amenazas, matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas y sociales en un cierto sitio y en un cierto período de tiempo. (Cardona, 1997a).

El riesgo se relaciona con algo que aún no ha sucedido, se refiere a una situación potencial y suele definir como las posibles consecuencias desfavorables económicas, sociales y ambientales que se pueden presentarse a raíz de ocurrir un evento dañino en un contexto de debilidad social y física ante el mismo.

Debido a la complejidad del fenómeno de inundación y a la dinámica de los elementos expuestos, hay una variedad de posibilidades tanto en la amenaza como en la vulnerabilidad que hace necesario enriquecer el estudio para que sirva como herramienta en la planificación territorial y la prevención de desastres.

Se presenta una propuesta de zonificación del riesgo por inundación y se traduce metodológicamente en la combinación de la amenaza con los indicadores de

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

vulnerabilidad que le son propios, para producir la estimación del riesgo ante esta amenaza.

La propuesta se apoya en la construcción de mapas temáticos para las amenazas y vulnerabilidades específicas.

En el caso particular de este estudio se estimó el riesgo como el producto de la probabilidad de la amenaza por las consecuencias para los elementos en riesgo.

$$R = A \times V$$

Dónde: R: Riesgo
A: Amenaza por fenómenos de inundación
V: Vulnerabilidad

6.3.1 Resultados de la Evaluación del Riesgo

El objetivo final del estudio es establecer los elementos en riesgo, para la generación del mapa de riesgo se cruzaron el mapa de amenaza y el mapa de vulnerabilidad además de las observaciones que se van generando en el cruce de estos mapas.

Conocido el valor de los elementos, así como su afectación acumulada, pueden determinarse las consecuencias, las cuales se presentan en el mapa de riesgo. El proceso de clasificación del riesgo se realizó a partir de la Tabla 27.

Tabla 27.Matriz de riesgos.

	Niveles de Amenaza		
Niveles de Vulnerabilidad	**Alta**	**Media**	**Baja**
Alta	Alto	Alto	Medio
Media	Alto	Medio	Medio
Baja	Medio	Medio	Bajo

Como resultado del proceso metodológico realizado y teniendo en cuenta que el riesgo está en función de la amenaza y la vulnerabilidad, se presenta a continuación el mapa de riesgo por inundación para el sector de Cristal Bajo. Ver Figura 37.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

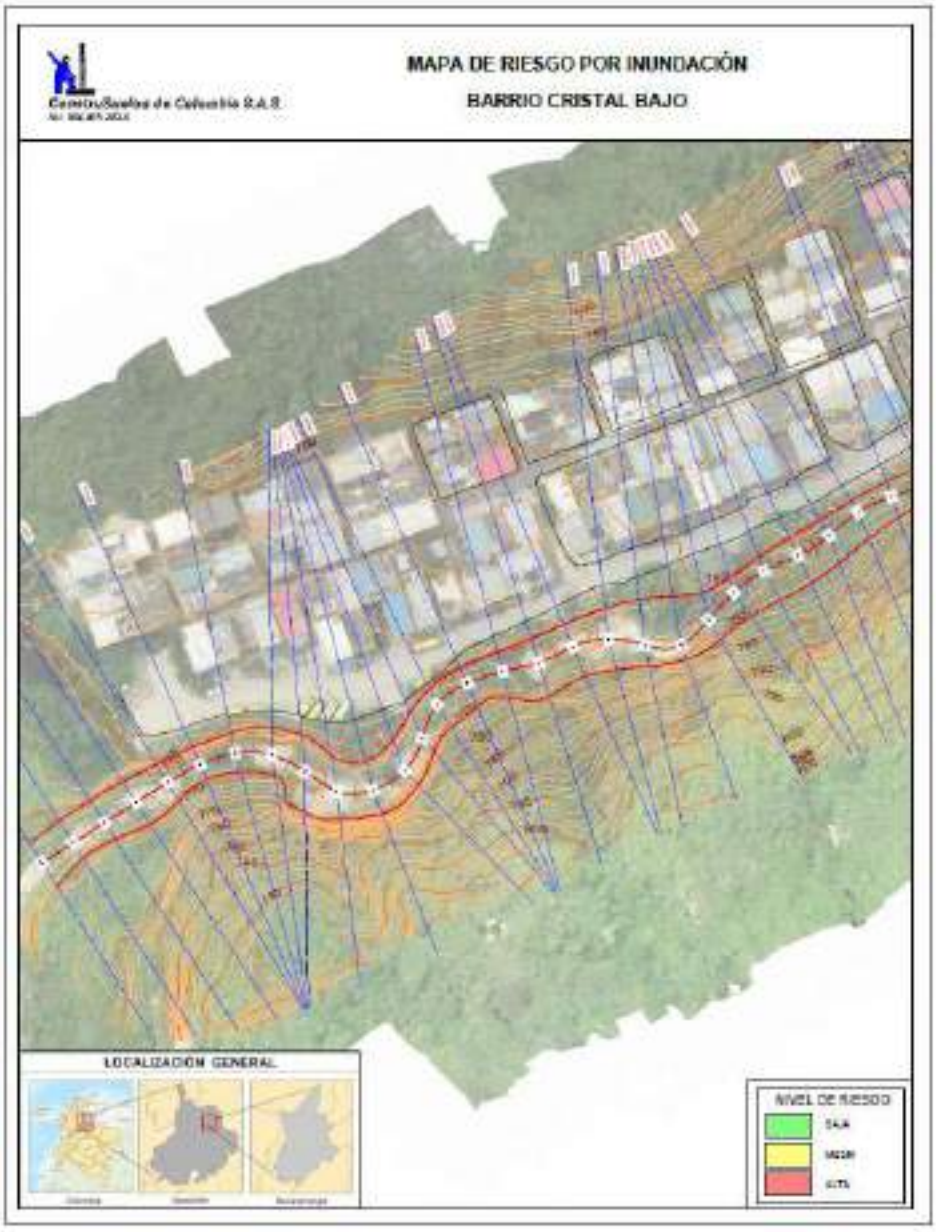


Figura 37. Mapa de riesgo por inundación.

Dado que, en las áreas catalogadas con amenaza alta por inundación, no hay presencia de elementos expuestos, la zonificación de riesgo es de nivel bajo.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 28.Clasificación de los niveles de Riesgo.

Nivel de Riesgo	Descripción
Riesgo Bajo	Corresponde a zonas donde los elementos no se encuentran expuestos a inundación y las estructuras presentan una baja susceptibilidad.
Riesgo Medio	Los sectores donde se presentan zonas de riesgo medio generalmente se encuentran cercanos a los drenajes o sus estructuras son susceptibles estos fenómenos.
Riesgo Alto	Las zonas de riesgo alto se encuentran principalmente junto a los drenajes principales o sobre el área de amenaza alta a inundación

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

6.4 PLANTEAMIENTO, ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN

De acuerdo con los resultados de zonificación de amenaza por inundación, se presenta a continuación la definición de las medidas mitigación.

Criterios Adoptados:

- En aquellos sectores zonificados con amenaza media y alta por inundacion, en donde se han identificado procesos de socavación lateral y de fondo sobre las estructuras de protección existentes con evidencias de colapsos recientes, se implementarán obras de mitigación conformadas por nuevos muros de contención en gaviones con protección ante efectos de socavación.

6.4.1 Medidas estructurales

De acuerdo a las alturas de cota de inundación, a los problemas de socavación lateral y de fondo y a los colapsos de algunos tramos de muro, se propone la construcción de un muro de contención en gaviones de 680m de longitud y alturas variables de 3.0m, 4.0m y 5.0m, de acuerdo a las cotas de implantación en cada sector.

6.4.2 Medidas No estructurales

Dentro de las zonas afectadas por procesos de inestabilidad no se identificaron viviendas que requieran ser reubicadas, las obras propuestas se plantean construir sobre la margen derecha de la quebrada La Cuellar y en este sector no hay presencia de viviendas.

Como medidas adicionales no estructurales, se plantea la revegetalizacion de algunos taludes expuestos.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

6.5 ALTERNATIVA DE OBRAS DE MITIGACIÓN

De acuerdo a las alturas de cota de inundación, a los problemas de socavación lateral y de fondo y a los colapsos de algunos tramos de muro, se estudiaron dos alternativas de intervención así:

- Muros en concreto reforzado: se analizó la posibilidad de implementar muros en concreto reforzado tipo cantiléver, sin embargo, constructivamente requiere mayores anchos de zarpa y por tanto las excavaciones afectarían los elementos expuestos localizados en la corona, adicionalmente, para las alturas requeridas, los costos son mucho más elevados que un muro en gaviones.

- Muros en gaviones: esta alternativa de muros en gaviones recubiertos en concreto, apoyados sobre dentellones en concreto ciclópeo para controlar efectos de socavación y de fondo, es la la mejor alternativa desde el punto de vista de efectividad del método, viabilidad constructiva y costos.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

7. DISEÑOS DE OBRAS DE MITIGACIÓN

7.1 ESCENARIO DE DISEÑO

De acuerdo a las alturas de cota de inundación, a los problemas de socavación lateral y de fondo y a los colapsos de algunos tramos de muro, se propone la construcción de un muro de contención en gaviones de 680m de longitud y alturas variables de 3.0m, 4.0m y 5.0m, de acuerdo a las cotas de implantación en cada sector.



Figura 38. Muro en gaviones propuesto a lo largo de la margen derecha – Barrio Cristal Bajo

Con base a la configuración del muro en gaviones propuesto, se contempla que el escenario critico de diseño sería el que se muestra en las figuras 39 a 41. En este escenario se tiene un nivel máximo del rio para el periodo de retorno de diseño y un nivel de socavación máximo.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

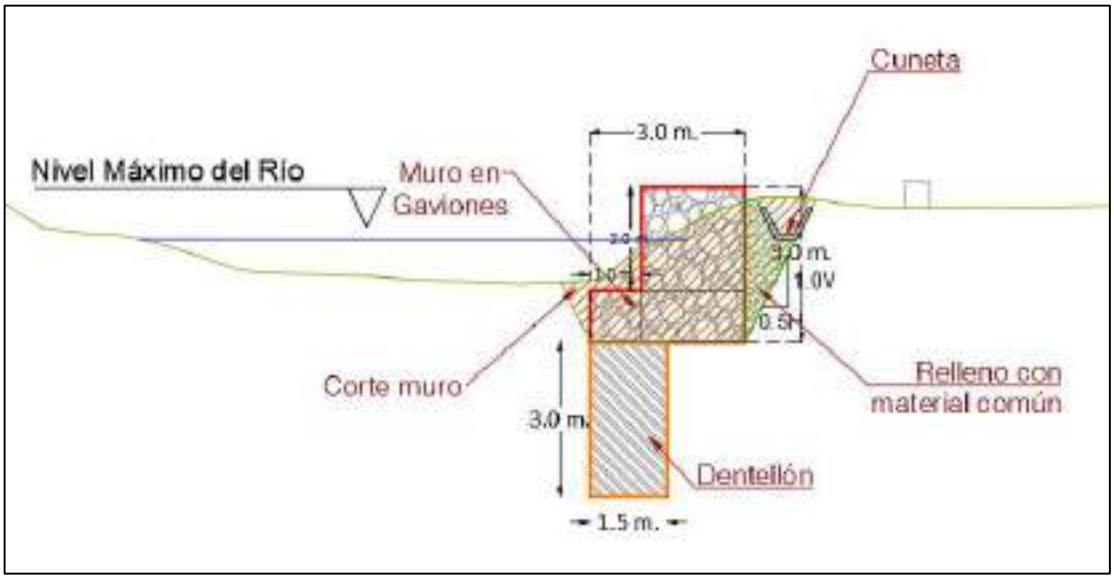


Figura 39. Escenario de diseño - Muro H= 3.00 m

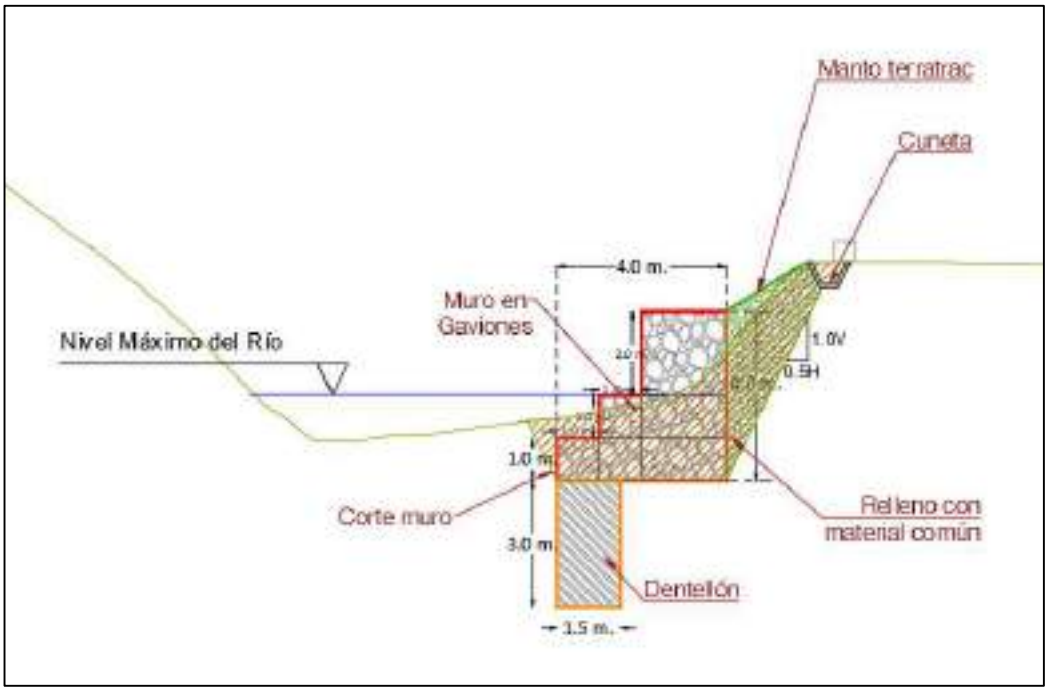


Figura 40. Escenario de diseño - Muro H= 4.00 m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

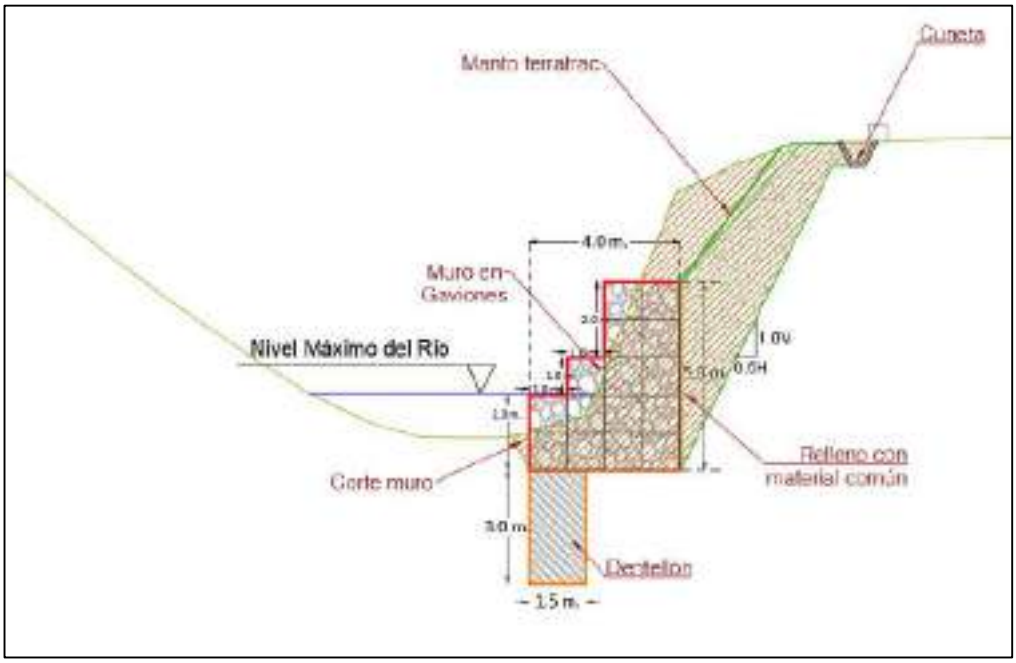


Figura 41. Escenario de diseño - Muro H= 5.00 m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

7.2 EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE EFECTOS SÍSMICOS

7.2.1 Información para Espectro de Diseño NSR – 10

El diseñador estructural debe tener en cuenta los diseños sismo resistentes, para zonas de amenaza sísmica alta, ***Aa = 0.25*** y ***Ad = 0.09.***

De acuerdo a los estudios realizado., el perfil de suelo se clasifica como perfil ***Tipo C.***

Departamento de Santander

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Bucaramanga	68001	0.25	0.25	Alta	0.15	0.09

Figura 42. Valores de Aa, Av, Ae y Ad y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos.

Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s > $\bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (≈1 kg/cm²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplen cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈1 kg/cm²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (≈0.5 kg/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\bar{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w ≥ 40% 50 kPa (≈0.50 kg/cm²) > $\bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con índice de Plasticidad IP > 75) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

Figura 43. Clasificación de los perfiles de suelo, C.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

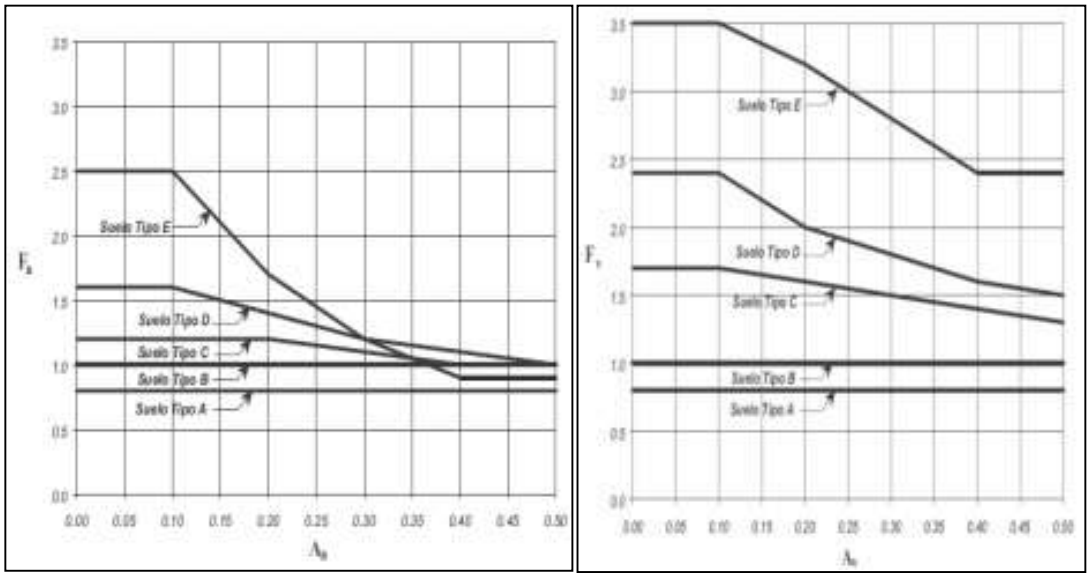


Figura 44. Coeficiente de amplificación Fa y Fv del suelo para la zona de periodos cortos del espectro.

7.2.2 Parámetros para Análisis Seudo Estático de Taludes

Para la realización de análisis seudo estático de taludes se evaluará la aceleración horizontal de acuerdo a criterio de la norma NSR 2010.

H.5.2.5 — SISMO DE DISEÑO — Para efectos del análisis y diseño de taludes, se debe emplear la aceleración máxima del terreno, a_{max}, obtenida bien sea de un espectro (aceleración del espectro de diseño para periodo cero) o por medio de análisis de amplificación de onda unidimensionales o bidimensionales, correspondiente a los movimientos sísmicos definidos en el Capítulo A.2, particularmente en los numerales A.2.1, A.2.2, A.2.3, A.2.4 Y A.2.5. En caso de que el sitio objeto de análisis haga parte de un estudio de microzonificación sísmica aprobado, se utilizará la aceleración máxima superficial del terreno establecida en el espectro de diseño respectivo en lugar de lo estipulado en la sección A.2. El coeficiente sísmico de diseño para análisis seudoestático de taludes KST tiene valor inferior o igual al de a_{max} y se admiten los siguientes valores mínimos de K_{ST}/a_{max}, dependiendo del tipo de material térreo (reforzado o no) y del tipo de análisis.

Tabla 29. Valores mínimos para análisis seudo estáticos de taludes.

Tabla H.5.2-1
Valores de K_{ST}/a_{max} Mínimos para Análisis Seudoestático de Taludes

Material	K_{ST}/a_{max} Mínimo	Análisis de Amplificación Mínimo
Suelos, enrocados y macizos rocosos muy fracturados (RQD < 50%)	0.80	Ninguno
Macizos rocosos (RQD > 50%)	1.00	Ninguno
Todos los materiales térreos	0.67	Amplificación de onda unidimensional en dos columnas y promediar
Todos los materiales térreos	0.50	Amplificación de onda bidimensional

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Debido a que, para este estudio, no se contempla en los términos de referencia realizar análisis de amplificación de onda, se establecerá la aceleración máxima del terreno a_{max}, mediante un espectro de aceleraciones.

De acuerdo figura 11, la aceleración máxima del terreno a_{max}, está dada por la aceleración del espectro de diseño para periodo cero así,

$a_{max} = A_a * F_a * I$ Ecuación (1)

A_a= Coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño.
F_a= Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos de sitio, adimensional.
I= Coeficiente de importancia.

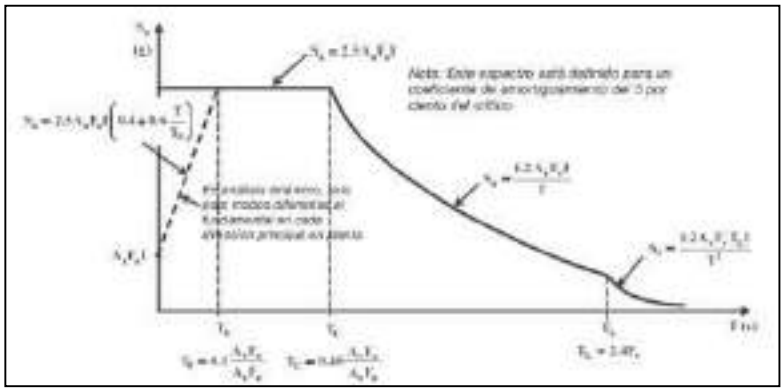


Figura 45. Espectro elástico de aceleraciones de diseño como fracción de g.

Para el municipio de Bucaramanga, el valor de Aa corresponde a 0.25. De acuerdo al tipo de perfil de suelo, basados en la clasificación de los perfiles de suelo NSR – 10, el tipo de perfil corresponde al C y se asumió un coeficiente de importancia de 1.0.

$a_{max} = 0.25 * 1.15 * 1.0$

$a_{max} = 0.2875$

Por lo anterior expuesto, el coeficiente sísmico de diseño Kx, se estimó como el 80% del valor de la aceleración máxima a_{max}, que está dada por la aceleración del espectro de diseño para periodo cero, ***Kx=0.23g*.**

Por otro lado, para análisis temporales, los parámetros sísmicos seudo estáticos de Construcción serán el 50% de los de Diseño.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

7.3 EVALUACIÓN DE CONDICIONES DE ESTABILIDAD DE MUROS DE CONTENCIÓN EN GAVIONES

Los análisis de los estados límite de falla del muro, comprenden la evaluación de los factores de seguridad por volteo, deslizamiento, falla por capacidad de carga y estabilidad general requeridos por la NSR – 10 utilizando el algoritmo o programa GAVIÓN WALL de Geo5.

Se recomienda la construcción de muros en gavión de 3.0 a 5.0 metros de altura, el cual debe estar enterrado 1.0 metro.

Los factores de seguridad a volcamiento, deslizamiento Capacidad portante y excentricidad, son superiores a los admisibles. Ver la tabla a continuación.

Tabla 30. Factores de seguridad mínimos de la NSR-10.

Condición	Construcción	Estático	Sismo	Seudo estático
Deslizamiento	1.60	1.60	Diseño	1.05
Volcamiento: el que resulte más crítico de Momento Resistente/ Momento Actuante Excentricidad en el sentido del momento (e/B)	 ≥ 3.00 ≤ 1/6	 ≥ 3.00 ≤ 1/6	 Diseño Diseño	 ≥ 2.00 ≤ 1/4
Capacidad portante	Iguales a los de la Tabla H.4.1			
Estabilidad intrinseca materiales térreos (reforzados o no)	Iguales a los de la Tabla H.2.1			
Estabilidad intrinseca materiales manufacturados	Según material (Concreto-Titulo C; Madera-Titulo G; etc.)			
Estabilidad general del sistema: Permanente o de Larga duración (> 6 meses) Temporal o de Corta duración (< 6 meses)	 1.20 1.20	 1.50 1.30	 Diseño 50% de Diseño	 1.05 1.00
Laderas adyacentes (Zona de influencia > 2.5H)	1.20	1.50	Diseño	1.05

A continuación, se muestran los resultados de los análisis de estabilidad del muro de protección en gaviones propuesto como alternativa de obra de mitigación.

7.3.1.1 Parámetros de diseño muro

- Inclinación del muro: 0°
- Peso específico de las piedras: 20.0 KN/m3.
- Porosidad de los Gaviones: 30%.
- Uso de Geotextil en Terraplén.
- Reducción por fricción: 10%.
- Malla y diámetro del alambre: 8x10, ϕ 2.7mm CD.
- Altura del Gavión: 3.0, 4.0 y 5.0 metros.
- Ancho del Gavión: 3.0 y 4.0 metros.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Material de conformación – rellenos

- Soil Model: Mohr-Coulomb
- Peso volumétrico: 18.0 kN/m3
- Cohesión: 0.0 kPa
- Ø:30.0°

Suelo de fundación – depósitos aluviales

- Soil Model: Mohr-Coulomb
- Peso volumétrico: 18.0 kN/m3
- Cohesión: 6.0 kPa
- Ø: 32°

7.4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GAVIÓN WALL DE GEO5 (CONDICIÓN ESTÁTICA)

Como se observa, el muro no tendría presión pasiva ya que se esperan niveles de socavación entre 2.0 y 3.0m.

A continuación, en la siguiente figura se presentan las fuerzas que se contemplan en los análisis:

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

7.4.1 Muro H=3.00 m

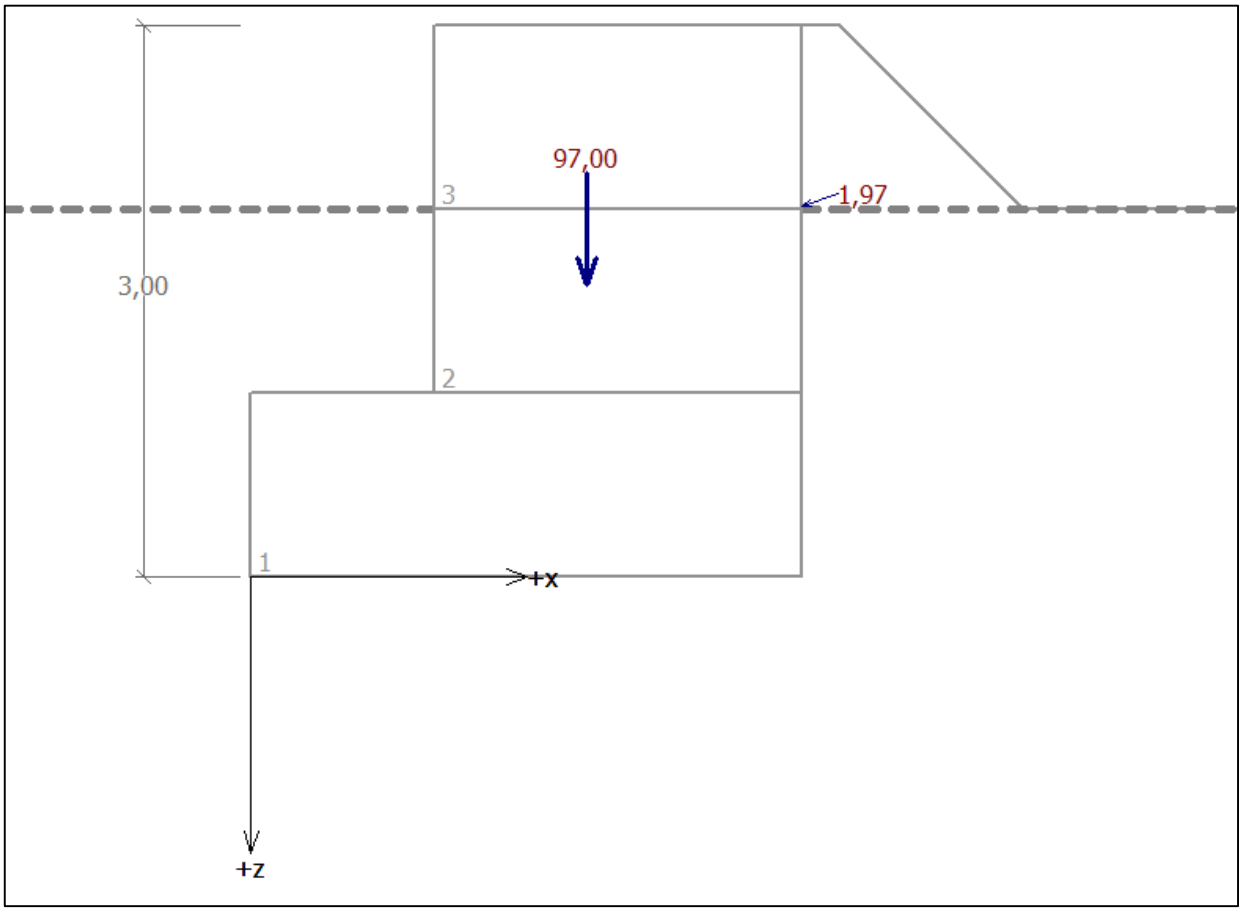


Figura 46. Análisis de estabilidad en condición estática. Muro H= 3.00 m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Proyecto Cristal Bajo

Gabion analysis

Input data

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Verification No. 1

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0,00	-1,59	97,00	1,83	1,000
Active pressure	1,85	-2,01	0,68	3,00	1,000
Water pressure	0,00	-3,00	0,00	3,00	1,000

Verification of complete wall

Check for overturning stability

Resisting moment M_{RES} = 179,55 kNm/m
Overturning moment M_{OVT} = 3,72 kNm/m

Safety factor = 48,28 > 3,00
Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip

Resisting horizontal force H_{RES} = 79,04 kN/m
Active horizontal force H_{ACT} = 1,85 kN/m

Safety factor = 42,81 > 1,60
Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Bearing capacity of foundation soil

Design load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [-]	Stress [kPa]
1	-29,31	97,68	1,85	0,000	32,56

Service load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	-29,31	97,68	1,85

Figura 47. Análisis de estabilidad en condición estática. Muro H= 3.00 m

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

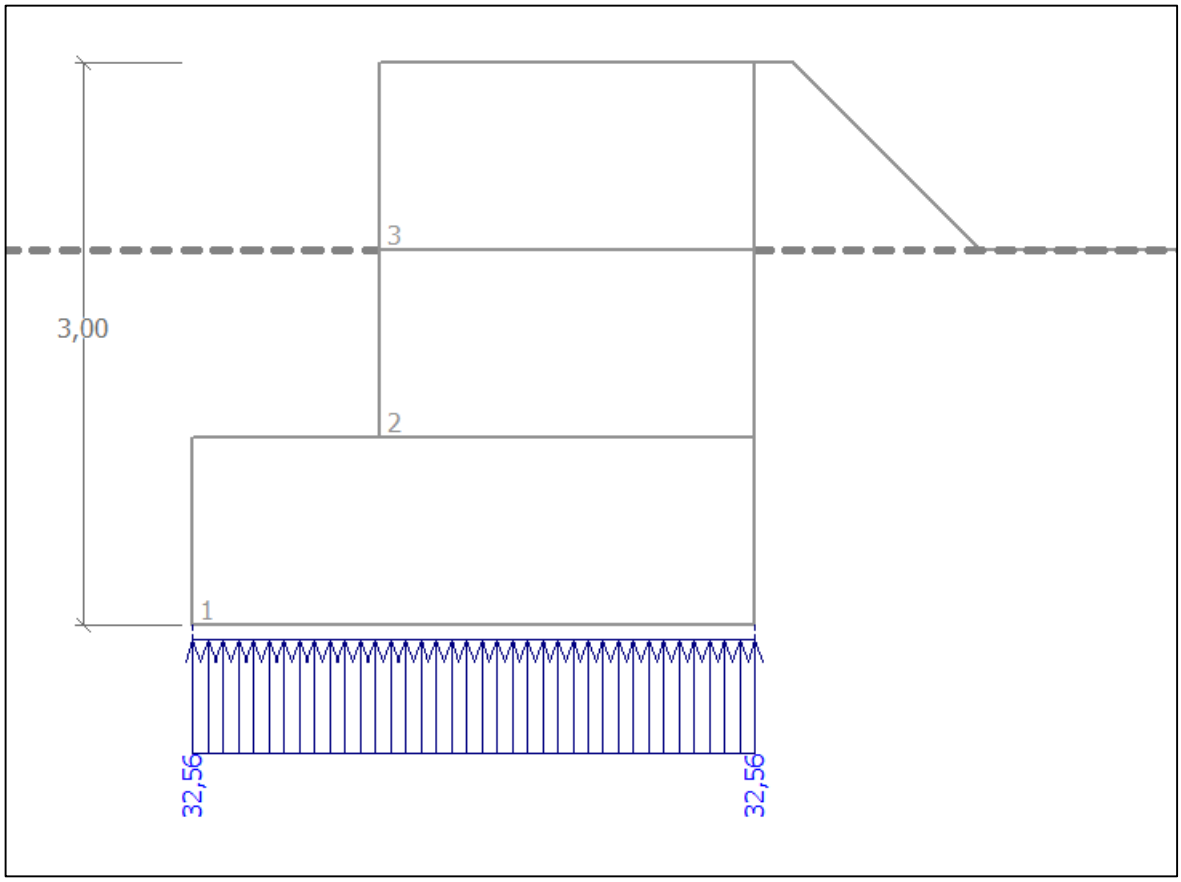


Figura 48. Presión máxima en condición estática. Muro H= 3.00 m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

7.4.2 Muro H= 4.00 m

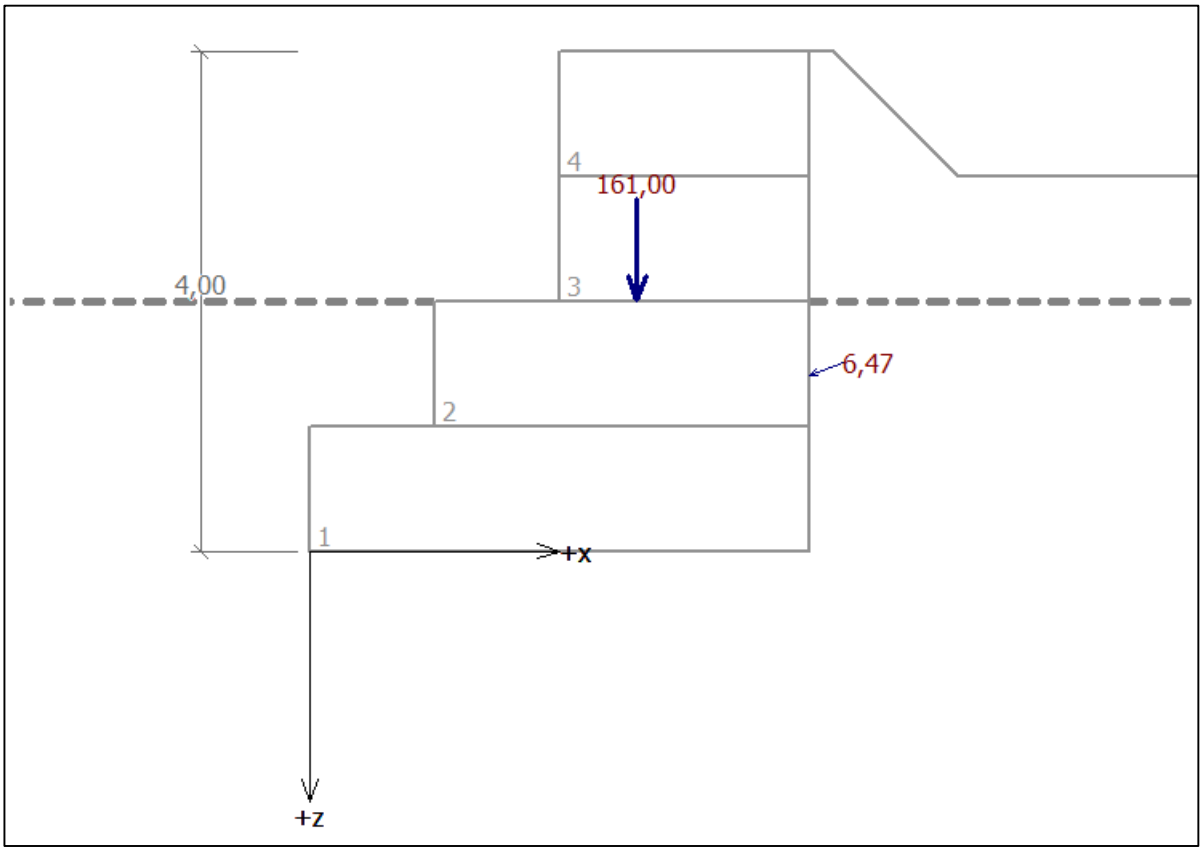


Figura 49. Análisis de estabilidad en condición estática. Muro H= 4.00 m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Proyecto Cristal Bajo

Gabion analysis

Input data

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Verification No. 1

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0,00	-2,01	161,00	2,82	1,000
Active pressure	6,04	-1,40	2,32	4,00	1,000
Water pressure	0,00	-4,00	0,00	4,00	1,000

Verification of complete wall

Check for overturning stability

Resisting moment M_{RES} = 431,78 kNm/m
Overturning moment M_{OVT} = 8,48 kNm/m

Safety factor = 50,91 > 3,00
Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip

Resisting horizontal force H_{RES} = 126,05 kN/m
Active horizontal force H_{ACT} = 6,04 kN/m

Safety factor = 20,88 > 1,60
Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Bearing capacity of foundation soil

Design load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [-]	Stress [kPa]
1	-96,66	163,32	6,04	0,000	40,83

Service load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	-96,66	163,32	6,04

Figura 50. Análisis de estabilidad en condición estática. Muro H= 4.00 m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

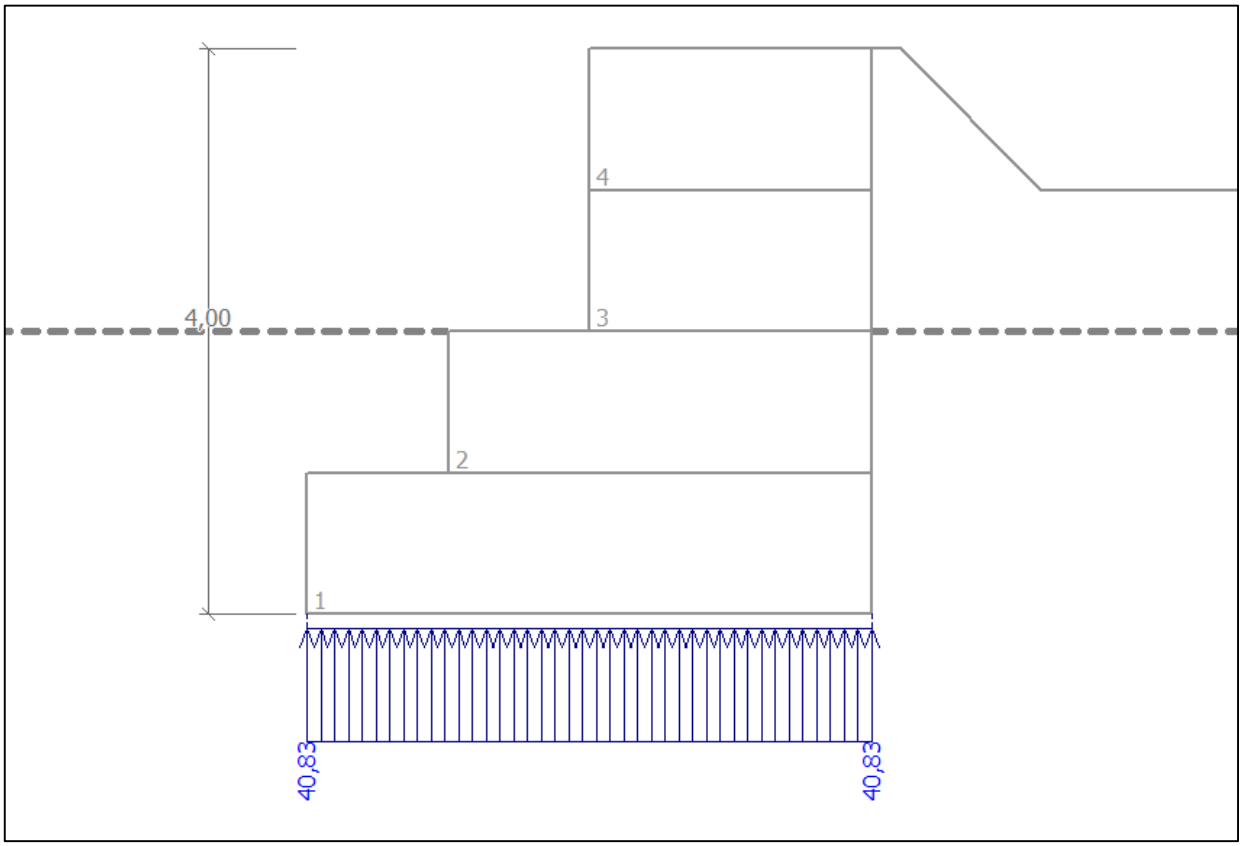


Figura 51. Presión máxima en condición estática. Muro H= 4.00 m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

7.4.3 Muro H= 5.00 m

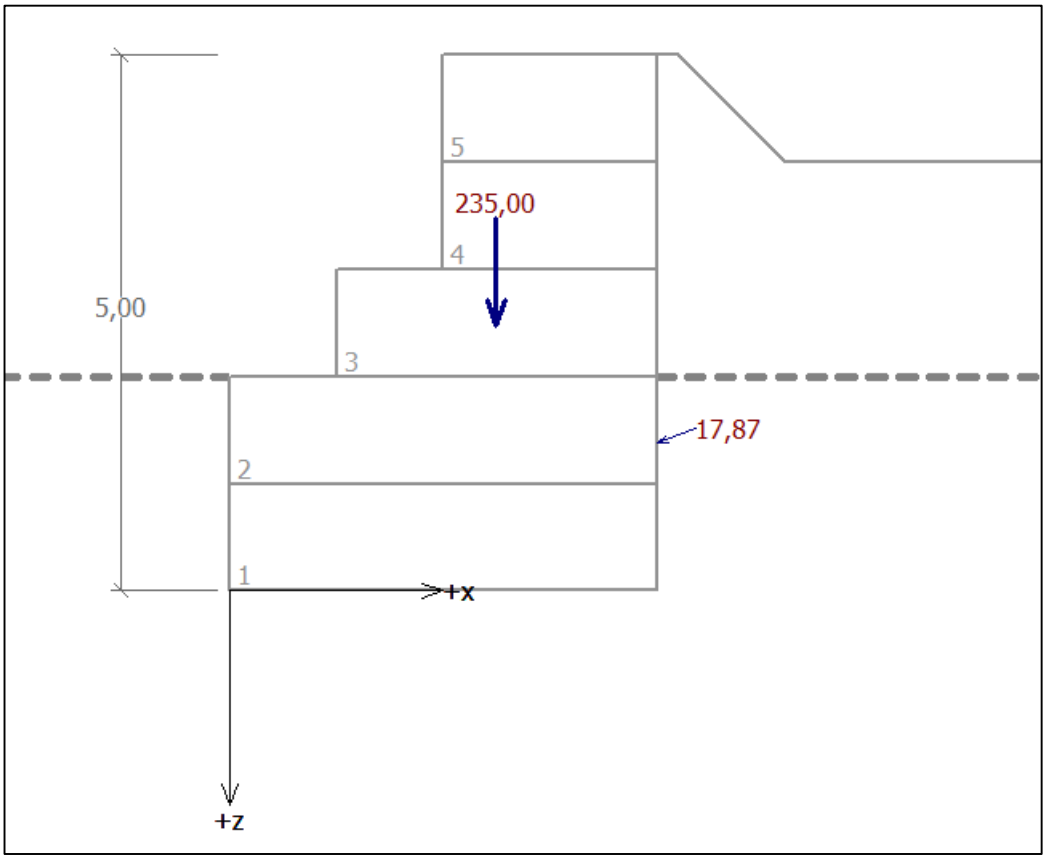


Figura 52. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 5.00 m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Proyecto Cristal Bajo

Gabion analysis

Input data

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Verification No. 1

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0,00	-2,47	235,00	2,49	1,000
Active pressure	16,65	-1,38	6,47	4,00	1,000
Water pressure	0,00	-5,00	0,00	4,00	1,000

Verification of complete wall

Check for overturning stability

Resisting moment M_{res} = 611,38 kNm/m

Overturning moment M_{ovr} = 23,01 kNm/m

Safety factor = 26,57 > 3,00

Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip

Resisting horizontal force H_{res} = 174,88 kN/m

Active horizontal force H_{act} = 16,65 kN/m

Safety factor = 10,50 > 1,80

Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Bearing capacity of foundation soil

Design load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [-]	Stress [kPa]
1	-105,42	241,47	16,65	0,000	60,37

Service load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	-105,42	241,47	16,65

Figura 53. Análisis de estabilidad en condición estática. Muro H= 5.00 m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

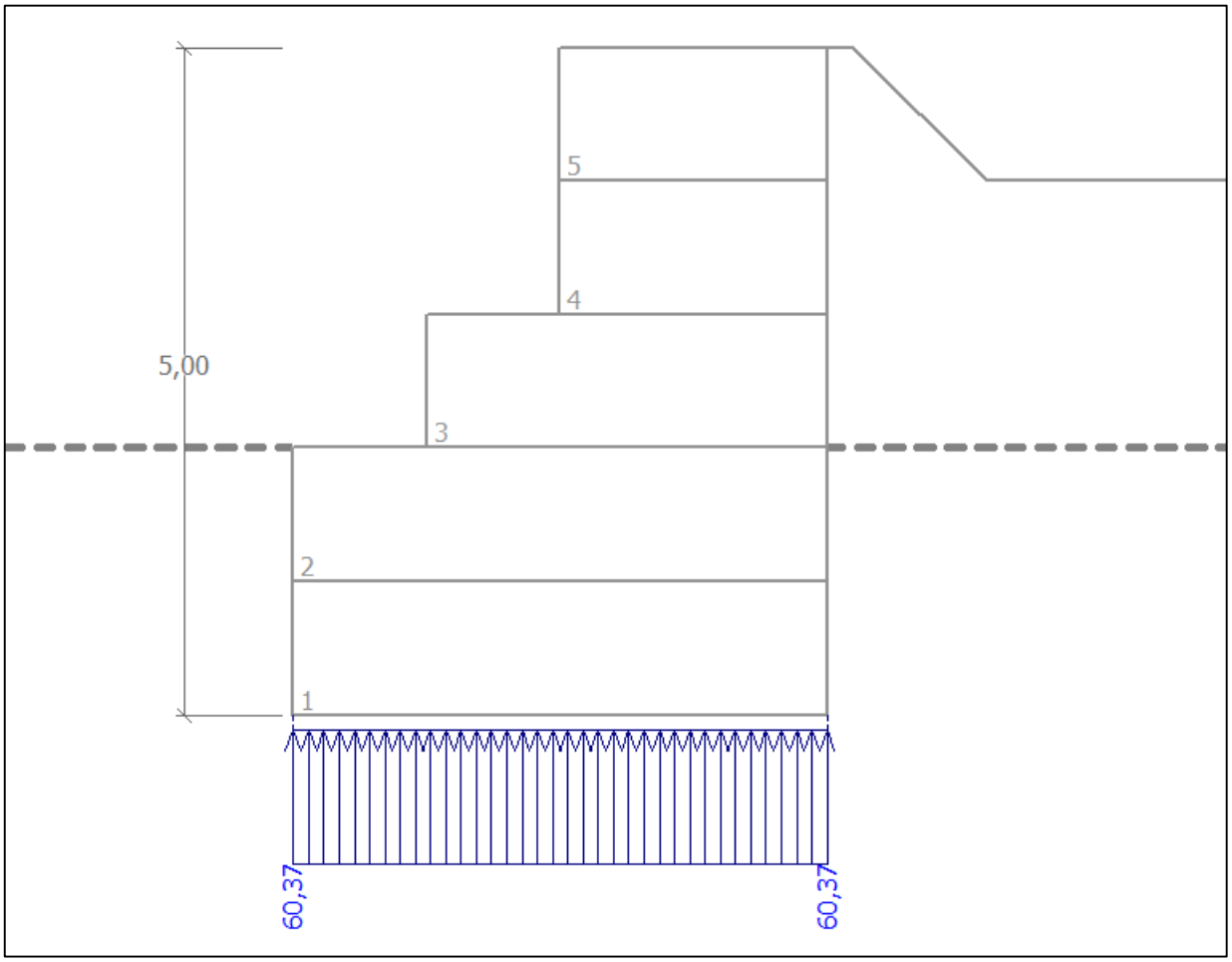


Figura 54. Presión máxima en condición estática. Muro H= 5.00 m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

7.5 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GAVIÓN WALL DE GEO5 (CONDICIÓN SEUDO-ESTÁTICA)

A continuación, en la siguiente figura se presentan las fuerzas que se contemplan en los análisis:

7.5.1 Muro H= 3.00 m

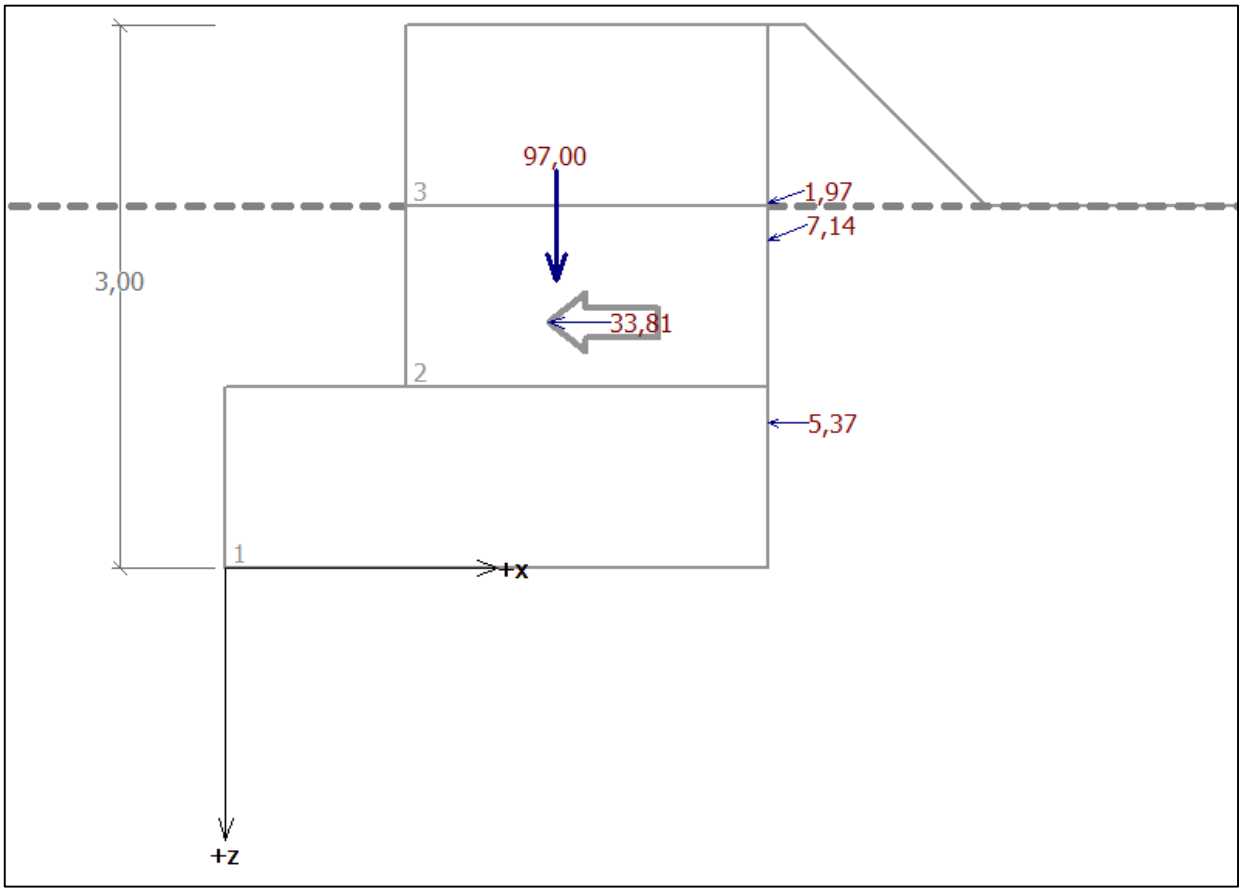


Figura 55. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 3.00 m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Proyecto Cristal Bajo

Gabion analysis

Input data

Earthquake

Factor of horizontal acceleration K_h = 0,2300
Factor of vertical acceleration K_v = 0,0000
Water below the GWT is restricted.

Settings of the stage of construction

Design situation : seismic

Verification No. 1

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{ver} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0,00	-1,59	97,00	1,83	1,000
Earthq. - constr.	33,81	-1,35	0,00	1,79	1,000
Active pressure	1,85	-2,01	0,68	3,00	1,000
Water pressure	0,00	-3,00	0,00	3,00	1,000
Earthq. - act.pressure	6,67	-1,81	2,54	3,00	1,000
Dyn. water pressure at the front	5,37	-0,80	0,00	3,00	1,000

Verification of complete wall

Check for overturning stability
Resisting moment M_{res} = 187,17 kNm/m
Overturning moment M_{ovr} = 65,99 kNm/m

Safety factor = 2,84 > 2,00
Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip
Resisting horizontal force H_{res} = 77,14 kN/m
Active horizontal force H_{act} = 47,69 kN/m

Safety factor = 1,62 > 1,05
Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Bearing capacity of foundation soil

Design load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [-]	Stress [kPa]
1	29,15	100,22	47,69	0,097	41,44

Service load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	29,15	100,22	47,69

Figura 56. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 3.00 m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

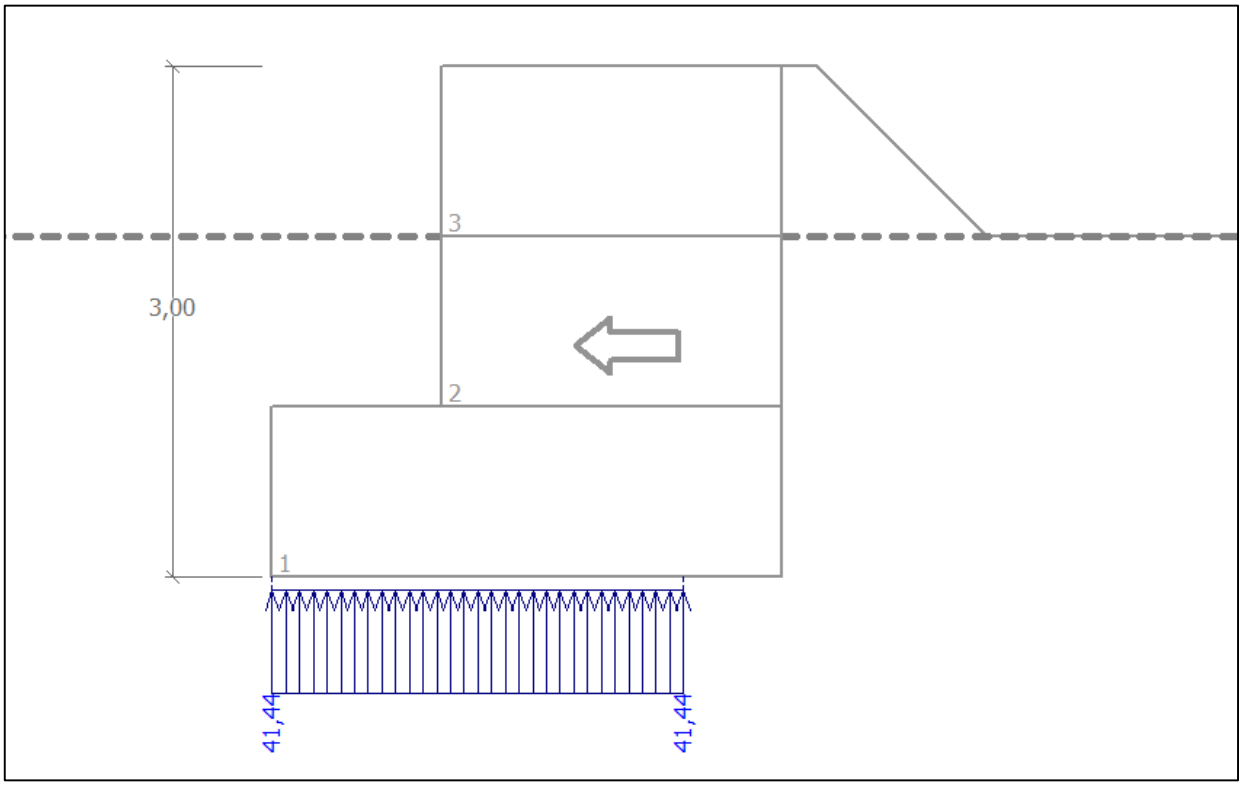


Figura 57. Presión máxima en condición seudo estática Muro H= 3.00 m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

7.5.2 Muro H= 4.00 m

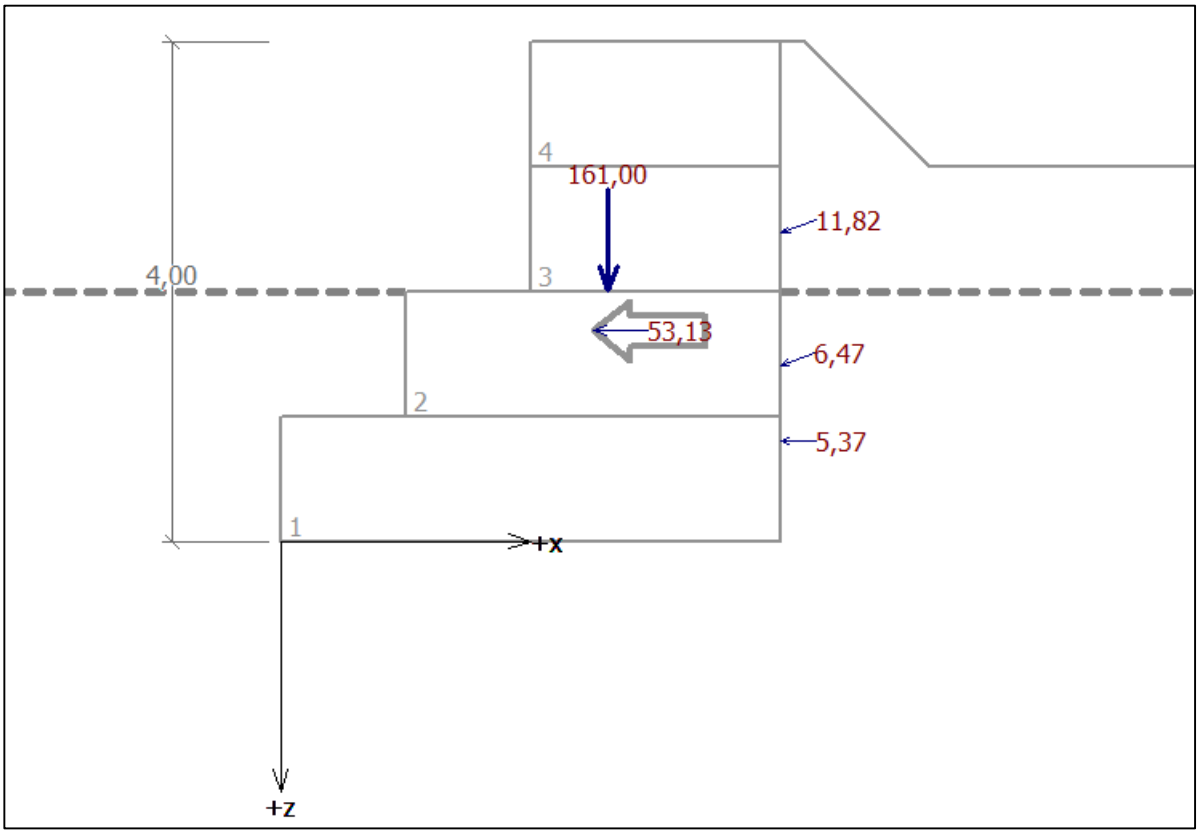


Figura 58. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 4.00 m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Proyecto Cristal Bajo

Gabion analysis

Input data

Earthquake

Factor of horizontal acceleration K_h = 0.2300
Factor of vertical acceleration K_v = 0.0000
Water below the GWT is restricted.

Settings of the stage of construction

Design situation : seismic

Verification No. 1

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{ver} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-2.01	161.00	2.62	1.000
Earthq - contstr.	53.13	-1.68	0.00	2.50	1.000
Active pressure	6.04	-1.40	2.32	4.00	1.000
Water pressure	0.00	-4.00	0.00	4.00	1.000
Earthq - act.pressure	11.05	-2.46	4.21	4.00	1.000
Dyn. water pressure at the front	5.37	-0.60	0.00	4.00	1.000

Verification of complete wall

Check for overturning stability
Resisting moment M_{res} = 448.62 kNm/m
Overturning moment M_{ovr} = 129.34 kNm/m

Safety factor = 3.47 > 2.00
Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip
Resisting horizontal force H_{res} = 127.66 kN/m
Active horizontal force H_{act} = 75.58 kN/m

Safety factor = 1.69 > 1.05
Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Bearing capacity of foundation soil

Design load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [-]	Stress [kPa]
1	16.78	167.53	75.58	0.024	43.95

Service load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	16.78	167.53	75.58

Figura 59. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 4.00 m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

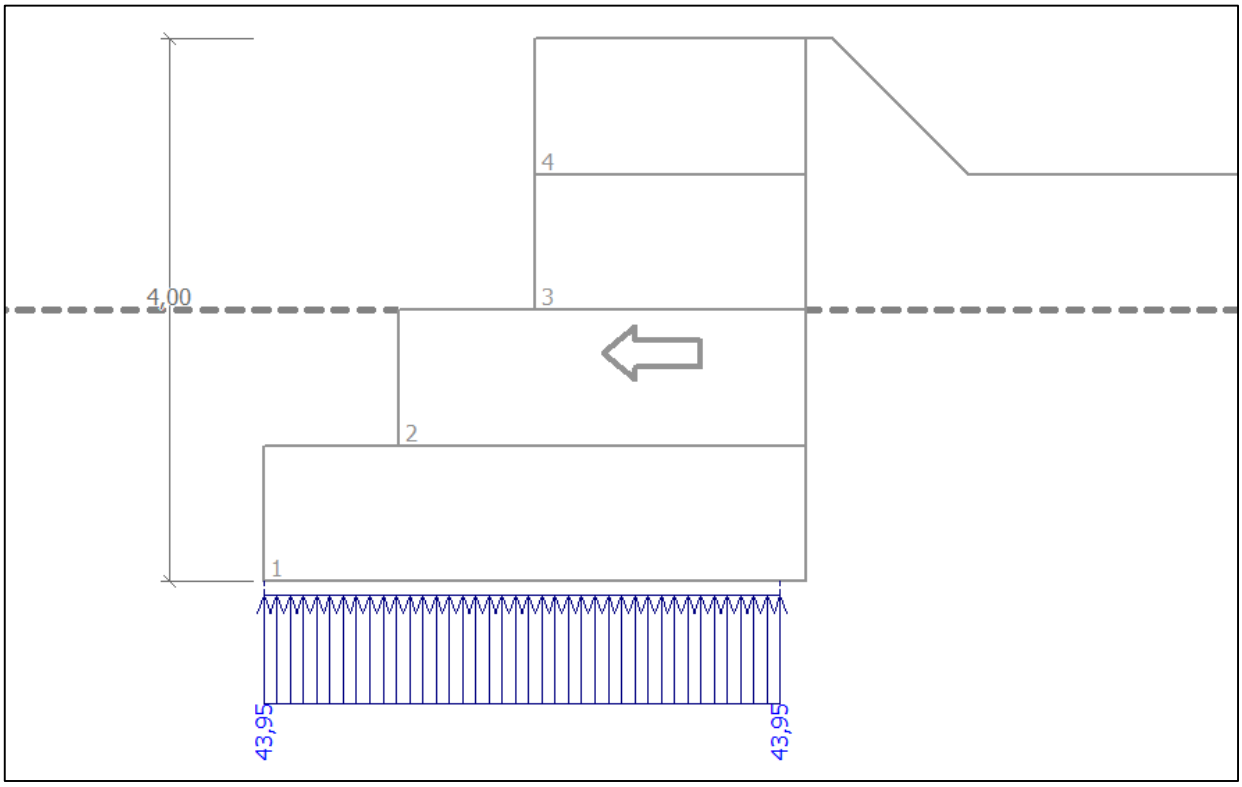


Figura 60. Presión máxima en condición seudo estática Muro = 4.0 m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

7.5.3 Muro H=5.00 m

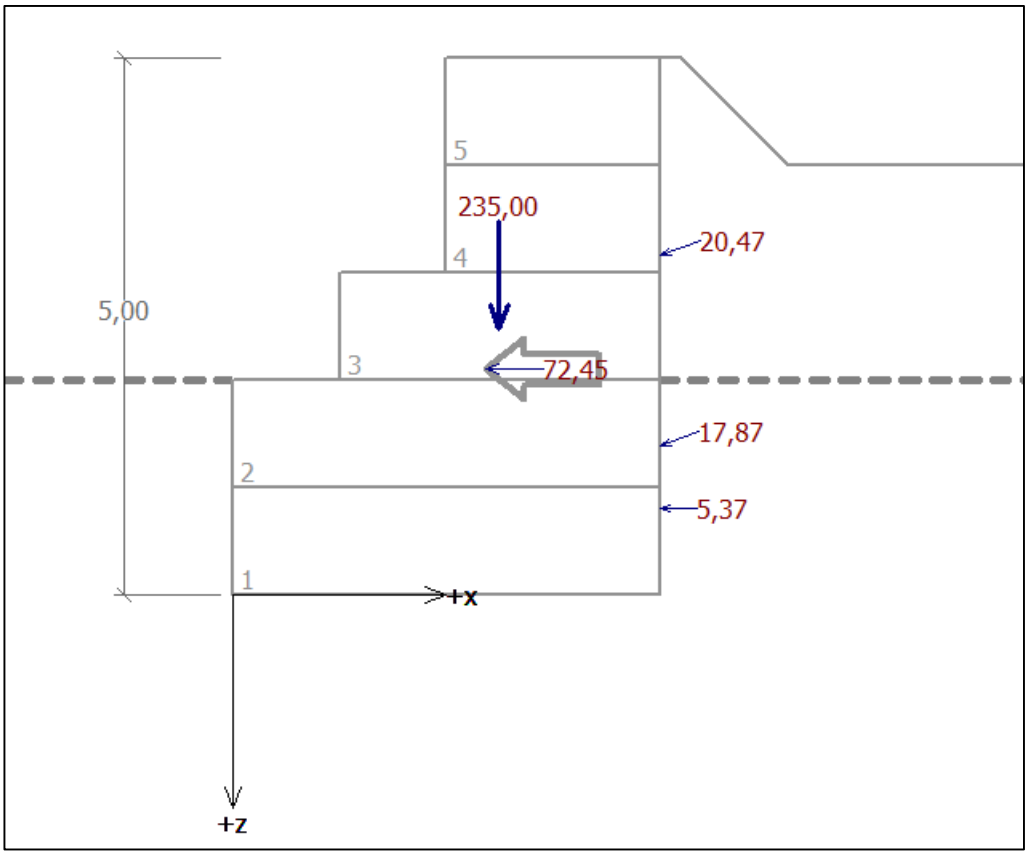


Figura 61. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 5.00 m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Proyecto Cristal Bajo

Gabion analysis

Input data

Earthquake

Factor of horizontal acceleration K_h = 0.2300
Factor of vertical acceleration K_v = 0.0000
Water below the GWT is restricted

Settings of the stage of construction

Design situation : seismic

Verification No. 1

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-2.47	235.00	2.49	1.000
Earthq - constr.	72.45	-2.10	0.00	2.37	1.000
Active pressure	16.65	-1.38	6.47	4.00	1.000
Water pressure	0.00	-5.50	0.00	4.00	1.000
Earthq - act.pressure	19.12	-3.17	7.39	4.00	1.000
Dyn. water pressure at the front	5.37	-0.80	0.00	4.00	1.000

Verification of complete wall

Check for overturning stability
Resisting moment M_{RS} = 640.58 kNm/m
Overturning moment M_{OV} = 246.03 kNm/m

Safety factor = 2.67 > 2.00
Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip
Resisting horizontal force H_{RS} = 174.77 kN/m
Active horizontal force H_{act} = 113.69 kN/m

Safety factor = 1.54 > 1.05
Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Bearing capacity of foundation soil

Design load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [-]	Stress [kPa]
1	96.99	248.77	113.69	0.097	77.25

Service load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	96.99	248.77	113.69

Figura 62. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 5.00 m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

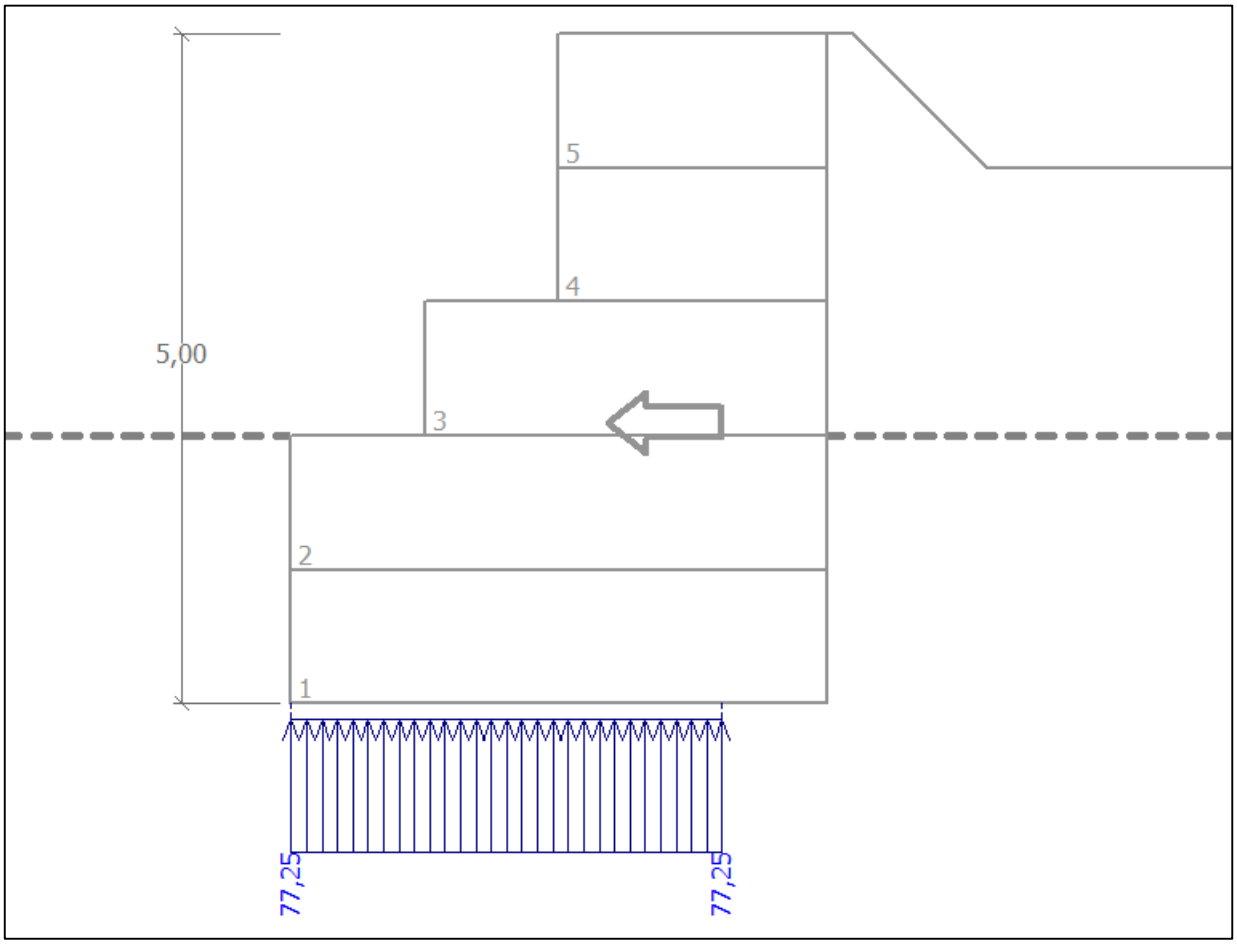


Figura 63. Presión máxima en condición seudo estática Muro H=5.0 m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

7.6 CAPACIDAD DE SOPORTE

Como se observa en la Figura 64, los materiales que conforman el perfil estratigráfico, presentan contenido de finos de los suelos (pasante del Tamiz #200) menores al 30%, por lo que se espera un comportamiento drenado de estos materiales para un incremento dado de esfuerzos. Los modelos implementados para evaluación de los estados límite de falla y servicio de las cimentaciones, se realizarán en términos de esfuerzos efectivos.

Los valores de ángulo de fricción utilizados, fueron inferidos mediante la implementación de correlaciones con el número de golpes del ensayo SPT corregido por energía y esfuerzo de confinamiento $N_{1,60}$.

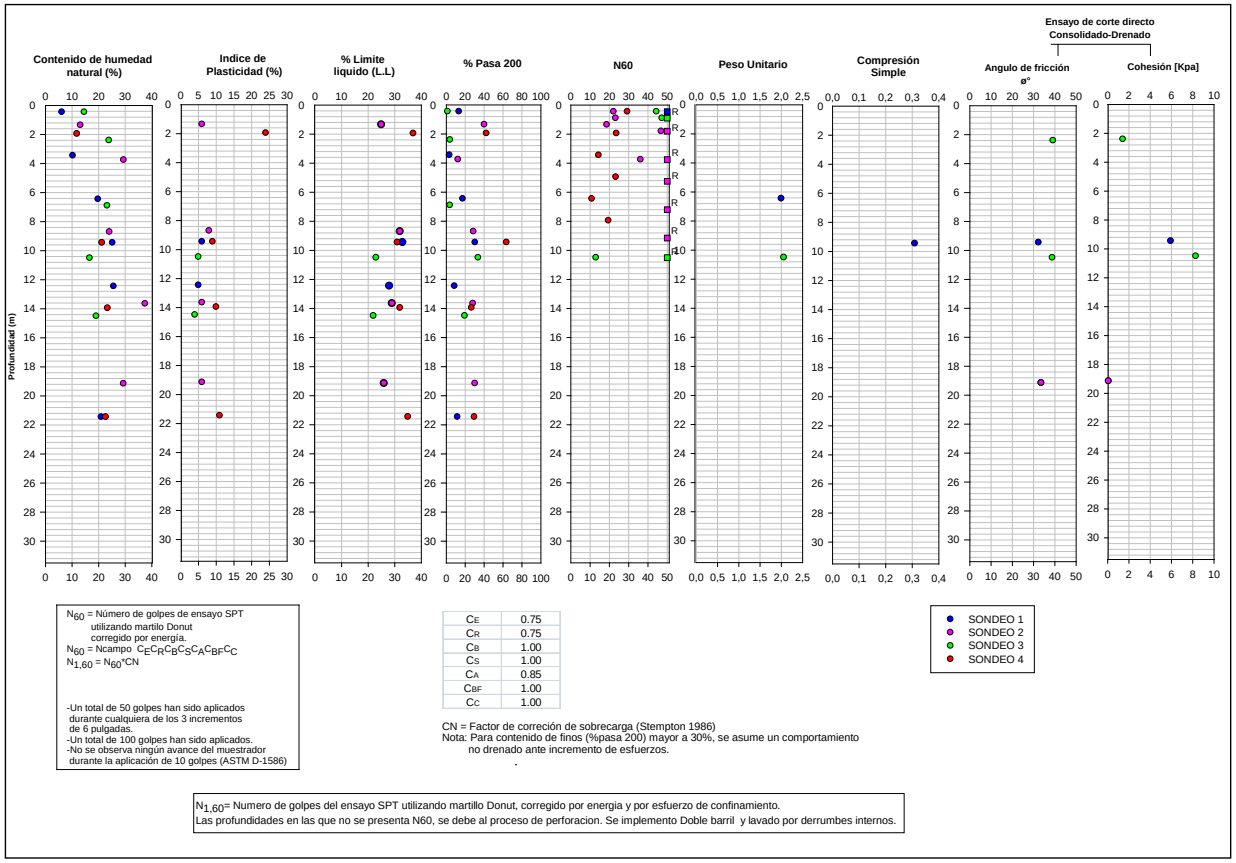


Figura 64. Caracterización geotécnica sondeos.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- **SUELO 1 – ALUVIAL**

- $N_{1,60}$: 40
- Peso volumétrico: 18.0 KN/m3
- Cohesión: 6.0 KPa
- Ø: 32°
- Df: 1.0 m

Para este estrato y con base el número de golpes del ensayo SPT corregidos por energía y por esfuerzo de confinamiento, $N_{1,60}$ de 40 y haciendo uso de correlaciones para arenas con base a AASHTO, se obtendría un módulo de elasticidad E=40.000 kPa, con base la correlación E=1000x $N_1$60.

Soil Type	Equivalent Elastic Modulus (kPa)
Silts, sandy silts, slightly cohesive mixtures	400 $(N_1)_{60}$
Clean fine to medium sands and slightly silty sands	700 $(N_1)_{60}$
Coarse sands and sands with little gravel	1,000 $(N_1)_{60}$
Sandy gravels	1,200 $(N_1)_{60}$

Figura 65. Correlación entre N1,60 y módulo de elasticidad (AASHTO 1996).

7.6.1 Evaluación Preliminar de los Estados Límite de Alta y Servicio de la Cimentación del Muro de Contención

A Continuación, se presenta un análisis de los estados límite de falla y servicio de la cimentación del muro proyectada.

H.4.2.3 — CAPACIDAD ADMISIBLE —La capacidad admisible de diseño para la cimentación deberá ser el menor valor entre el esfuerzo límite de falla (Véase H.4.2.1), reducido por el factor de seguridad, y el que produzca asentamientos iguales a los máximos permitidos (Véase H.4.8). Esta capacidad debe ser claramente establecida en los informes geotécnicos.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Evaluación de los estados límites de falla

- ***Cimentaciones superficiales en suelos granulares***

Basados en los estudios publicados por Meyerhof 1951, para la obtención de la capacidad de carga en cimentaciones superficiales, se consideró una superficie de falla bajo una cimentación continúa. La capacidad de carga última q_u, expresada de la siguiente manera:

$$\mathbf{q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma}$$

De esta manera se estimó una capacidad de carga admisible, q_{adm}= q_u /FS = para un factor de seguridad de 3.0.

Se realizó un análisis de capacidad de carga para diferentes anchos de cimentación B del muro proyectado.

Tabla 31. Capacidad de carga de cimentaciones superficiales, estado límite de falla suelo aluvial.

CAPACIDAD DE CARGA

γ_1	1,8	T/m^3
ϕ_1	32	°
c_1	6,0	T/m^2
FS	3	
Nγ		**22,02**
Nq		**23,18**
Ncr		
L		m

Df	**1,0**	**m**
ANCHO B	**qult**	**qadm**
(m)	**T/m²**	**T/m²**
3,00	101,2	33,73
3,50	111,1	37,03
4,00	121,0	40,33
4,50	130,9	43,64
5,00	140,8	46,94

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Evaluación de los estados límites de servicio

Los asentamientos iníciales (elásticos), son considerados mediante la teoría elástica desarrollada por Jambu, Bjerrum y Kjaernsli (1971).

$$\rho_{i=} I_o I_i \frac{qB}{E}(1-\nu^2)$$

Mediante esta teoría se estiman los asentamientos inmediatos como resultado de la distorsión o cambio de forma del estrato bajo la influencia de la carga.

Tabla 32. Asentamientos inmediatos, suelo aluvial.

$$\rho_{i=} I_o I_i \frac{qB}{E}(1-\nu^2)$$

u	0,4	
Su		T/m2
K		
E	4000	T/m2

ANCHO	factor		q servicio	asentamiento
B	Io	Ii	maxima (ton/m2)	ρi
(m)				cm
3,00	1	0,1	33,7	0,212
3,50	1	0,1	37,0	0,272
4,00	1	0,1	40,3	0,339
4,50	1	0,1	43,6	0,412
5,00	1	0,1	46,9	0,493

ESFUERZO DE CONTACTO **30** **ton/m2**

ANCHO	factor		q servicio	asentamiento
B	Io	Ii	maxima (ton/m2)	ρi
(m)				cm
3,00	1	0,1	30,0	0,189
3,50	1	0,1	30,0	0,221
4,00	1	0,1	30,0	0,252
4,50	1	0,1	30,0	0,284
5,00	1	0,1	30,0	0,315

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

En la tabla anterior se presentan los resultados de la evaluación de los estados límite de falla (capacidad de carga) para alternativa de cimentaciones superficiales sobre suelos granulares, para diferentes anchos (B) de cimentación.

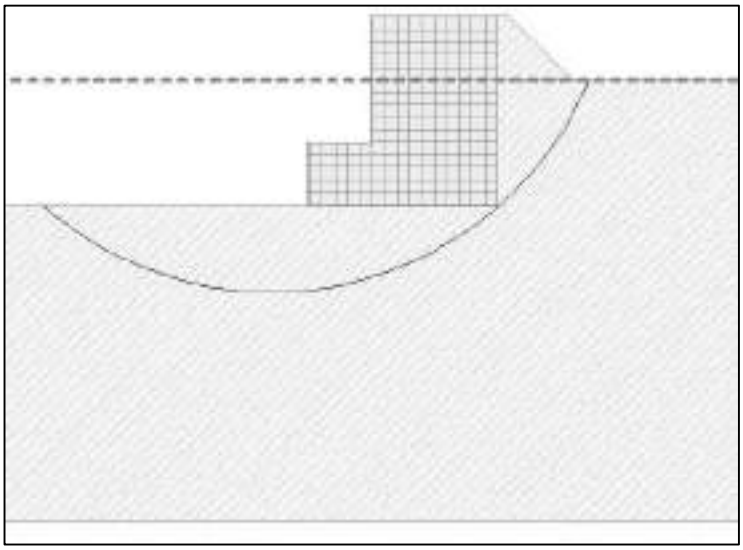
Se aclara, que de acuerdo con lo establecido en el artículo H.4.2.3, para determinar la capacidad de carga admisible, se deben evaluar los estados límite de falla y servicio en función del comportamiento que puede presentar el suelo ante un incremento dado de esfuerzos, por tal motivo, la capacidad de carga recomendada se limita a un nivel de asentamientos iguales a los máximos permisibles.

7.7 EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD GLOBAL

La estabilidad global del muro de contención debe evaluarse utilizando métodos de análisis basados en el equilibrio límite cumpliendo con los factores de seguridad mínimos exigidos por la normatividad vigente.

A continuación, se presenta el resultado del análisis de estabilidad realizado en el programa Geostructural Analysis – Slope Stability.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Slope stability analysis

Input data

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1

Circular slip surface

Slip surface parameters					
Center :	x =	-3,68 [m]	Angles :	α_1 =	-41,17 [°]
	z =	1,11 [m]		α_2 =	67,27 [°]
Radius :	R =	5,46 [m]			
The slip surface after optimization.					

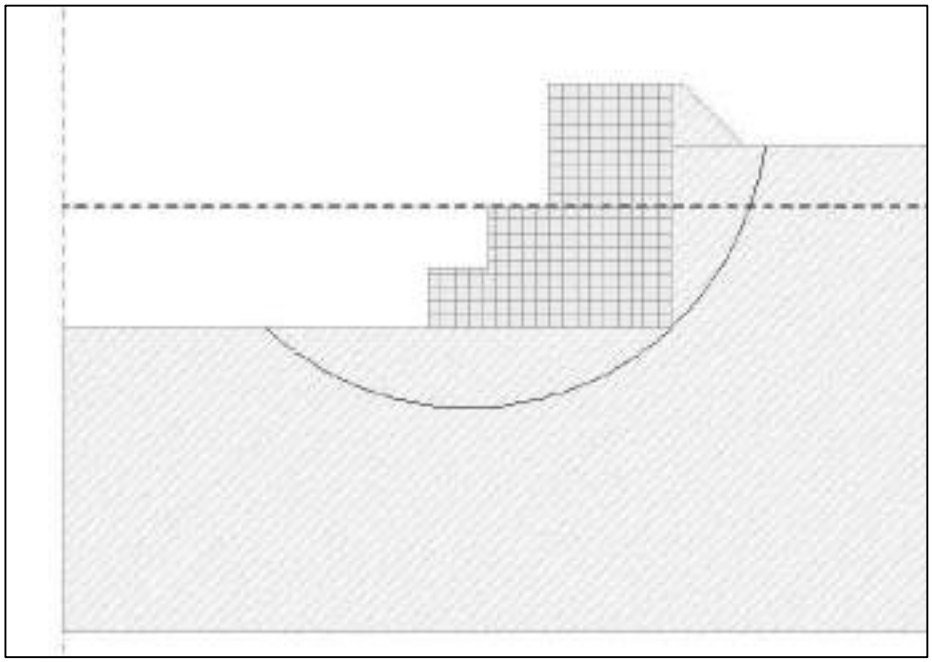
Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces : F_a = 67,29 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 183,14 kN/m

Sliding moment : M_a = 367,43 kNm/m
Resisting moment : M_p = 999,95 kNm/m
Factor of safety = 2,72 > 1,50
Slope stability ACCEPTABLE

Figura 66. Análisis de estabilidad global condición estática. Muro H= 3.00 m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Slope stability analysis

Input data

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1

Circular slip surface

Slip surface parameters					
Center :	x =	-3,34 [m]	Angles :	α_1 =	-42,94 [°]
	z =	-0,42 [m]		α_2 =	83,19 [°]
Radius :	R =	4,89 [m]			
The slip surface after optimization					

Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces : F_a = 105,89 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 237,33 kN/m

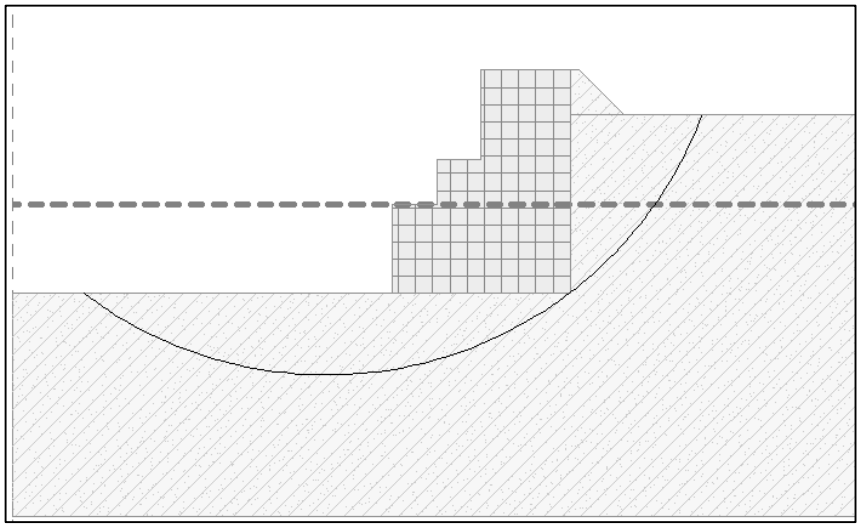
Sliding moment : M_a = 517,82 kNm/m
Resisting moment : M_p = 1160,53 kNm/m

Factor of safety = 2,24 > 1,50

Slope stability ACCEPTABLE

Figura 67. Análisis de estabilidad global condición estática. Muro H= 4.00 m

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Slope stability analysis

Input data

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1

Circular slip surface

Slip surface parameters					
Center :	x =	-5,47 [m]	Angles :	α_1 =	-37,17 [°]
	z =	2,18 [m]		α_2 =	69,33 [°]
Radius :	R =	9,01 [m]			
The slip surface after optimization.					

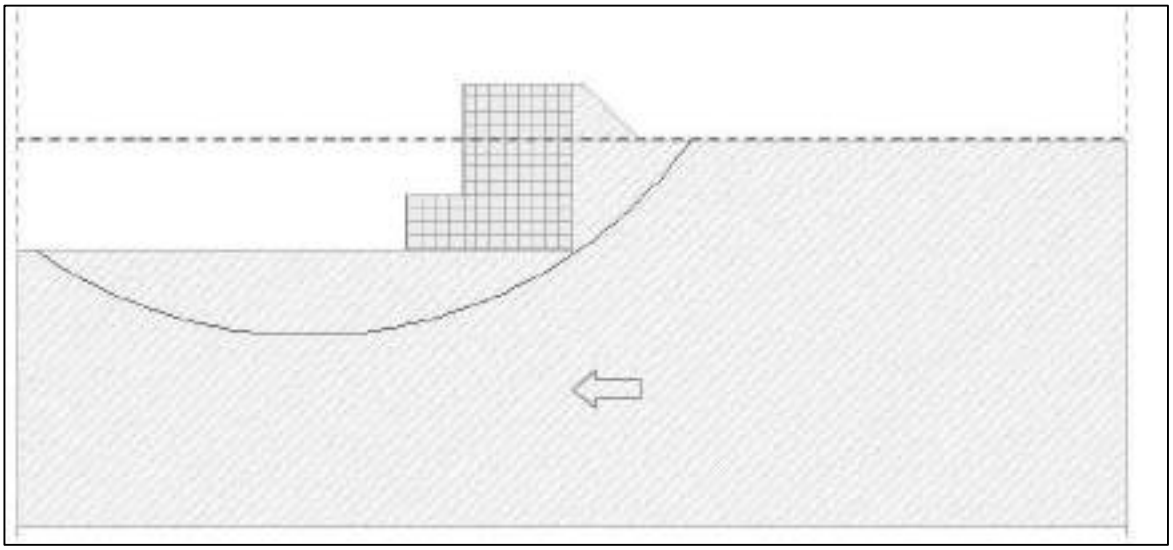
Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces : F_a = 191,08 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 408,55 kN/m

Sliding moment : M_a = 1721,61 kNm/m
Resisting moment : M_p = 3681,04 kNm/m
Factor of safety = 2,14 > 1,50
Slope stability ACCEPTABLE

Figura 68. Análisis de estabilidad global condición estática. Muro H= 5.00 m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Slope stability analysis

Input data

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Horizontal seismic coefficient : K_h = 0,23
Vertical seismic coefficient : K_v = 0,00

Settings of the stage of construction

Design situation : seismic

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1

Circular slip surface

Slip surface parameters					
Center :	x =	-4,79 [m]	Angles :	α_1 =	-34,77 [°]
	z =	4,04 [m]		α_2 =	53,98 [°]
Radius :	R =	8,57 [m]			
The slip surface after optimization.					

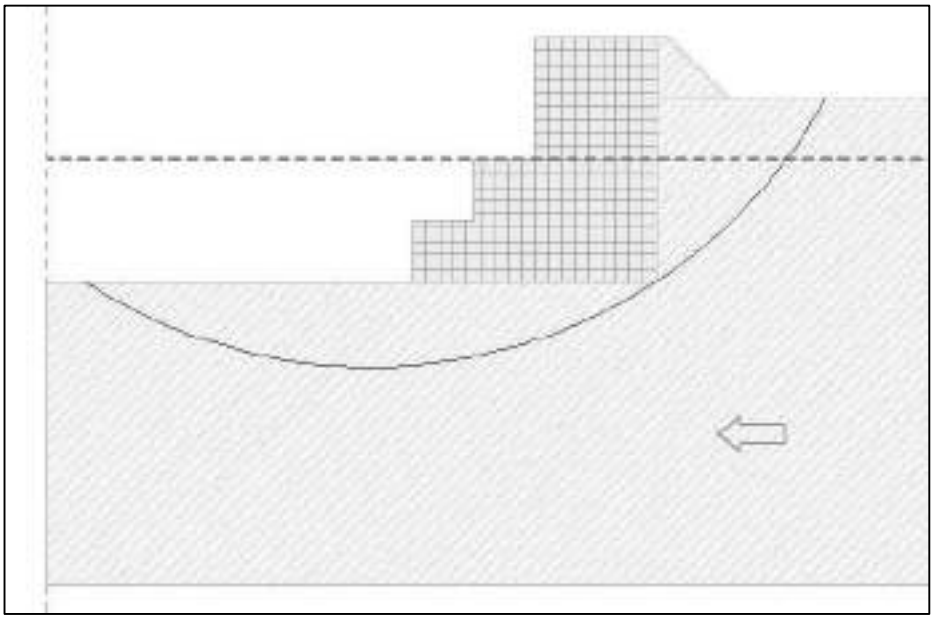
Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces : F_a = 140,35 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 219,26 kN/m

Sliding moment : M_a = 1202,80 kNm/m
Resisting moment : M_p = 1879,03 kNm/m
Factor of safety = 1,56 > 1,00
Slope stability ACCEPTABLE

Figura 69. Análisis de estabilidad global condición seudo estática. Muro H= 3.00 m

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Slope stability analysis

Input data

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Horizontal seismic coefficient : K_h = 0,23
Vertical seismic coefficient : K_v = 0,00

Settings of the stage of construction

Design situation : seismic

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1

Circular slip surface

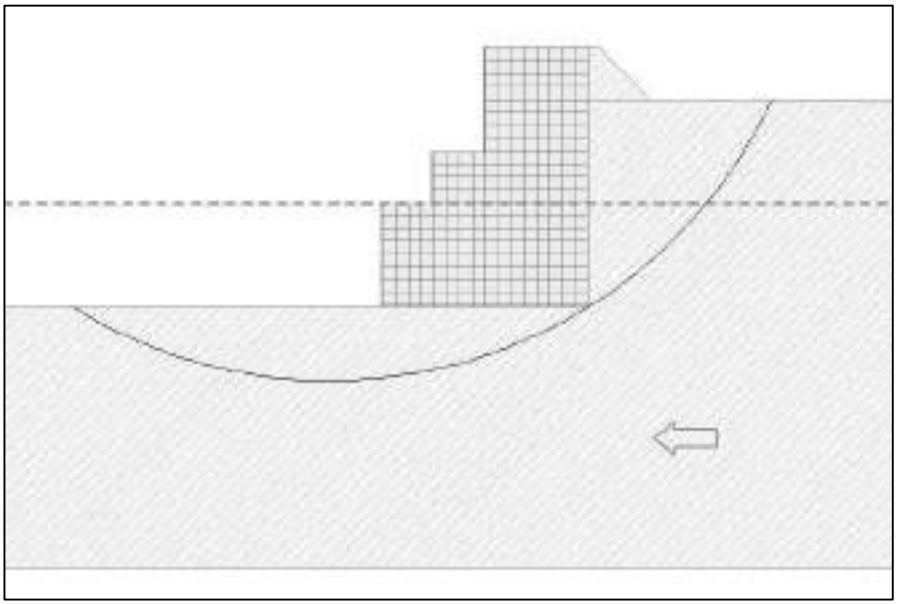
Slip surface parameters					
Center :	x =	-4,70 [m]	Angles :	α_1 =	-33,25 [°]
	z =	3,15 [m]		α_2 =	60,96 [°]
Radius :	R =	8,55 [m]			
The slip surface after optimization.					

Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces : F_a = 200,58 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 275,01 kN/m
Sliding moment : M_a = 1714,95 kNm/m
Resisting moment : M_p = 2351,36 kNm/m
Factor of safety = 1,37 > 1,00
Slope stability ACCEPTABLE

Figura 70. Análisis de estabilidad global condición seudo estática. Muro H= 4.00 m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Slope stability analysis

Input data

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Settings of the stage of construction

Design situation : seismic

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1

Circular slip surface

Slip surface parameters					
Center :	x =	-4,96 [m]	Angles :	α_1 =	-31,71 [°]
	z =	2,98 [m]		α_2 =	64,89 [°]
Radius :	R =	9,38 [m]			
The slip surface after optimization.					

Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces : F_a = 296,65 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 359,02 kN/m

Sliding moment : M_a = 2688,76 kNm/m
Resisting moment : M_p = 3367,56 kNm/m
Factor of safety = 1,25 > 1,00
Slope stability ACCEPTABLE

Figura 71. Análisis de estabilidad global condición seudo estática. Muro H= 5.00 m.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8. PLANES DE GESTIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL

8.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

8.1.1 Normatividad ambiental aplicable

Tabla 33. Normatividad Ambiental Vigente.

Normatividad Ambiental Vigente			
Normas Generales			
Norma	Numero	Fecha	Alcance
Ley	23	1973	Plantea la necesidad de proteger los recursos naturales renovables, fija límites mínimos de contaminación y establece sanciones por violación de las normas. Se faculta al Presidente de la República para expedir el Código de los Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente
Decreto-Ley	2811	1974	Código nacional de los recursos naturales renovables RNR y no renovables y de protección al medio ambiente. Regula el manejo de los RNR la defensa del ambiente y sus elementos.
Ley	09	1974	Código Sanitario Nacional, regula los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de los descargos de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente.
Decreto	1715	1978	Por el cual se reglamentan parcialmente el Decreto-Ley 2811 de 1974, la Ley 23 de 1973 y el Decreto- Ley 154 de 1976, en cuanto a protección del paisaje.
Constitución Política de Colombia	-	1991	El capítulo II recoge las disposiciones consignadas en la Constitución Política Colombiana respecto a la protección del medio ambiente, las cuales están encaminadas a la conservación y protección de los recursos naturales con el fin de garantizar la supervivencia de las generaciones futuras.
Ley	99	1993	La ley crea mecanismos para una estructuración de la legislación existente como es el Sistema Nacional Ambiental (SINA). Reglamenta lo referente a sus competencias y funciones y define la estructura del

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

			Ministerio y las Corporaciones, así como las fuentes y recursos económicos para el manejo y la recuperación del medio ambiente
Ley	388	1997	Ordenamiento Territorial Municipal y Distrital y Planes de Ordenamiento Territorial, que reglamenta los usos del suelo.
Ley	491	1999	Define el seguro ecológico y delitos contra los recursos naturales y el ambiente y se modifica el Código Penal
Ley	1333	2009	Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones.
Decreto	3930	2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
Decreto	3678	2010	Define los criterios que deben tener en cuenta las autoridades para imponer sanciones de tipo ambiental.
Decreto	2820	2010	Por el cual se reglamenta el Titulo VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
Ley	1454	2011	Por la cual se dictan normas orgánicas sobre ordenamiento territorial y se modifican otras disposiciones.
Ley	1444	2011	Por la cual se escinde y reorganiza el Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo territorial, convirtiéndose en el Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible.
Decreto	2041	2014	Por el cual se reglamenta el Titulo VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. (Compilado en Decreto Único Sector Ambiente 1076 /15)
Ley	2111	2021	El Congreso de la República expidió la ley mediante la cual se reemplazó y adoptó el nuevo Título XI del Libro II de la Ley 599 de 2000 (Código Penal), “De los delitos contra los recursos naturales y el medio ambiente”.
Recurso Hídrico			

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Decreto	2811	1974	Es el reglamento sobre aguas no marítimas, de recursos hidrobiológicos, de cuencas hidrográficas y de áreas de manejo especial.
Decreto	3930	Octubre de 2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo 11 del Título VI - Parte 11I - Libro 11 del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones" (Compilado en Decreto Único Sector Ambiente 1076 /15)
Decreto	4728	2010	Por el cual se modifica parcialmente el decreto 3930 de 2010 Articulo 35 Plan de Contingencia para el manejo de derrames de hidrocarburos o sustancias nocivas.
Residuos Sólidos			
Decreto Reglamentario	2462	1989	Reglamenta los procedimientos sobre explotación de materiales de construcción
Documento CONPES	2750	1994	Políticas sobre manejo de residuos sólidos
Decreto	1973	1995	Aprueba y reglamenta la vigencia del convenio 170 frente a la utilización de los productos químicos en el trabajo.
Ley	430	1998	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.
Decreto	1505	2003	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones
Decreto	4741	2005	Establece toda la reglamentación frente a la gestión integral para prevenir la generación de residuos o desechos peligrosos.
Ley	1259	2008	Creación e implementación el Comparendo Ambiental como instrumento de cultura ciudadana, sobre el adecuado manejo de residuos sólidos y escombros, previendo la afectación del medio ambiente y la salud pública

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Resolución	1362	2007	Expide los requisitos y el procedimiento para realizar el registro de generadores de los residuos o desechos peligrosos en Colombia.
Ley	1252	2008	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones
Resolución	472	2017	Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos de construcción y demolición.
Resolución	2184	2019	Por el cual se reglamenta el nuevo código de colores para el manejo y separación de residuos en Colombia.
Flora			
Ley	2	1959	Reserva forestal y protección de suelos y agua
Decreto	877	Mayo 10/1976	Por el cual se señalan prioridades referentes a los diversos usos del recurso forestal, a su aprovechamiento y al otorgamiento de permisos y concesiones y se dictan otras disposiciones.
Decreto	2787	1980	Reglamenta parcialmente el Decreto Ley 2811 de 1974, aprovechamiento de bosques nacionales y compensación de los mismos
Ley	299	1995	Por la cual se protege la flora Colombiana
Resolución	192	2014	Por la cual se establece el listado de especies silvestres amenazadas de la biodiversidad biológica Colombiana que se encuentran en el territorio Nacional.
Aire			
Decreto	948	1995	Normas para la protección y control de la calidad del aire. (Compilado en Decreto Único Sector Ambiente 1076 /15)
Ley	769	2002	Expide el código nacional de tránsito. Art. 50 Condiciones mecánicas, ambientales y de seguridad. Art 51. Revisión periódica de los vehículos. Art 52. Primera revisión de los vehículos automotores. Art 103. Niveles permisibles de emisión de fuentes móviles. Art 104. Normas para dispositivos sonoros.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Resolución	910	2008	Reglamenta niveles permisibles de emisión de contaminantes por fuentes móviles terrestres en Colombia.
Ley	1383	2010	Reforma la Lay 769 de 2002 código nacional de tránsito.
Resolución	2254	2017	Norma de calidad del aire ambiente.
Ley	1972	2019	Reglamenta los niveles máximos permisibles para la emisión de contaminantes que den cumplir las fuentes móviles.
Ruido			
Decreto	948	1995	En relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.
Resolución	627	2006	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
Resolución	2154	2010	Por la cual se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones.
Materiales de Construcción			
Ley	685	2001	Por medio de la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones.
Ley	**1382**	**2010**	Por la cual se modifica la ley 685 de 2001 Código de Minas.
Campamentos			
Resolución	**2400**	**2010**	Por la cual se establecen las disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad industrial en establecimientos de trabajo. Esta resolución busca preservar y mantener la salud física y mental, prevenir accidentes y enfermedades profesionales, para lograr las mejores condiciones de higiene y bienestar de los trabajadores en las diferentes áreas en las que se realizan actividades de obra o actividades conexas con la misma.
Plan de manejo de tráfico			
Resolución	1050	**2004**	Por medio de la cual se adopta el Manual de Señalización Vial – Dispositivos para la regulación de Tránsito en calles, carreteras y ciclo rutas de Colombia.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Resolución	2800	2005	Por la cual se establecen unas medidas de tránsito vehicular tendientes a garantizar la movilidad en las vías del país.
DECRETO UNICO REGLAMENTARIO SECTOR AMBIENTE			
Decreto	1076	2015	Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible
Legislación Internacional adoptada por Colombia			
Convenio sobre el comercio internacional de especies amenazadas: fauna y flora silvestre. Washington, 1973			

8.1.2 Alcance de Estudio

El presente documento tiene como alcance la elaboración de las medidas de manejo ambiental para prevenir, controlar, mitigar o compensar los impactos que pueden generarse por las obras que se ejecuten en las zonas afectadas por las crecientes de la quebrada La Cuellar en el barrio Cristal bajo en la ciudad de Bucaramanga.

8.1.3 Descripción de Actividades

En este sector las crecientes de la quebrada La Cuellar, generaron inundaciones y afectaciones en gran parte del barrio.

Los efectos erosivos del cuerpo hídrico han generado afectaciones sobre los muros de protección localizados sobre la margen derecha de la quebrada.

En este sector se plantean las siguientes obras de mitigación:

- Se recomienda la construcción de un muro en gaviones de 3.0 a 5.0 metros de altura. Deberá ser enterrado mínimo a una profundidad de 1.0 metro del nivel actual del terreno y la cara expuesta deberá ser protegido por medio de un recubrimiento en concreto de 12.5cm de espesor. La estructura proyectada, no presenta problemas de estabilidad local ni global, los factores de seguridad por Volteo, Deslizamiento y Falla por capacidad de carga son Admisibles.
- Para garantizar el funcionamiento del muro de contención en gavión, se recomienda retirar los suelos transportados de basuras y escombros, con el fin de que el muro en gavión se construya sobre suelo competente.
- Como elemento de protección ante los efectos de socavación lateral y de fondo, se recomienda implementar un dentellón en concreto ciclópeo de 3.0m de altura y 1.50m

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

de ancho. Adicionalmente, este dentellón mejora el factor de seguridad a deslizamiento para el escenario de diseño.

8.1.4 Definición del Área de Influencia

El área de influencia comprende el espacio territorial y social donde se van a realizar las principales actividades constructivas y donde se darán los principales impactos positivos y negativos asociados a las obras definidas para el proyecto.

8.1.5 Área de influencia directa

El área de influencia directa es el lugar donde se producirán los principales impactos del proyecto.

El área de influencia directa corresponde al cauce y ronda de protección del área de aislamiento de la quebrada La Cuéllar.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Fotografía 1. Quebrada la Cuellar



Fotografía 2. Área de influencia directa.

8.1.6 Área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta corresponde principalmente a las vías de acceso al barrio el cristal y a las zonas más distantes de la zona de obras.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Fotografía 3. Área de influencia indirecta.

8.1.7 Caracterización Ambiental del Área de Influencia

8.1.7.1 Caracterización medio abiótico

8.1.7.1.1 Climatología

La Comuna 10, conocida como Provenza, se encuentra en la ciudad de Bucaramanga, Colombia. En términos de climatología, la región de Bucaramanga se caracteriza por tener un clima tropical de montaña, con temperaturas moderadas y una marcada variación estacional.
Temperatura: En Bucaramanga, las temperaturas suelen ser agradables durante todo el año. La temperatura promedio anual ronda los 24 grados Celsius. Sin embargo, las temperaturas pueden variar dependiendo de la altitud y la época del año. Durante el día, las temperaturas suelen oscilar entre los 18 y 28 grados Celsius.

Estaciones: La región de Bucaramanga experimenta dos estaciones principales: una temporada de lluvias y una temporada seca. La temporada de lluvias generalmente se extiende de abril a noviembre, mientras que la temporada seca se produce entre diciembre y marzo.

Precipitación: Bucaramanga recibe una precipitación promedio anual de alrededor de 1.200 mm (47 pulgadas). Durante la temporada de lluvias, es común que se produzcan aguaceros y tormentas, especialmente en los meses de mayo a octubre. La temporada seca suele tener menos lluvias, con períodos más soleados y cielos despejados.

Humedad: La humedad relativa en Bucaramanga tiende a ser alta durante todo el año, con niveles que oscilan entre el 70% y el 80%. Esto se debe a su ubicación geográfica y a la influencia de los vientos alisios y la humedad proveniente del océano Atlántico.

8.1.7.1.2 Geología

El área de estudio se encuentra ubicado en medio de depósitos aluviales (Qal), por consiguiente, el Barrio Cristal Bajo estará conformada en su mayoría por bloques, cantos, grava,

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

arena y finos, compuestos por cuarzo, chert, cuarcitas y líticos de composición variada, con forma subredondeada a redondeada.

Formación Girón (Jg). Descrita inicialmente por Hether (1892) como" Girón Series" en Ward et al., (1973). Similar a la formación Jordán, está unidad se presenta separada del Macizo de Santander por el sistema de fallas de Bucaramanga-Santa Marta; es decir que aflora al occidente de dicha estructura. Estratigráficamente infrayace la formación Tambor y suprayace la formación Jordán. Las mayores exposiciones ocurren en la margen izquierda del río de Oro, en el cerro Palonegro, sobre la vía que comunica con el aeropuerto, donde consta de conglomerados y areniscas, de color amarillo-naranja, alterando con capas de lodolitas rojas violáceas. Las rocas en dicho sector se presentan muy fracturadas y cizalladas debido a la acción del sistema de fallasdel Suarez. También se observa bastante bien en los alrededores de la Mesa de Ruitoque, en el sector de la cumbre y en el cerro de La Cruz de Piedecuesta, donde las pendientes de las laderas varían entre 15 y 25°.

Depósitos aluviales (Qal). Sedimentos recientes que han sido transportados y depositados por los ríos y quebradas, conformando los cauces activos, abandonados y llanuras de inundación. Están conformados por bloques, cantos, grava, arena y finos, compuestos por cuarzo, chert, cuarcitas y líticos de composición variada, con forma subredondeada a redondeada, por lo general clasto soportados, con tamaños y granulometría heterogénea, en condición suelta, embebidos en matriz areno limosa. Con espesor promedio entre 0.5 y 1.0 m.

Grupo Mesa, Meseta de Bucaramanga (TQ). La unidad está constituida por areniscas, limolitas y conglomerados débilmente consolidados y considerados como depósitos de origen fluvial, los cuales están representados por el grupo Mesa y la Unidad Meseta de Bucaramanga, de edad pliocena-pleistocena.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

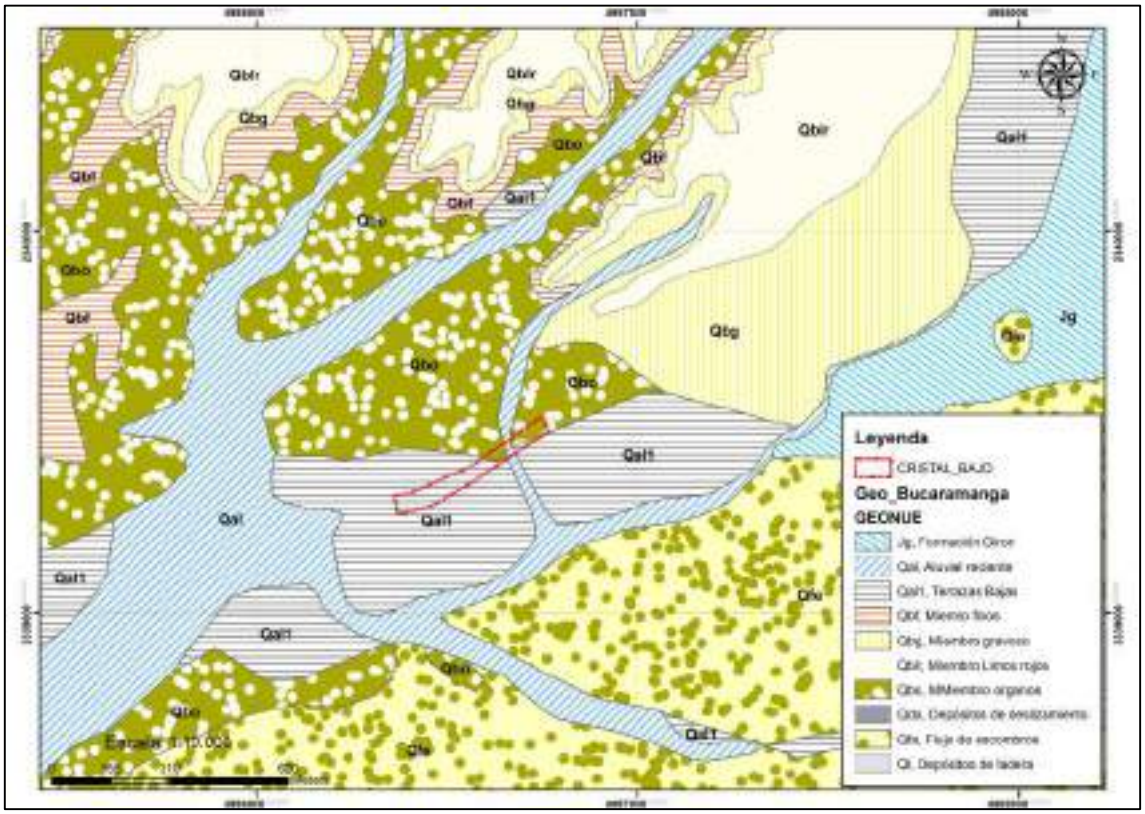


Figura 72. Localización Zona de estudio afectada en el Barrio Cristal Bajo (Cuadro rojo), en el mapa geológico de la zonificación sismogeotéctonica del área metropolitana de Bucaramanga.
Fuente: Estudio geológico.2023

Depósitos de ladera (Ql): Depósitos de color amarillo claro y rojizo, con cantos y bloques de conglomerados y areniscas cuarzo feldespáticas, subangulares, en matriz areno-arcillosa

Aluvial reciente (Qal): Cantos de areniscas silíceas, conglomerados cuarcitas y lodolitas, granito, granodiorita, diorita, gabro, neis y esquisto, en matriz areno lodosa.

Terrazas bajas (Qal1): Depósitos de cantos subredondeados a redondeados de areniscas cuarzosas y resistentes, guijos ígneo-metamórficos, areniscas violáceas y fragmentos de cuarzo lechoso, en matriz areno – arcillosa.

Miembro Órganos (Qbo): Definido por Hubach (1952). aflora en las laderas y escarpes de la parte occidental de la Meseta de Bucaramanga y el Área metropolitana. Se caracteriza por erosionarse fácilmente, formando surco, cárcavas y tierras malas que dan formas de estoraques que alcanzan alrededor de 15mdealturay sobre el se desarrolla un drenaje dendrítico subparalelo. De acuerdo con Bueno y Solarte (1994), corresponde a una serie monótona de

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

niveles polimícticos de fragmentos gruesos, de aspecto conglomerático, en alternancia con capas y lentes limo arenosos, con variaciones laterales y verticales en composición y textura. Hubach (1952) describe niveles lenticulares limo arenosos, con espesores hasta de 5 m. los niveles de aspecto “conglomerático” conforman depósitos de gravas y bloques, débilmente consolidados, dispuestos en forma de capas gruesas a muy gruesas con espesores de hasta 15m.

8.1.7.1.3 Geología estructural

El área de estudio se encuentra en la provincia tectónica de la Cordillera Oriental (Ilustración 8). La cual se caracteriza por pliegues anticlinales y sinclinales amplios, limitados por fallas inversas y de cabalgamiento, de direcciones NE y NW, con inclinación predominante hacia el oriente.

Constituye una cobertera sedimentaria con cubrimiento de una gran extensión de la Cordillera Oriental. En el Departamento de Santander, está restringida a dos bloques, el principal localizado en la región central estructural y el menor ubicado en la región oriental. Esta provincia está conformada por rocas sedimentarias generalmente plegadas, de edades jurásicas y cretácicas; el bloque principal o central está limitado al oriente por las fallas Riachuelo y Bucaramanga-Santa Marta, y al occidente por la Falla La Salina, mientras el bloque oriental está limitado al oriente por la Falla de Servitá y al occidente por las fallas Bucaramanga-Santa Marta y de Baraya.

El territorio santandereano se caracteriza por presentar tres estilos estructurales diferenciables, los cuales identifican tres regiones estructuralmente bien definidas del departamento: uno de fallamiento en bloques en la región oriental; otro de plegamientos en la región central, y el graben del Magdalena, en la región occidental (Imagen 8) se toma como referencia la descripción en la memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001).

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

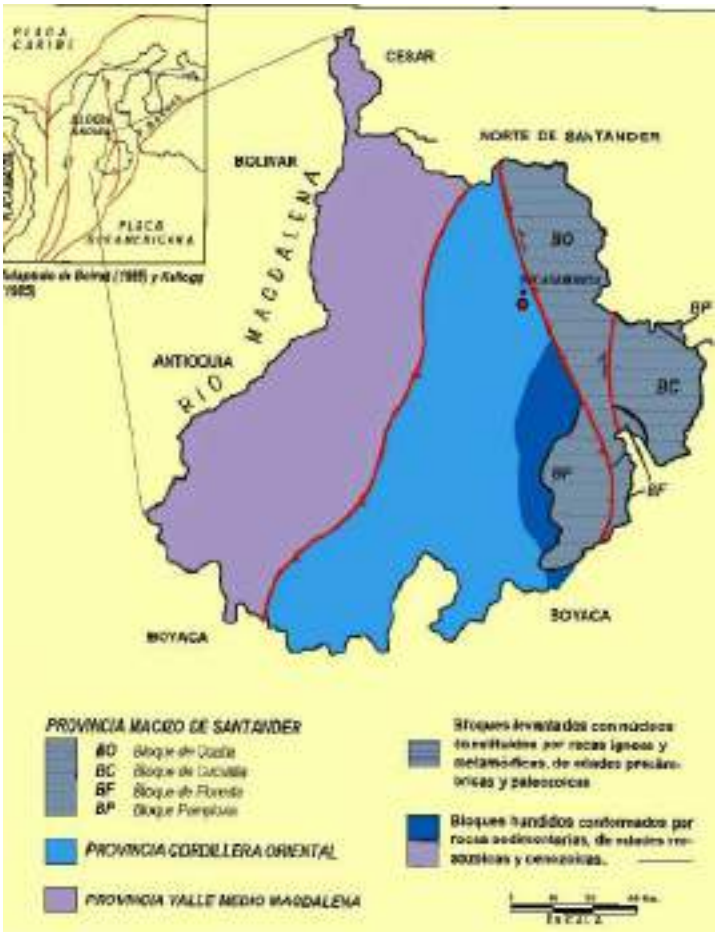


Figura 73. Esquema tectónico departamento de Santander, la zona de estudio esta demarcada en rojo.
Fuente: Tomado y modificado de memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001).

El área de estudio, Barrio Cristal Bajo se encuentra en la región central está al NE de la falla del Suarez.

8.1.7.1.4 Unidades de suelo

Las unidades de suelo encontradas en el área de estudio se observan en la siguiente imagen.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

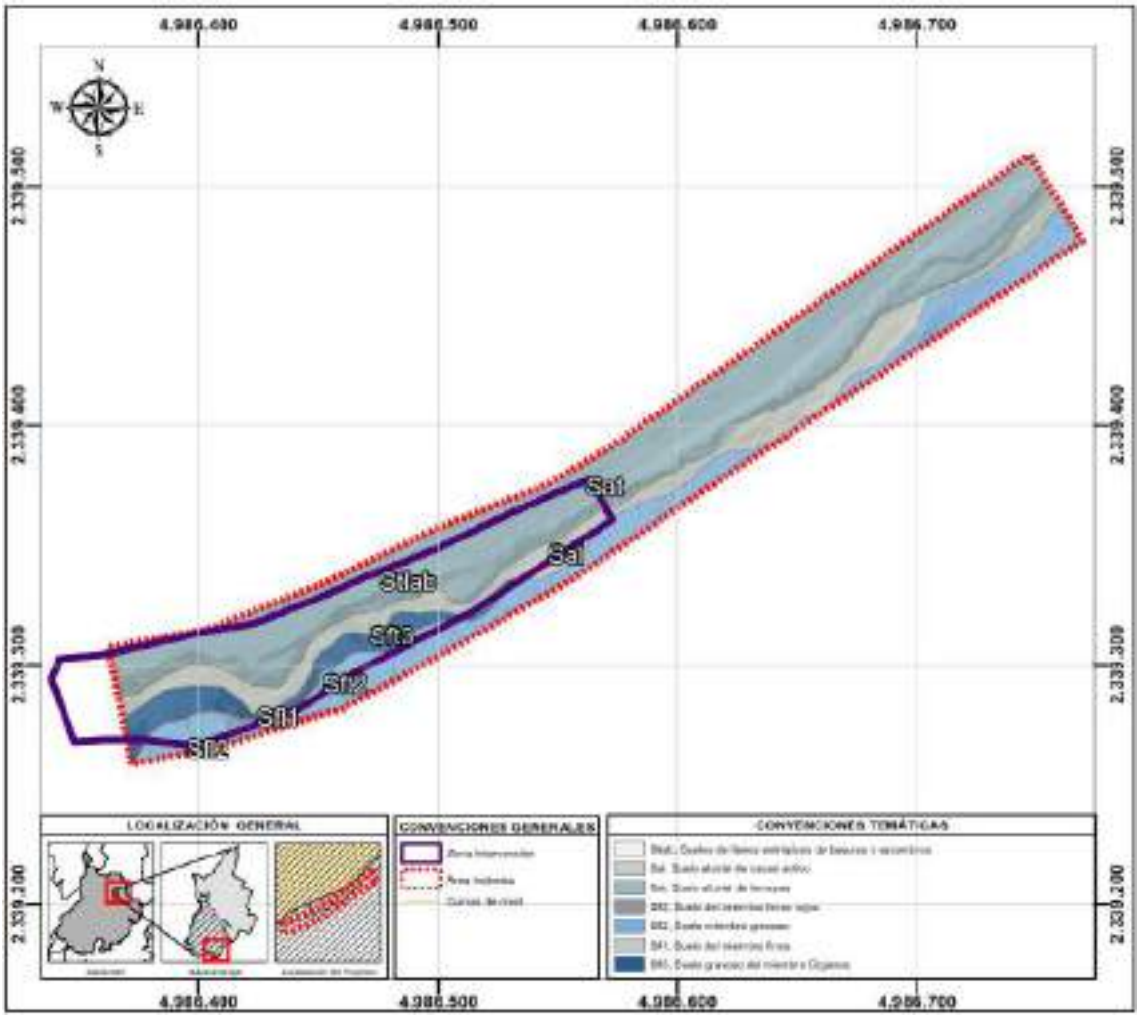


Figura 74. Mapas de Unidades Geológicas para Ingeniería área de estudio Barrio Cristal Bajo.
Fuente: Este estudio, 2023

- **Geomorfología**

La zona de estudio se encuentra ubicada morfológicamente en la geomorfoestructura correspondiente al sistema Orogénico Andino, conformado a su vez por la provincia geomorfológica Cordillera Oriental (Carvajal, 2002-2002a, y Mendivelso 2009).

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.1.7.2 Componente biótico

8.1.7.2.1 Componente flora

Según la metodología CORINE (Coordination of Information on the Environmental) Land Cover adaptada para el país, El área de estudio se encuentra en la unidad de cobertura; Tejido urbano continuo. Son espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más de 80% de la superficie del terreno.

La vegetación y el suelo desnudo representan una baja proporción del área del tejido urbano. La superficie de la unidad debe ser superior a cinco hectáreas.

El sitio de estudio se observa una vegetación conformada por gramíneas y arboles aislados como; es el Pasto elefante (Pennisetum purpureum), Chitato (Muntingia Calabura), Aguacate (Persea americana), Mango (Mangifera indica), Yarumo (Cecropia peltata), Arnica (Cnidoscolus aconitifolius), Gallinero (Pithecellobium dulce), Swinglea (Swinglea glutinosa),Guanabano (Annona muricata, la mayoría es estos árboles fueron establecidos por los lugareños.

8.1.7.2.2 Componente fauna

En esta zona destacan numerosas aves, como el Cabecirrojo, Atrapamoscas, Tángara rastrojera, Azulejo común, María Mulata, entre otros, que cumplen un papel fundamental como dispersores de semillas, contribuyendo al mantenimiento y crecimiento de los bosques. También se pueden encontrar murciélagos, zarigüeyas, diferentes tipos de arácnidos, anfibios y reptiles. La conservación y preservación de los ecosistemas urbanos es esencial para garantizar la supervivencia de estas especies y el equilibrio ecológico de la zona.

8.1.7.3 Componente Socioeconómico

Esta es una comunidad residencial diversa que incluye casas unifamiliares, apartamentos y posibles edificaciones comerciales. Cuenta con una red de calles y vías pavimentadas que conectan las diferentes áreas del barrio, así como calles más estrechas o sin pavimentar en algunas zonas.

El barrio dispone de equipamientos comunitarios como parques, plazas, centros educativos, centros de salud, iglesias y establecimientos comerciales, distribuidos estratégicamente en diferentes partes.

También cuenta con zonas verdes, como parques y áreas ajardinadas, que proporcionan espacios de recreación. El sector se enmarcado por una amplia zona vegetal.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.1.8 Demanda, Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de Recursos Naturales

Para la ejecución de las obras se deberán tramitar los siguientes permisos:

Tabla 34. Permisos a tramitar en el proyecto.

Tipo de recurso	Tramite o permiso
Agua	Se deberá tramitar el respectivo permiso de ocupación de cauces para el desarrollo de las obras en el área de protección en la quebrada la cuellar.
Flora	Se identifican algunas especies con DAP mayores a 10 cm, en el área de influencia de las obras, por lo que se requiere tramitar el respectivo permiso de aprovechamiento forestal si se intervienen estas especies.
Suelo	Solicitar licencias de explotación para las canteras de donde se extraerán los materiales. Licencias o permisos para la disposición de residuos y RCD generados en el proyecto.

8.1.9 Evaluación Ambiental

8.1.9.1 Descripción De Actividades e Identificación de impactos Ambientales

A continuación, se relacionan las actividades proyectadas a ejecutar en el proyecto y se definen los aspectos ambientales que pueden generar impactos a los componentes biótico, abiótico y social.

Tabla 35. Identificación de aspectos ambientales asociados a las actividades.

	ACTIVIDADES	ASPECTOS AMBIENTALES
1	Extracción de suelos, basuras o escombros.	Remoción de vegetación Remoción capa orgánica del suelo Generación de residuos Generación de RCD
	Construcción muro en gaviones de 7 metros de altura.	Intervención del cauce Construcción de campamentos Transporte de materiales

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

	ACTIVIDADES	ASPECTOS AMBIENTALES
2		Consumo de agua Consumo de materiales Generación de residuos Generación de RCD Presencia de personal en el sector
3	Dentellón en concreto	Consumo de agua Consumo de materiales Consumo de materiales Generación de residuos Generación de RCD

8.1.9.2 Relación de Componentes Ambientales y Posibles Impactos con Proyecto

Tabla 36. Listado de impactos ambientales por componente.

MEDIO	COMPONENTES/ ELEMENTOS	IMPACTOS
ABIOTICO	AGUAS SUPERFICIALES	Alteración de la capacidad de transporte del agua
		Cambios en las características físicas del agua
		Cambios en la calidad del recurso hídrico superficial
		Alteración de la hidrogeomorfologia de la dinámica fluvial
	ATMOSFÉRICO	Alteración de la calidad del aire por gases y material particulado
		Alteración de los niveles de ruido
	SUELOS, GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo
		Alteración de la calidad del suelo
		Alteración del suelo orgánico o agrológico
		Contaminación por generación de residuos y RCD
	PAISAJE	Alteración del paisaje
BIÓTICO	FAUNA Y FLORA	Variación de la cobertura vegetal
		Desplazamiento de especies
		Alteracion de las comunidades de fauna terrestre
	CULTURAL	Alteración de patrones culturales

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

MEDIO	COMPONENTES/ ELEMENTOS	IMPACTOS
SOCIOECONOMICO		Intervención del patrimonio arqueológico histórico o arquitectónico
	ECONOMICO	Modificación del nivel de ingresos de la población
		Variación del presupuesto de la región
		Cambio en la oferta laboral
		Alteración del valor de la propiedad
	ESPACIAL	Alteración de infraestructura existente
		Variación en la cobertura y calidad de servicios públicos
		Variación en el volumen del tránsito vehicular
	POLITICO - ORGANIZATIVO	Fortalecimiento institucional y comunitario
		Generación de expectativas en la comunidad
		Cambio en el uso de un recurso natural

8.1.10 Metodología para la Evaluación Ambiental

Para el proceso de evaluación ambiental se utilizó la metodología de desarrollada por Arboleda, también conocida como metodología EPM la cual permite el análisis completo en el área de influencia teniendo en cuenta las siguientes etapas:

Etapa 1. Desagregación del Proyecto en Componentes. En esta etapa se divide el proyecto en las actividades que se requieren para la etapa constructiva.

Etapa 2. Identificación de los Impactos. En esta etapa se procede a identificar los impactos que se pueden generar en cada uno de los procesos definidos en el paso anterior. Para ello se utiliza un método de valoración de impactos por medio del cual se determina la magnitud de la relación proyecto ambiente.
Cada diagrama está compuesto por tres elementos básicos que permiten elaborar el proceso secuencial que identificará los impactos.

Estos elementos son los siguientes:

Acción: Es el conjunto de actividades necesarias para la ejecución del proyecto.

Aspecto: Es el proceso físico, biótico, social económico o cultural que puede ser activado, suspendido o modificado por una determinada acción del proyecto y puede producir cambios o alteraciones que gobiernan la dinámica de los ecosistemas.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Impacto: Es el cambio neto o resultado final (benéfico o perjudicial) que se produce en alguno de los elementos ambientales por una determinada acción del proyecto.

Etapa 3. Evaluación de los impactos. Los diagramas de identificación permiten obtener una lista de impactos ambientales que pueden ser generados por una determinada acción del proyecto, pero no indican nada de su significado y jerarquía. Es por eso que en esta etapa se procede a evaluar cada impacto individualmente.

Los atributos ambientales o criterios utilizados para la calificación son:

• Clase • Presencia o Probabilidad • Duración • Evaluación • Magnitud

La estimación de los factores de la evaluación ambiental se basa en la utilización de conceptos de profesionales especialistas.

Para la calificación ambiental, se utilizó igualmente el método definido por Arboleda.

De acuerdo con este método la calificación ambiental es la expresión de la interacción o acción conjugada de los criterios o factores que caracterizan los impactos ambientales y está definida por la siguiente ecuación: Ca = C (P [E x M + D]) Dónde: Ca: Calificación Ambiental (varía entre 0.1 y 10) C: Clase expresado por el signo + o – de acuerdo al tipo de impacto.

P: Presencia (Varía entre 0.0 y 1.0)

E: Evolución (Varía entre 0.0 y 1.0)

M: Magnitud (Varía entre 0.0 y 1.0)

D: Duración (Varía entre 0.0 y 1.0)

Aplicando el análisis de sensibilidad se determinaron las siguientes constantes de ponderación:

a = 7.0 y b = 3.0.

Luego; Ca = C (P[axEM+bxD]) reemplazando a y b Obtenemos Ca = C (P[7.0xEM+3.0xD])

El índice denominado Calificación Ambiental (Ca), se obtiene a partir de cinco criterios o factores característicos de cada impacto, los cuales se explican de la siguiente manera:

Clase (C). Define el sentido del cambio ambiental producido por una determinada acción del proyecto. Puede ser positiva o negativa dependiendo si se mejora o degrada el ambiente actual o futuro.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Presencia (P). Como no se tiene certeza absoluta de que todos los impactos se presenten, la presencia califica la probabilidad de que el impacto pueda darse, se expresa entonces como un porcentaje de la probabilidad de ocurrencia.

En la mayoría de los impactos hay certeza absoluta de que se van a presentar, pero otros pocos tienen un nivel de incertidumbre que debe determinarse. Este criterio califica la posibilidad de que el impacto pueda darse y se expresa como un porcentaje de la probabilidad de ocurrencia, de la siguiente manera:

- Cierta: si la probabilidad de que el impacto se presente es del 100% (se califica con 1.0)
- Muy probable: si la probabilidad está entre 70 y 100 % (se califica entre 0.7 y 0.99)
- Probable: si la probabilidad está entre 40 y 70 % (0.4 y 0.69)
- Poco probable: si la probabilidad está entre 20 y 40 % (0.2 y 0.39)
- Muy poco probable: si la probabilidad es menor a 20 % (0.01 y 0.19)

Duración (D). Evalúa el periodo de existencia activa del impacto y sus consecuencias, se expresa en función del tiempo que permanece el impacto (muy larga, larga, corta, etc.).

Con este criterio se evalúa el período de existencia activa del impacto, desde el momento que se empiezan a manifestar sus consecuencias hasta que duren los efectos sobre el factor ambiental considerado. Se debe evaluar en forma independiente de las posibilidades de reversibilidad o manejo que tenga el impacto.

Evolución (E). Evalúa la velocidad de desarrollo del impacto, desde que aparece hasta que se hace presente plenamente con todas sus consecuencias, se expresa en unidades relacionadas con la velocidad con la que se presenta el impacto.

Califica la rapidez con la que se presenta el impacto, es decir la velocidad como éste se despliega a partir del momento en que inician las afectaciones y hasta que el impacto se hace presente plenamente con todas sus consecuencias.

Se expresa en términos del tiempo trascurrido entre el inicio de las afectaciones hasta el momento en que el impacto alcanza sus mayores consecuencias o hasta cuando se presenta el máximo cambio sobre el factor considerado, así:

- Muy rápida: cuando el impacto alcanza sus máximas consecuencias en un tiempo menor a 1 mes después de su inicio (se califica con 1.0)
- Rápida: si este tiempo está entre 1 y 12 meses (0.7 – 0.99) Media: si este tiempo está entre 12 y 18 meses (0.4 y 0.69)
- Lenta: si este tiempo está entre 18 y 24 meses (0.2 y 0.39)
- Muy lenta: si este tiempo es mayor a 24 meses (0.01 y 0.19)

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Magnitud (M). Califica la dimensión o tamaño del cambio ambiental producido por la actividad o proceso constructivo u operativo. Los valores de magnitud absoluta, cuantificados o referidos se transforman en términos de magnitud relativa, que es una expresión mucho más real del nivel de afectación del impacto.

Este criterio califica la dimensión o tamaño del cambio sufrido en el factor ambiental analizado por causa de una acción del proyecto.

Se expresa en términos del porcentaje de afectación o de modificación del factor (por este motivo también se denomina magnitud relativa) y puede ser:

- Muy alta: si la afectación del factor es mayor al 80%, o sea que se destruye o cambia casi totalmente (se califica con 1.0)
- Alta: si la afectación del factor está entre 60 y 80 %, o sea una modificación parcial del factor analizado (se puede calificar 0.7 – 0.99)
- Media: si la afectación del factor está entre 40 y 60 %, o sea una afectación media del factor analizado (0.4 y 0.69)
- Baja: si la afectación del factor está entre 20 y 40 %, o sea una afectación baja del factor analizado (0.2 y 0.39)
- Muy baja: cuando se genera una afectación o modificación mínima del factor considerado, o sea menor al 20 % (0.01 y 0.19).

Tabla 37. Criterios para la valoración de impactos.

Criterio	Rango	Valor
Clase	Positivo	(+)
	Negativo	(-)
Presencia	Cierta	1,0
	Muy probable	0,7-0,99
	Probable	0,4-0,69
	Poco probable	0,2-0,39
	Muy poco probable	0,01-0,19
Evolución	Muy rápida: Si es < de 1 mes	1,0
	Rápida: Si es < de 12 meses	0,7-0,99
	Media: Si es < de 18 meses	0,4-0,69
	Lenta: Si es < de 24 meses	0,2-0,39
	Muy lenta: Si es > de 24 meses	0,01-0,19
Magnitud	Muy alta: Si Mr > del 80 %	1,0
	Alta: Si Mr varía entre 60 y 80 %	0,7-0,99
	Media: Si Mr varía entre 40 y 60 %	0,4-0,69
	Baja: Si Mr varía entre 20 y 40 %	0,2-0,39
	Muy baja: Si Mr < del 20 %	0,01-0,19
Duración	Muy larga o permanente: Si es > de 10 años	1,0
	Larga: Si es > de 7años	0,7-0,99
	Media: Si es > de 4 años	0,4-0,69
	Corta: Si es > de 1 año	0,2-0,39
	Muy corta: Si es < de 1 año	0,01-0,19

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 38. Rangos de valores evaluación ambiental del impacto.

CALIFICACIÓN AMBIENTAL	IMPORTANCIA	MEDIDA DE MANEJO
<2.5	Poco significativo o irrelevante (PS – I)	Preventivos
>2.5 y < 5.0	Moderadamente significativo o moderado (MS – M)	Control
>5.0 y < 7.5	Significativo o relevante (S – R)	Compensación
>7.5	Muy significativo o Grave (MS – G)	Restauración

8.1.11 Matriz de Valoración de Impactos

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	RECURSO NATURAL AFECTADO						IMPACTO AMBIENTAL	PARÁMETROS DE VALORACIÓN								
		AIRE	AGUA	SUELO	FLORA	FAUNA	SOCIOAMBIENTAL		CLASE	PRESENCIA (P)	EVOLUCIÓN (E)	MAGNITUD (M)	DURACIÓN (D)	a	b	CALIFICACIÓN DEL IMPACTO	IMPORTANCIA	MEDIDA DE MANEJO
Extracción de suelo, basura y escombros.	Remoción de vegetación				X			Variacion de la cobertura vegetal	-	1,0	1,0	0,6	1,00	7	3	7,2		Compensacion forestal
						X		Desplazamiento de especies	-	1,0	0,8	0,6	0,19	7	3	3,9		Cumplimiento de PMA
	Remoción capa organica del suelo			X				Alteración de las propiedades fisicoquimicas del suelo	-	0,4	0,8	0,6	0,19	7	3	1,6		Cumplimiento de PMA
				X				Alteración del suelo organico o agrologico	-	0,4	0,8	0,6	0,19	7	3	1,6		Cumplimiento de PMA
	Generacion de residuos solidos			X				Alteracion de las propiedades fisicoquimicas del suelo	-	0,4	0,8	0,6	0,19	7	3	1,6		Cumplimiento de PMA
	Generacion de RCD			X				Contaminacion del suelo	-	0,4	0,8	0,19	0,19	7	3	0,7		Cumplimiento de PMA
Construccion muro en gaviones	Intervencion cauce			X				Alteracion de la hidrogeomorfologia	-	1,0	1,0	1,0	1,00	7	3	10,0		Cumplimiento de la compensación solicitada en el permiso de ocupacion de cauces. Diseños de obras por especialistas. Construcción de proyectos diseñados.
			X					Alteración de la capacidad de transporte del agua	-	0,4	0,8	0,6	0,19	7	3	1,6		Cumplimiento del PMA
			X	X				Cambios en los cursos de los cuerpos de agua	-	1,0	0,8	1,0	0,19	7	3	6,2		Cumplimiento de la compensación solicitada en el permiso de ocupacion de cauces.
			X					Cambio en las caracteristicas fisicoquimicas del agua	-	0,7	0,8	0,19	0,19	7	3	1,1		Cumplimiento del PMA
	Construccion de campamentos			X			X	Alteracion de la infraestructura existente	-	1,0	1,0	0,6	0,19	7	3	4,8		Cumplimiento del PMA
				X				Contaminacion del suelo	-	0,4	0,8	0,6	0,19	7	3	1,6		Cumplimiento del PMA
	Generacion de residuos solidos			X				Alteracion de las propiedades fisicoquimicas del suelo	-	0,4	0,8	0,19	0,19	7	3	0,7		Cumplimiento del PMA
	Generacion de residuos liquidos		X					Contaminacion del agua	-	0,2	0,8	0,19	0,19	7	3	0,3		Cumplimiento del PMA
	Suspensión de actividades de extraccion de materiales del rio						X	Cambio en las actividades economicas tradicionales	-	0,6	0,8	0,19	0,19	7	3	1,0		Cumplimiento del PMA
Dentellon en concreto	Transporte de materiales						X	Aumento en los niveles del trafico vehicular	-	1,0	0,8	0,19	0,19	7	3	1,6		Cumplimiento del PMA
		X						Alteracion de la calidad del aire	-	0,6	0,8	0,19	0,19	7	3	1,0		Cumplimiento del PMA
		X						Alteracion de los niveles de ruido	-	0,6	0,8	0,19	0,19	7	3	1,0		Cumplimiento del PMA
	Intervencion del cauce del rio		X	X				Alteracion de la hidrogeomorfologia	-	1,0	0,8	1,0	1,00	7	3	8,6		Cumplimiento de la compensación solicitada en el permiso de ocupacion de cauces.
	Generacion de RCD			X				Alteracion de las propiedades fisicoquimicas del suelo	-	0,4	0,8	0,19	0,19	7	3	0,7		Cumplimiento del PMA
	Generacion de residuos			X				Contaminación del suelo	-	0,4	0,8	0,19	0,19	7	3	0,7		Cumplimiento del PMA
	Construcción de obras preventivas						X	Disminucion de riesgos para la comunidad	+	1	1,0	0,6	1,00	7	3	7,2		Socializacion de las obras a la comunidad y sus impactos positivos.

8.1.11.1.1 Análisis de impactos

De acuerdo con la matriz de evaluación ambiental, solo un impacto, asociado a la actividad de construcción de muro en Gaviones, se encuentra calificada como riesgo muy significativo o grave, debido a que es una afectación irreversible sobre el cauce de la quebrada. Asociada al recurso suelo.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Se encuentran en importancia significativa o relevante la variación de la cobertura vegetal, el cambio en los cursos de los cuerpos de agua, la alteración de la hidro geomorfología asociada a la actividad del dentellón en concreto.

Como impacto positivo, significativo o relevante se encuentra la disminución de riesgos para la comunidad por los controles en el cauce para evitar el desborde de la quebrada la Cuellar.

8.1.12 Programas de Manejo Ambiental

En este capítulo se presentan los programas de manejo ambiental que se definen para el proyecto, teniendo en cuenta la línea base ambiental de los componentes biótico, abiótico y social y las actividades proyectadas para el área de estudio.

Con la implementación de los programas aquí contenidos, se espera que los impactos sobre el área de influencia puedan controlarse o minimizarse. Para el caso de actividades cuyos efectos son irreversibles se establecerán medidas de compensación.

Los programas aquí contenidos deberán ser implementados y monitoreados por un profesional en el área ambiental.

PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL	
COMPONENTE BIÓTICO	
PMB 1.	Programa de manejo forestal y paisajístico
PMB 2.	Programa de Manejo Ambiental Para El Manejo De Fauna Silvestre y Protección De Hábitats
COMPONENTE ABIÓTICO	
PMA 1.	Programa para el manejo de excavaciones, rellenos y afirmados
PMA 2.	Programa para el manejo ambiental de materiales de construcción
PMA 3.	Programa para el manejo integral de residuos sólidos y RCD
PMA 4.	Programa para el manejo de campamentos e infraestructura temporal
PMA 5.	Programa para el manejo de emisiones atmosféricas y ruido

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

PMA 6.	Programa para el manejo de señalización y aislamiento del área de construcción
PMA 7.	Programa para el Manejo ambiental de los vehículos, maquinaria y equipos.
COMPONENTE SOCIOECONÓMICO	
PMS 1.	Programa para la capacitación ambiental y la seguridad y salud en el trabajo
PMS 2.	Programa de información comunitaria
GESTIÓN AMBIENTAL	
PGA 1.	Programa de seguimiento y monitoreo ambiental

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 39. Programa de manejo forestal y paisajístico PMB - 1.

Programa de manejo forestal y paisajístico – MEDIO BIÓTICO	**PMB - 1**
Descripción	
Este programa contiene las medidas necesarias para realizar la intervención adecuada del componente forestal del proyecto, minimizando la afectación de vegetación no requerida y disponiendo adecuadamente los residuos generados.	
Metas Relacionadas	
• Realizar únicamente la intervención de las especies arbóreas autorizadas para su intervención. • Disponer y manejar adecuadamente los residuos de tala y rocería. • Realizar la tala de los árboles con técnicas adecuadas y personal idóneo. • Proteger el componente paisajístico adyacente al desarrollo de las obras.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
Perdida de la cobertura vegetal	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Inicio de las actividades de descapote / frentes de obra
Plan de Acción	
Descripción de la cobertura del área de estudio: Según la metodología CORINE (Coordination of Information on the Environmental) Land Cover adaptada para el país, El área de estudio se encuentra en la unidad de cobertura; **1Tejido urbano continuo,** Son espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más de 80% de la superficie del terreno. La vegetación y el suelo desnudo representan una baja proporción del área del tejido urbano. El sitio de estudio se observa una vegetación conformada por gramíneas y arboles aislados como; es el Pasto elefante (Pennisetum purpureum), Chitato (Muntingia Calabura), Aguacate (Persea americana), Mango (Mangifera indica), Yarumo (Cecropia peltata), Arnica (Cnidoscolus aconitifolius), Gallinero (Pithecellobium dulce), Swinglea (Swinglea glutinosa),Guanabano (Annona muricata, la mayoría des estos árboles fueron establecidos por los lugareños. **Manejo forestal**	

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

1. Elaborar un inventario forestal del área de intervención. Verificar que se tramiten e identifiquen todos los árboles que puedan verse afectados por el proyecto.

2. Tramitar los permisos de aprovechamiento forestal para las especies arbustivas que sean requeridas.

3. No se podrán intervenir los árboles hasta tanto no contar con el respectivo permiso de la autoridad ambiental.

Protección de áreas no intervenidas

1. La vegetación existente que no será intervenida debe ser protegida durante todas las actividades de construcción. No se podrán utilizar los árboles para apoyar instalaciones o elementos para los trabajos.

2. La protección se debe realizar utilizando malla, aislando totalmente cada árbol. Al finalizar las actividades de construcción se debe retirar dicha protección y verificar que ninguno de los árboles haya sufrido daño alguno.

3. Se prohíbe realizar intervención de áreas para instalar los campamentos o provisionales.

Compensación Forestal

Los permisos de aprovechamiento forestal y Ocupación de Cauces, requieren compensaciones forestales, por tanto, deben incluirse en el cronograma de obras.

Los planes de compensación deben presentarse un mes después de recibido el permiso e implementarse antes de finalizar las obras.

Se deberá cumplir cabalmente con lo exigido en los permisos en relación con especies y tiempos.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 40. Programa de manejo ambiental para el manejo de fauna silvestre y protección de hábitats PMB - 2.

Programa de manejo ambiental para el manejo de fauna silvestre y protección de hábitats – MEDIO BIÓTICO	**PMB - 2**
Descripción	
Este programa contiene las medidas para la protección de la fauna presente o foránea localizada en las zonas de construcción de las obras.	
Metas Relacionadas	
• Especies de fauna afectadas igual a cero. • Descartar la presencia de fauna en el área de intervención • Capacitar al personal vinculado al proyecto sobre temas de protección de fauna.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
Cambio en la dinámica de las comunidades faunísticas Alteración de hábitats terrestres	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental	Desde el inicio hasta el final de las obras.
Plan de Acción	

1. Capacitación

Todo el personal vinculado al proyecto deberá capacitarse en temas relacionados con la protección de fauna. Dentro de los temas a tratar se recomiendan los siguientes:

- Normas generales de conducta dentro de la obra.
- Manejo de la fauna silvestre en la zona del proyecto.
- Leyes normativas sobre protección de fauna y las sanciones existentes para quienes las infrinjan.

2. Inspecciones de las áreas de intervención

Realizar inspecciones previas a la intervención y remoción de vegetación y descapote con el fin de descartar la presencia de fauna. Se deberá llevar registro fotográfico de estas actividades que deben realizarse previamente al inicio de los trabajos.

Realizar inspecciones de los árboles a intervenir para descartar la presencia de nidos.

3. Prohibición de captura y caza

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Está completamente prohibida la captura de todo tipo de fauna, se debe informar al personal y realizar controles adecuados frente al tema garantizando la presencia del profesional ambiental en las actividades de intervención.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 41. Programa para el manejo de excavaciones, rellenos y afirmados PMA - 1.

Programa para el manejo de excavaciones, rellenos y afirmados – MEDIO ABIÓTICO	**PMA - 1**
Descripción	
El programa busca establecer los requerimientos y procedimientos para el manejo ambiental de las actividades rellenos y afirmados, cumpliendo con las normas técnicas y ambientales establecidas	
Metas Relacionadas	
• Número de accidentes de obra relacionados con el manejo de excavaciones = 0 • Cumplimiento al 100% de las medidas de manejo ambiental establecidas para la intervención con actividades de excavación.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
Aporte de sedimentos a la corriente de agua Alteración de la calidad visual del paisaje Accidentes a los trabajadores y la comunidad	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades de excavación y rellenos.
Plan de Acción	
Se debe aislar y señalizar completamente las áreas de excavación y relleno. Las actividades de excavación y movimiento de tierra deben realizarse procurando la estabilidad de las áreas aledañas a las zonas de intervención. Debe definirse un sitio adecuado para la ubicación temporal de los materiales retirados, fuera de la ronda de la quebrada y evitando senderos peatonales. Se deben ubicar adecuadas protecciones o barricadas para protección de las zonas excavadas y prevenir el acceso de agua de la quebrada. Los materiales excavados se deberán disponer en sitios autorizados para tal fin, en el programa para manejo de RCD se mencionan los sitios autorizados en la ciudad de Bucaramanga. Los RCD retirados podrán reutilizarse tambien para las actividades de relleno y afirmado, cubriéndolos adecuadamente con plástico. Se debe llevar registro adecuado de los materiales generados, dispuestos y reutilizados. Se debe suspender todo tipo de actividades ante la presencia de lluvias.	

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 42. Programa para el manejo ambiental de materiales de construcción PMA - 2.

Programa para el manejo ambiental de materiales de construcción – MEDIO ABIÓTICO	**PMA - 2**
Descripción	
El programa busca definir los controles a tener en cuenta para la adquisición, transporte y manejo de los materiales de construcción.	
Metas Relacionadas	
• Evitar las emisiones de material particulado. • Disponer el total de los escombros y materiales en sitios autorizados. • Evitar la ocupación de áreas no permitidas por la disposición inadecuada de escombros.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
Disminuir la generación de material particulado en la zona. Evitar la ocupación del espacio público. Afectación de los sistemas de drenaje y de las fuentes hídricas del sector. Evitar el desperdicio de materiales Garantizar la obtención de materiales de fuentes autorizadas	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.
Plan de Acción	
Adquisición de materiales Los materiales de construcción grava, gravilla, arena, agregados minerales deben provenir de los sitios debidamente avalados, con sus licencias ambientales y mineras vigentes. **Almacenamiento de Materiales de construcción** Los materiales de construcción deberán ubicarse lejos de la zona de asilamiento de la quebrada, cubrirse y ubicarse de manera adecuada en zonas alejadas de sumideros o zonas verdes o vías. Los materiales de construcción ubicados dentro del frente de trabajo o almacenados temporalmente en los sitios aprobados para tal fin deben permanecer perfectamente demarcados y cubiertos. La preparación de los concretos en obra, se debe realizar exclusivamente sobre formaletas metálicas para evitar vertimientos y caídas de este tipo de producto.	

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Medidas para el transporte de materiales

Todos los vehículos deberán contar con sus documentos y principalmente revisión tecnicomecanica al día.

Asegurar que los vehículos que transportan escombros o materiales tengan los platones o carrocerías adecuados para asegurar que la carga quede contenida en su totalidad, evitando perdidas de material durante el traslado.

Se debe tener presente que al cargar la volqueta el material no debe sobrepasar el nivel de enrase del volco para evitar así el derrame de materiales.

Es obligatorio cubrir la carga transportada con el fin de evitar dispersión de la misma o emisiones fugitivas, la cobertura debe caer sobre el contenedor 30 cm a partir del borde superior del platón vehículo.

El contenedor o platón debe estar constituido por una estructura continua que en su contorno no contenga roturas, perforaciones, ranuras o espacios.

Se deberá garantizar medidas de protección para evitar que el material de corte se desplace a zonas verdes.

En caso de presentarse algún derrame accidental de concreto o algún material, éste deberá recogerse de forma inmediata.

Para la programación del transporte de materiales de construcción, desde el proveedor hacia el frente de obra, se deberá tener en cuenta las normas de tránsito, el tráfico vehicular y las restricciones de flujo de los vehículos de carga, principalmente porque para el acceso a los sitios de obra se deberá transitar por el barrio y hay gran presencia de peatones y niños.

Los materiales almacenados temporalmente deberán ubicarse en sitios adecuados, señalizados y cubrirse con plástico.

Señalización

Evitar molestias por el tráfico ocasionado por la entrada y descarga en el área de trabajo por medio de controladores de tráfico, estableciendo cronogramas apropiados y rutas seguras de transporte.

Las áreas de almacenamiento temporal de material deberán estar debidamente demarcadas y señalizadas.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 43. Programa para el manejo integral de residuos sólidos PMA - 3.

Programa para el manejo integral de residuos sólidos – MEDIO ABIÓTICO	**PMA - 3**
Descripción	
El programa define las pautas que se deben seguir en las actividades de separación, almacenamiento, clasificación y disposición final de residuos sólidos y RCD.	
Metas Relacionadas	
Evitar la ocupación del espacio público. Realizar el aprovechamiento de los residuos reciclables generados durante la etapa de construcción. Disponer los residuos de construcción de la forma adecuada según la normatividad legal vigente.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
Aumento en la generación de residuos. Contaminación del suelo Deterioro del paisaje Pérdida de la cobertura vegetal. Invasión u ocupación del espacio público Evitar molestias en la población que transita por el sector. Contaminación visual Taponamiento del sistema de drenaje del sector. Contaminación de cuerpos de agua.	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.
Plan de Acción	
Identificar la empresa que presta el servicio de recolección de residuos en el sector con el fin de establecer convenio para la recolección de los residuos NO APROVECHABLES durante el proyecto. Se deberán identificar los diferentes gestores de los otros tipos de residuos peligrosos, reciclables y RCD. Y solicitar los respectivos permisos o autorizaciones para su gestión. **Clasificación en la fuente** La actividad de separación de residuos se debe realizar preferiblemente en el lugar de generación.	

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Se ubicarán puntos de acopio de residuos en cada uno de los frentes de trabajo de acuerdo con el código de colores establecido mediante la resolución 2184 de 2019.



Imagen 1. Código de colores para colombia

De acuerdo con las características del proyecto los residuos más comunes podrían ubicarse de la siguiente forma:

Se marcarán los recipientes así:

A. **Residuos ordinarios o comunes (Color negro).** Dentro de este recipiente se ubicarán todos los residuos de tipo ordinario que no representan valor comercial tales como: Residuos de alimentos, papel y plástico contaminados con alimentos, icopor papel aluminio, papeles sanitarios entre otros.
B. **Reciclaje de vidrio, papel y cartón. (color blanco).** Dentro de este recipiente se ubicarán aquellos residuos de cartón provenientes de los empaques de los insumos del proyecto, papel de oficinas, envases de vidrio entre otros materiales reciclables.
C. **Residuos Orgánicos aprovechables. (Color verde).** Todos los residuos de comida, cascaras, alimentos preparados, huesos etc.
D. **Residuos Peligrosos (Color Rojo):** Los residuos de tipo peligroso tales como envases o elementos contaminados con combustibles, residuos de enfermería, pegantes u otros insumos que hayan tenido con sustancias químicas peligrosas deberán disponerse en este tipo de color. Así como los elementos contaminados con combustibles y sustancias químicas.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

E. **RCD:** Los RCD que puedan generarse tales como chatarra, sobrantes de excavación y escombros deberán manejarse de manera separada en los sitios de generación.

Los puntos ecológicos deberán ubicarse cerca de las fuentes de generación, con sus respectivas bolsas de colores.

Almacenamiento

Se deberá contar con puntos de acopio temporal para el almacenamiento temporal de residuos aprovechables tales como cartón, papel, PVC entre otros.

a) Requerimientos de los recipientes de residuos

- Los recipientes o canecas deben contar con todas las características de seguridad e higiene, con el fin de que se evite la entrada de agua, roedores o insectos; deberán estar en buen estado de modo que no permita el escape de líquidos por sus paredes o por el fondo.
- Los recipientes deberán estar rotulados de acuerdo al color y tipo de residuo.
- Los residuos peligrosos deberán ser rotulados de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana NTC 1692, que corresponde al transporte de mercancías peligrosas, definiciones, clasificación, marcado, etiquetado y rotulado, o aquella que la modifique o sustituya.
- Los contenedores o canecas podrán ubicarse al lado de las oficinas, campamentos o donde se consideren necesarios. En lo posible los contenedores deben quedar cerca al sitio de generación.
-

Disposición final

Se deberán indagar las rutas, horarios y empresas de recolección de residuos y realizar acuerdos con la empresa de aseo para la entrega de los residuos generados durante las obras.

Los residuos aprovechables que puedan generarse, como cartón, PET, PVC deberán entregarse a un gestor autorizado.

Los residuos peligrosos deberán ser entregados a un gestor autorizado del municipio y se deberán anexar a los informes los certificados de esta disposición.

Para la disposición de los escombros y material sobrante, en el área metropolitana se cuenta actualmente con las siguientes escombreras autorizadas:

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- Escombrera “Rancho Grande”, ubicada en el Km 2 Vía Piedecuesta – Bogotá antiguo INTRA, en el municipio de Piedecuesta. Autorizado mediante Radicado CDMB 11581 de 2009.

- Escombrera “El Parque”, ubicada en la escarpa del costado sur occidental de la meseta de Bucaramanga sobre la calle 104 del Barrio Porvenir de la ciudad de Bucaramanga. Autorizado mediante Radicado CDMB 11877 de 2013.

- Escombrera Cemex Suratá, ubicada en el Km4 de la vía al mar desde el municipio de Bucaramanga. Autorizado mediante Radicado CDMB 12235 de 2020.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 44. Programa para el manejo de campamentos e infraestructura temporal PMA - 4.

Programa para el manejo de campamentos e infraestructura temporal – MEDIO ABIÓTICO	**PMA - 4**
Descripción	
El programa tiene como objetivo definir las medidas ambientales que se deben implementar para ubicar y mantener la infraestructura temporal de las obras.	
Metas Relacionadas	
Cumplir el 100% de las actividades de manejo ambiental para la instalación de la infraestructura temporal. Asegurar que el campamento cumpla con espacios adecuados para sus trabajadores.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
Aumento en la generación de residuos. Contaminación del suelo Deterioro del paisaje Pérdida de la cobertura vegetal. Invasión u ocupación del espacio público Evitar molestias en la población que transita por el sector. Contaminación visual Contaminación de cuerpos de agua.	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.
Plan de Acción	
Previo al inicio de las obras, los responsables de la misma deberán definir la ubicación de las instalaciones temporales, evitando la ocupación de zonas verdes, vías de circulación peatonal o espacio público. Se debe garantizar que las condiciones de los campamentos cumplan con las condiciones higienicosanitarias mínimas para el personal. Se debe contar con agua potable para la hidratación del personal y lavado de manos. Se deberá contar con unidades sanitarias fijas conectadas a la red de alcantarillado del municipio o con baños portátiles de una empresa que cuente con permiso de funcionamiento y vertimientos. (Los certificados de disposición de residuos líquidos deben presentarse mensualmente en los informes ambientales).	

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Se deberán realizar jornadas de organización y aseo de los espacios destinados para campamentos.

Los campamentos deberán contar con elementos para la atención de emergencias como botiquín, camilla y extintor, acordes y suficientes con la cantidad de personal vinculado.

Si se requiere la ubicación de espacios para el almacenamiento de combustibles, estos deben estar demarcados, alejados de la corriente de agua, contar con un dique perimetral para evitar la dispersión ante un eventual derrame.

Se deberá contar con un kit de derrames y capacitar al personal frente a su uso adecuado.

Si se requiere abastecimiento de combustible para la maquinaria pesada en el frente de obra, éste se debe realizar mediante la utilización de bombas manuales o mecánicas que cumpla con el Decreto 1609/02 y las normas NTC para transporte de sustancias peligrosas y las disposiciones contenidas en el Decreto 1521 de 1998 del Ministerio de Minas y Energía.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 45. Programa para el manejo de emisiones atmosféricas y ruido PMA - 5.

Programa para el manejo de emisiones atmosféricas y ruido – MEDIO ABIÓTICO	**PMA - 5**
Descripción	
El programa busca establecer las medidas necesarias para prevenir, controlar, mitigar y reducir la alteración de la calidad del aire y niveles de ruido debido a las fuentes móviles y emisiones de material particulado durante las fases de construcción.	
Metas Relacionadas	
• Establecimiento de medidas para controlar las fuentes de emisiones y ruido. • Cero quejas de la comunidad por ruido o contaminación del aire.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
• Alteración de la calidad del aire por gases y material particulado. • Alteración de los niveles de ruido	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.
Plan de Acción	
1. Manejo y control de material particulado Los vehículos deberán cumplir con las normas de tránsito y acatar las velocidades establecidas en el tránsito por las vías del barrio con el fin de disminuir el levantamiento de material particulado. Los vehículos deberán cubrir la carga transportada de acuerdo a lo establecido en el programa para el manejo y transporte de materiales de construcción y demolición. Se debe asegurar que todos los materiales sueltos almacenados en obra, se cubran adecuadamente para evitar su dispersión. Se deberán aislar adecuadamente las áreas de trabajo. Todos los vehículos involucrados en la obra deberán tener la documentación legal al día, SOAT y revisión tecnicomecanica. Así mismo los vehículos deberán recibir el mantenimiento para un adecuado funcionamiento. **2. Control del ruido**	

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Garantizar el uso de elementos de protección auditiva para los trabajadores del proyecto en las actividades que sea necesario. (uso de taladros, maquinaria y equipo).

Las actividades generadoras de altos niveles de ruido deberán desarrollarse en horarios adecuados, suspendiendo actividades durante las horas de descanso, con el fin de evitar molestias a la comunidad.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 46. Programa para el manejo de señalización y aislamiento del área de construcción PMA - 6.

Programa para el manejo de señalización y aislamiento del área de construcción – MEDIO ABIÓTICO	**PMA - 6**
Descripción	
Las actividades de este programa buscan prevenir el riesgo ocasionado por la realización de las obras y disminuir la afectación visual de la misma.	
Metas Relacionadas	
• Cero accidentes derivados de la señalización inadecuada de la obra.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
• Alteración del paisaje	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.
Plan de Acción	
La obra debe estar completamente aislada para evitar la presencia en los frentes de trabajo de personas externas de la comunidad o niños. Se deberá contar con señalización preventiva interna en todas las zonas de riesgo. Se deberá contar con señalización que promueva el uso de los elementos de protección personal por parte de los trabajadores. Todas las sustancias químicas y combustibles deberán estar señalizados y rotulados. Se deberán ubicar barreras activas en el cauce de la quebrada para evitar el acceso del agua a los sitios de obra. Deberá contarse con una ruta de evacuación definida y señalizada. Todos los puntos de acopio y de interés de la obra deberán estar debidamente señalizados. Toda la señalización temporal deberá retirarse una vez finalicen las obras.	

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 47. Programa para el manejo de Programa para el Manejo ambiental de los vehículos, maquinaria y equipos. PMA - 7.

Programa para el manejo de Programa para el Manejo ambiental de los vehículos, maquinaria y equipos. – MEDIO ABIÓTICO	**PMA - 7**
Descripción	
Este programa busca garantizar que la maquinaria y vehículos vinculados al proyecto cumplan con la normatividad ambiental y se incorporen sin causar mayor deterioro en el área de influencia del proyecto.	
Metas Relacionadas	
• Cumplir el 100% de las medidas ambientales establecidas para minimizar los impactos ambientales en la operación de los vehículos maquinarías y equipos. • Cumplir con los mantenimientos y seguimiento preventivos programados de los equipos.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
• Alteración de la calidad del aire • Alteración de los niveles de ruido	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.
Plan de Acción	

1. Documentos del vehículo y estado general:

- En la obra solo se contratarán vehículos que tengan actualizados los Certificados de Revisión Técnico Mecánica y el Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito, SOAT.
- Previo al inicio de una maniobra u operación, se verificará el estado de mantenimiento y conservación de los vehículos, la maquinaria y equipo destinado para atender las actividades de construcción, ordenando, si es del caso, su retiro del área de trabajo, al encontrar una novedad que no se le pueda dar solución en el sitio.
- Todos los vehículos deben estar en buen estado general e integridad.

2. Medidas de control y seguridad para la operación de maquinarias, equipos y vehículos de construcción

Los vehículos y maquinarias estarán provistos de señales ópticas y auditivas (pito) de reversa.

Los vehículos que transporten material tendrán incorporados en su carrocería los contenedores con platones apropiados, a fin de que la carga depositada en ellos quede contenida en su totalidad de forma tal que se evite el derrame pérdida parcial del material y escurrimiento durante el transporte; para evitar la dispersión del

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

material o emisiones furtivas será necesario cubrirla con un material resistente que se sujetará a las paredes exteriores del contenedor cumpliendo con todos los requerimientos de la resolución 541 de 1994 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Los vehículos que operen para la obra deberán cumplir con las normas de tránsito vigentes.

Ruido

El uso de equipos con alta generación de ruido debe operarse dentro de los horarios de trabajo y evitar la realización de actividades en horarios comunes de descanso de la comunidad para evita la perturbación por ruido.

Para el control del ruido es necesario que se respeten los horarios de trabajo diurnos. De requerirse extensión de trabajos en horas nocturnas se deberá informar previamente a la comunidad y contar con los respectivos permisos de trabajo ante la entidad territorial y el ministerio de trabajo.

Combustibles y lubricantes:

No se autorizará el suministro de combustible o lubricante en el área de trabajo: los vehículos deberán realizar su llenado de tanque de combustible y/o cambio de aceite en un sitio autorizado.

El mantenimiento de maquinaria pesada se ejecutará en talleres especializados.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 48. Programa para el manejo de Programa para la capacitación ambiental y la seguridad y salud en el trabajo. PS - 1.

Programa para el manejo de Programa para la capacitación ambiental y la seguridad y salud en el trabajo. – MEDIO SOCIAL	**PS - 1**
Descripción	
Este programa busca que todo el personal involucrado en el proyecto reciba capacitación adecuada sobre la implementación de los programas de manejo ambiental.	
Metas Relacionadas	
• 100% personal de obra capacitado en el proyecto en temas de manejo ambiental. • Proteger al personal y a la comunidad de la ocurrencia de accidentes leves. • Mantener la integridad de las personas y la comunidad.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
• Afectación de la salud del personal de la obra por ocurrencia de accidentes de trabajo o enfermedades profesionales. • Afectación de la salud de la comunidad que reside o transita por el sector.	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.
Plan de Acción	
1. Capacitación de personal De manera general se sugiere capacitar al personal en los siguientes temas: • Socialización de los programas de manejo ambiental. • Legislación ambiental vigente • Ahorro del agua y la energía • Normas generales de conducta dentro del proyecto. • Manejo de la fauna silvestre en la zona del proyecto. • Leyes normativas sobre protección de fauna y las sanciones existentes para quienes las infrinjan. • Manejo integral de residuos sólidos. • Manejo ambiental de campamentos e instalaciones provisionales • Orden y aseo. • Capacitaciones diarias en temas de seguridad y salud en el trabajo.	

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Realizar como mínimo 2 capacitaciones mensuales dirigidas al personal.

2. Seguridad y salud en el trabajo

Se deberá contar con un programa de Seguridad y Salud en el trabajo para la ejecución del proyecto.

Se deberán realizar inspecciones de seguridad y suministrar los elementos de protección personal requeridos por el personal para cada una de sus actividades.

Se deberá contar con los elementos de atención de emergencias. (Extintor, camilla y botiquín).

Se deberá contar con kits de derrames y un plan de manejo de combustibles.

Se deberá garantizar la ubicación de señalización de zonas de riesgo, ruta de evacuación y uso de elementos de protección personal.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 49. Programa para el manejo de Programa para la información comunitaria PS - 2.

Programa para el manejo de Programa para la información comunitaria – MEDIO SOCIAL	**PS - 2**
Descripción	
El objetivo de este programa es establecer canales de comunicación con las comunidades aledañas a las obras para garantizar que se encuentren informadas y atendidas y disminuir así los impactos asociados a la presencia y desarrollo de las actividades.	
Metas Relacionadas	
• Atender las PQR de las comunidades que puedan generarse en el desarrollo de las obras. • Definir un canal de comunicación adecuado con la comunidad durante la duración de las obras.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
• Quejas o reclamos de la comunidad • Generación de expectativas en la comunidad • Dispersión de información inadecuada sobre la obra.	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental o social – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.
Plan de Acción	
1. Información a la comunidad Se deberá promover con los lideres comunitarios una reunión de inicio el proyecto, donde se informe duración de las obras, beneficios de la misma y los impactos ambientales y sociales que pueden generarse por su ejecución. Socializar principalmente los planes de manejo de tráfico, los horarios de ingreso de vehículos y las medidas de prevención principalmente para peatones. **2. Actas de vecindad** El área de intervención no se encuentra colindante con ningún tipo de vivienda, por tal motivo las actas de estado deberán estar enfocadas al estado de las estructuras existentes sobre el cauce, las vías de acceso y las zonas peatonales.	

Tabla 50. Programa para el manejo de Programa de seguimiento y monitoreo ambiental PGA – 1.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Programa para el manejo de Programa de seguimiento y monitoreo ambiental – GESTION AMBIENTAL	**PGA - 1**

Descripción

Este programa tiene como objetivo principal revisar la implementación de los planes de manejo establecidos, verificando su efectividad y aplicabilidad en el desarrollo de las actividades del proyecto.

Metas Relacionadas

- Garantizar el cumplimiento de las actividades establecidas en los planes de manejo ambiental.
- Prevenir sanciones o requerimientos por parte de la autoridad ambiental.

Impactos por Prevenir o Mitigar

- Afectaciones a los medios Bióticos, abióticos y sociales presentes en el área de influencia del proyecto.

Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental– Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.

Plan de Acción

En el desarrollo de las obras se deberá contar con un profesional idóneo en el área ambiental, con el fin de realizar el seguimiento y la implementación de los programas de manejo ambiental contenidos en este documento.

El profesional en el área ambiental tiene las siguientes responsabilidades:

- Efectuar comprobaciones, chequeos, inspecciones para verificar la ejecución de los programas.
- Consignar las observaciones en una bitácora o libro de obra sobre los hallazgos que afecten el cumplimiento del PMA.
- Verificar el cumplimiento de los correctivos, compromisos y responsabilidades que surjan de la entidad contratante o la autoridad ambiental.
- Verificar y reportar oportunamente el cumplimiento de las compensaciones forestales.
- Consignar en la bitácora las actividades realizadas, las inconsistencias de tipo ambiental que se detecten, solicitando las oportunas reparaciones y correcciones, según el caso.
- Constatar las sugerencias, inquietudes y reclamos relacionados con los asuntos ambientales formulados por los empleados y trabajadores, por la comunidad en general, por la entidad contratante, por la Autoridad Ambiental, o demás Autoridades, dejando constancia de ellas en la bitácora.
- Elaborar los informes mensuales de cumplimiento de las medidas establecidas en el plan de manejo.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- Atender los requerimientos de las comunidades relacionadas con temas de manejo ambiental.
- Participar de las reuniones de socialización con las comunidades.
- Establecer planes de acción si las metas y objetivos de los planes de manejo ambiental no se cumplen a conformidad.
- Identificar gestores de residuos y solicitar oportunamente los certificados de gestión.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.2 PLAN DE MANEJO DE TRANSITO

8.2.1 Tipo de obra

Este proyecto pretende realizar obras de mitigación debido a que las crecientes de la quebrada La Cuellar, generaron inundaciones y afectaciones en gran parte del barrio. Los efectos erosivos del cuerpo hídrico han generado afectaciones sobre los muros de protección localizados sobre la margen derecha de la quebrada.
En este sector se plantean las siguientes obras de mitigación:

- Se recomienda la construcción de un muro en gaviones de 3.0 a 5.0 metros de altura. Deberá ser enterrado mínimo a una profundidad de 1.0 metro del nivel actual del terreno y la cara expuesta deberá ser protegido por medio de un recubrimiento en concreto de 12.5cm de espesor. La estructura proyectada, no presenta problemas de estabilidad local ni global, los factores de seguridad por Volteo, Deslizamiento y Falla por capacidad de carga son Admisibles.
- Para garantizar el funcionamiento del muro de contención en gavión, se recomienda retirar los suelos transportados de basuras y escombros, con el fin de que el muro en gavión se construya sobre suelo competente.
- Como elemento de protección ante los efectos de socavación lateral y de fondo, se recomienda implementar un dentellón en concreto ciclópeo de 3.0m de altura y 1.50m de ancho. Adicionalmente, este dentellón mejora el factor de seguridad a deslizamiento para el escenario de diseño.

8.2.2 Tiempo de ejecución

El tiempo de ejecución del proyecto es de diez (10) meses, contados desde la fecha establecida mediante la orden de inicio impartida por la entidad contratante.

Cronograma de obra

Horario de trabajo: de 7:00 am a 05:00 pm de lunes a viernes y sábados de 07:00 am a 12:00 pm

8.2.3 Equipo a emplear

En esta etapa de construcción del proyecto se empleará la siguiente maquinaria, las cuales tendrán inspecciones permanentes para verificar el cumplimiento de la señalización, transporte de materiales, entre otras, dando cumplimiento al Código Nacional de Tránsito.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 51.Relación de Maquinaria

HERRAMIENTAS Y EQUIPOS MÍNIMOS PARA OBRA CIVIL		
DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD
Volquetas	Capacidad mínima de 6 metros cúbicos	3
Mezcladora Concreto	Capacidad Mínimo de un (01) bulto	3
Vibrador de Concreto	Eléctrico tipo agua	3
Retroexcavadora	Automática	1
Compactador Manual tipo rana	Compactador manual (saltarín) peso operación mayor 52 (Kg).	3
Martillo demoledor	Demoledor hexagonal mínimo 30 Jis	3
Pulidora	Manual de 7 a 9 pulgadas	6

8.2.4 Características de la Zona de Influencia

8.2.4.1 Zona de influencia

De acuerdo con los lineamientos establecidos en el Manual de Señalización en su capítulo 4, Numeral 4.7, relacionado con planes de manejo de tráfico, la zona de influencia para obras de interferencia baja como lo es este proyecto.
A partir de la anterior consideración y de acuerdo con las características de la vialidad y los usos del suelo predominantes (Residencial 4).

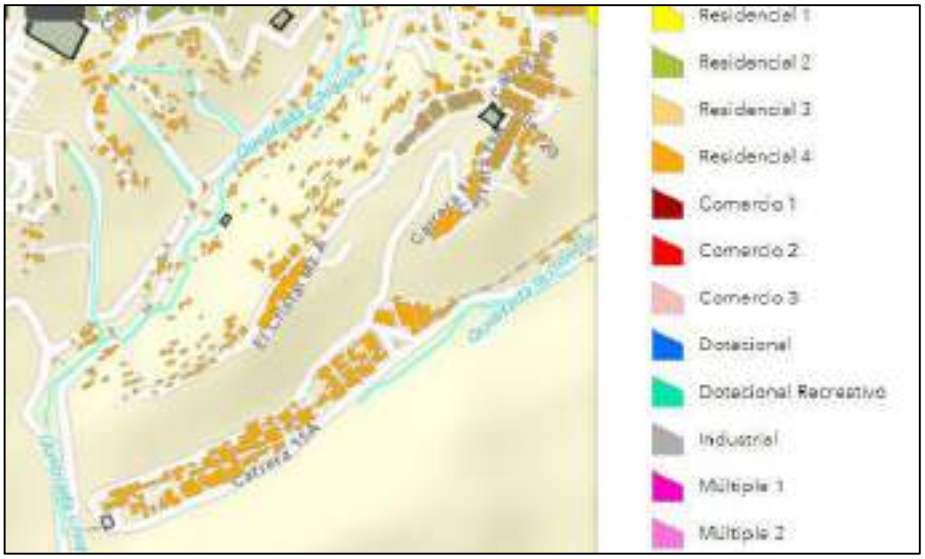


Figura 75. Área de Influencia del proyecto.
Fuente:POT ONLINE.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 52.Usos del suelo por sector
Fuente: Elaboración propia.

ID	DIRECCIÓN	USO DEL SUELO								
		R1	R2	R3	R4	C1	C2	C3	M1	D
1	calle 17 #9 a la altura del barrio Gaitán				X					

8.2.4.2 Normativas de ordenamiento territorial

De acuerdo con el Plan de Ordenamiento territorial de Bucaramanga tenemos que el área objeto de la intervención del proyecto, corresponde a los siguientes subsistemas normativos.
De acuerdo con el Plan de Ordenamiento territorial de Bucaramanga tenemos que el área objeto de la intervención del proyecto, corresponde a los siguientes subsistemas normativos.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- **Subsistema de Infraestructura Vial**

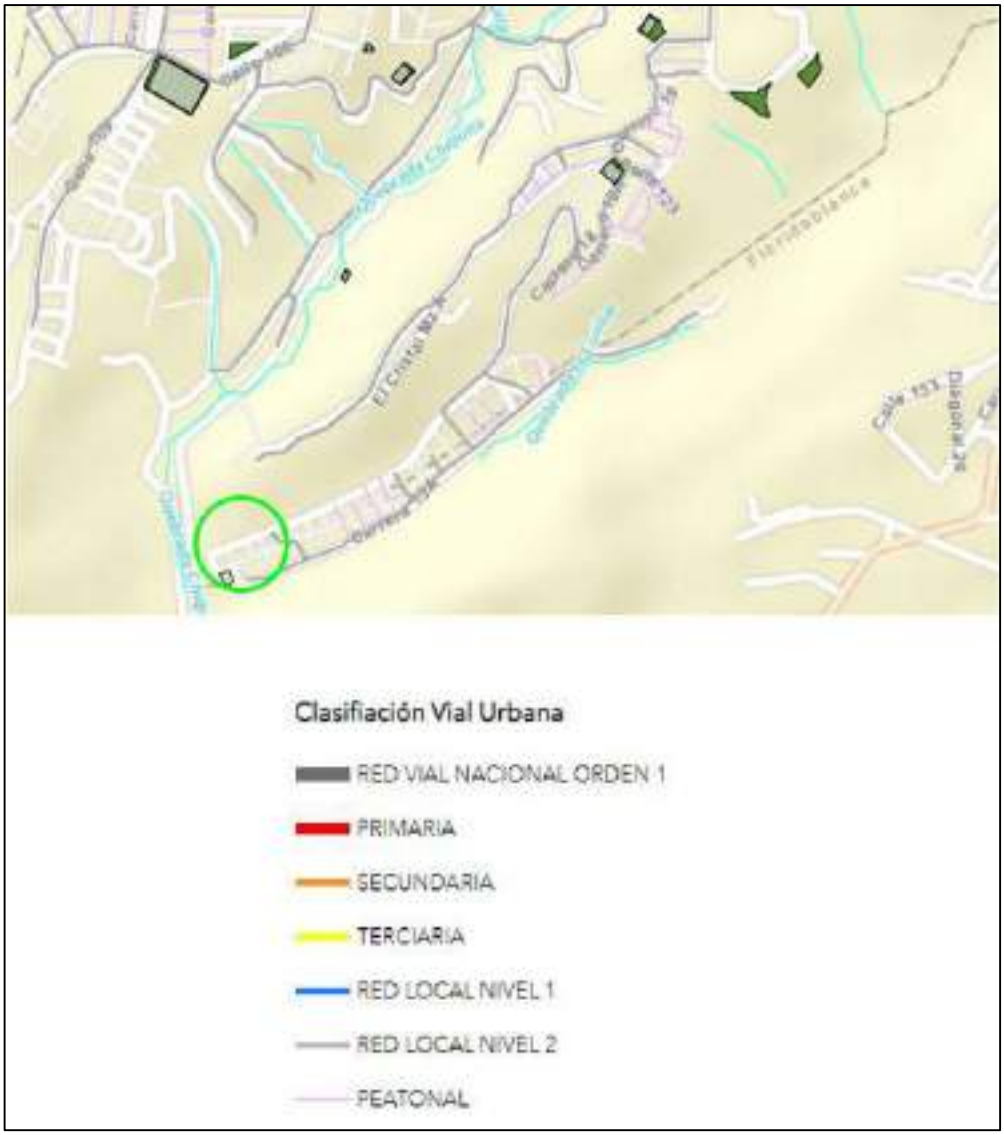


Figura 76. U1 Subsistema de infraestructura.
Fuente:POT 2da generación Bucaramanga.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

El proyecto se encuentra generalmente en vía de orden Red Local Nivel 1 como lo es la carrera 15ª, en el barrio Cristal Bajo.

Tabla 53.Tipología vial por sectores
Fuente: Elaboración propia.

ID	DIRECCIÓN	Red Local Nivel 2	Red Local Nivel 1	Arteria Terciaria	Arteria secundaria	Arteria Primaria	Red Vial Nacional Orden 1
1	**carrera 15ª, barrio Cristal Bajo**	**x**					

8.2.4.3 Sitios especiales de influencia

En el área de influencia descrita se ubican lugares que por su actividad afectan de manera particular la movilidad del sector.

- **Inventario de sitios especiales sobre zona de influencia**

Tabla 54.Sitios especiales
Fuente: Elaboración propia

ID	DIRECCIÓN	Sitios Especiales
1	**carrera 15ª, barrio Cristal Bajo**	**Tienda Mare panadería Pan para ti Instituto Provenza Sede B Cristal Bajo**

8.2.4.4 Señalización existente y sentidos viales

Debido al tipo de proyecto, no se pudo establecer un inventario de todas las señales existentes; sin embargo, se aclara que toda señal vertical que implique el desmonte con el fin de realizar las adecuaciones en los andenes, debe ser nuevamente instalada en la posición inicial para no generar conflictos de movilidad y garantizar la seguridad vial en el sector.
El inventario de señalización afectada se ira adelantando en los comités de tráfico mensuales y debidamente reemplazadas por otras definitivas.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 55.Señalización existente
Fuente: Elaboración propia

Ítem	Ubicación	Descripción
a		Vía con sentido Sur Norte, cuenta dos calzadas de un carril con líneas blancas en los extremos y línea amarilla continua en su interior, lo que indica que es una vía con doble flujo. Esta vía se encuentra ubicada en la carrera 15ª, barrio Cristal Bajo y se trata de una zona residencial, rodeada de edificios y casas residenciales, por lo cual su velocidad es de 30 km.
b		Vía con sentido occidente oriente, cuenta dos calzadas de un carril con líneas blancas e los extremos y línea amarilla continua en su interior, lo que indica que es una vía con doble flujo. Esta vía se encuentra ubicada en la carrera 15ª, barrio Cristal Bajo y se trata de una zona residencial, rodeada de edificios y casas residenciales, por lo cual su velocidad es de 30 km.

8.2.4.5 Perfiles viales

A continuación, se presentan los diferentes perfiles viales encontrados en las vías directamente afectadas por la obra. Cabe aclarar que se tomaron medidas tipo y que la sección transversal puede cambiar en algunos segmentos de la vía.

Tabla 56.Perfiles viales
Fuente: Elaboración propia

ID	DIRECCIÓN	Anden 1	Calzada	Anden 2	Pavimento	Estado	Sentido Vial
1	**carrera**	**2**	**7**	**2**			

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

ID	DIRECCIÓN	Anden 1	Calzada	Anden 2	Pavimento	Estado	Sentido Vial
	15ª, barrio Cristal Bajo.				**FLEXIBLE**	**Mal**	**BIDIRECCIONAL**

El inventario especifico se ira registrando en los comités mensuales de tránsito y que serán evaluados para su debida implementación.

8.2.4.6 Accidentalidad

Los accidentes se deben prevenir, evaluando sus causas se toman previsiones que mejoren las condiciones de operación a los conductores y establezcan elementos de seguridad para los peatones. Se debe determinar puntos críticos de accidentalidad se deben llevar estadísticas de los accidentes y localización a fin de tomar las medidas correctivas a que haya lugar.

8.2.4.7 Manejo de tipología de transporte

Las obras que se realizan en las vías públicas representan un riesgo a la seguridad de los usuarios, ya sea peatones, conductores y/o trabajadores. Por lo tanto, es necesario establecer medidas de control y mitigación, de tal forma que se minimice la posibilidad de ocurrencia de accidentes o bien disminuir sus consecuencias.
La legislación vigente indica claramente que quien ejecute trabajos en las vías públicas, está obligado a instalar y mantener de día y de noche la señalización, además de seguridad adecuada a la naturaleza de los trabajos. Con el fin de orientar de manera precisa a los usuarios de la vía, se debe implantar señales informativas, reglamentarias y preventivas, junto con la debida señalización de primer nivel, aproximación a obra y la canalización mediante dispositivos canalizadores de tránsito.
En cuanto a la responsabilidad ante daños producidos en accidentes por incumplimiento de esta legislación, ésta recae en los que ejecutan la obra y en los que la encargan.

8.2.4.7.1 Tránsito vehicular particular

El proyecto no contempla intervención de las vías adyacentes al proyecto, por lo que la circulación se mantendrá sobre los carriles existentes; Así mismo si es necesario resaltar que debido al alcance del proyecto no se generaran desvíos sobre este tránsito.

8.2.4.7.2 Tránsito de peatones

En caso de presentarse restricciones al espacio público, se dispondrá de todos los elementos necesarios exigidos por las normas para dar seguridad y accesibilidad a los peatones, se implementarán señales verticales y horizontales.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

En caso tal de que un peatón presente alguna discapacidad o se presente una emergencia, se le prestara la debida ayuda por medio del personal encargado especialmente para dichos eventos.
Este proyecto abarca todo el campo peatonal directo y que dispondrá de senderos perimetrales a la zona de obra, debidamente señalizados con pendones informativos, cinta y colombinas.
Cada uno de los esquemas específicos serán presentados en los comités de tránsito mensuales.

8.2.4.7.3 Transito vehículos de carga

- Para la circulación de vehículos de carga, se mantendrán en circulación con paso restringido, igual que los demás tipos de vehículos, de acuerdo a la restricción de 2.5 y superiores a 5 Toneladas para las vías del Área Metropolitana, de acuerdo a las disposiciones vigentes determinadas por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga. En caso de requerir cierre parcial de un carril con el fin de realizar maniobras de cargue y descargue de materiales, se podrá realizar la restricción vial en los horarios permitidos por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga, de acuerdo a la normatividad vigente.

- El Contratista gestionará por escrito a la Dirección de Tránsito de Bucaramanga (DTB) el permiso especial para la movilidad de los vehículos de carga, para lo cual deberá presentar, la documentación de las volquetas vinculadas al proyecto.
  Igualmente es responsabilidad del Contratista realizar un procedimiento para el transporte de maquinaria dentro y fuera de la zona de obra, el cual será avalado por la DTB, así mismo deberá gestionar el permiso especial para el tránsito de los vehículos de carga superiores a 15 Toneladas, en la cual se presenta la relación de los vehículos a utilizar, con las respectivas copias de SOAT, Revisión Técnico Mecánica, SIMIT y Tarjeta de Propiedad.

8.2.4.7.4 Ruta evacuación de escombros

Para las zonas de cargue, descargue de materiales y retiro de escombros, el contratista dispondrá espacios suficientes dentro de la zona donde se realiza la actividad cumpliendo con las medidas de seguridad industrial y normatividad ambiental para este tipo de actividades asegurando que no se genere ninguna clase de impacto en el flujo vehicular ni peatonal en la zona de influencia directa donde se llevaran a cabo las actividades, igualmente, con el objeto de mitigar alguna posibilidad de conflicto con el peatón y demás usuarios de las vías al sitio donde estarán las actividades el contratista mantendrá ubicado en el cerramiento de la zona un paletero debidamente capacitado para garantizar el paso seguro de los peatones.

NOTA: En ningún caso se hará uso de corredores viales donde se señala expresamente la prohibición del paso de vehículos de carga, en especial, sobre las indicadas en la Resolución 080 y las que la señalización lo indique. Se recomienda trazar variantes que se unan a los

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

corredores viales en los horarios dispuestos para el transporte y acarreo de materiales indicados en la Resolución 080 de 2021 de la DTB.

Para efectuar el desplazamiento de escombro y/o residuos de las actividades se dispondrá de las rutas generales de la Resolución 080 del 2021 expedida por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga para realizar respectiva disposición en Escombrera El PARQUE de ser necesario.

8.2.5 Plan Específico de Manejo de Trafico

El Plan general de Manejo de Tráfico tiene como objetivo mitigar el impacto que puedan ejercer las obras de "**CONTRATO DE OBRA EN LAS MODALIDADES CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN Y ESTABILIZACIÓN EN EL SECTOR DEL BARRIO CRISTAL BAJO A LA ALTURA DE LA CARRERA 15 EN EL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA – SANTANDER"**



Figura 77. Plano de señalización general.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Este PMT está basado en el estudio de campo realizado para determinar el uso de vías alternas, desvíos, restricciones y control de tráfico vehicular, además de los principios del Manual de Señalización Vigente, en donde se resalta que se debe garantizar la disponibilidad de la vía al tránsito en la forma más eficaz posible.
La dinámica de intervención de este proyecto plantea la ejecución de cierres viales de manera secuencial, la cual se describe junto con el plan de movilidad para cada intervención.

8.2.5.1 Esquemas de intervenciones con cierres de vías parciales

Con el fin de indicar la señalización que debe ser tenida en cuenta en los diferentes cierres viales, a continuación, se presentan los diferentes esquemas de señalización típicos para las restricciones viales que se pueden presentar.

8.2.5.1.1 Plan de manejo de tráfico típico para intervenciones en anden

El esquema de señalización para intervenciones sobre andén que permita asegurar un sendero peatonal mínimo de 1.00 m de ancho, en los cuales no se va a ejecutar obra civil, pero que implica acumulación de materiales. (No se permite el parqueo de vehículos de obra al lado de la zona de afectación).

muestra el esquema de señalización para intervención total del andén y traslado del sendero peatonal a la vía con ancho mínimo de 1.00 m, en los cuales no se va a ejecutar obra civil que implique acumulación de materiales. (No se permite el parqueo de vehículos de obra al lado de la zona de afectación).

El área libre para la circulación vehicular debe ser mínimo de 6 m. Aplica para vía unidireccional.

LOS PMT ESPECÍFICOS SE IRÁN ADELANTANDO CON EL AVANCE DE LA OBRA Y LOS COMITÉS DE TRAFICO QUE SE AGENDARÁN MENSUALMENTE CON EL CONTRATISTA DE OBRA, CONTRATISTA DE INTERVENTORÍA Y EL ENCARGADO DE LA DIRECCIÓN DE TRANSITO.

8.2.5.2 Cierres totales

En casos de fuerza mayor como condiciones climáticas muy adversas, accidentes de tránsito, accidentes comunes que generen obstrucción de las vías o procesos constructivos que impliquen alto riesgo para el usuario al momento de transitar la vía, se deberán realizar cierres totales, requiriendo desviar el flujo vehicular por las vías alternas existentes, para lo cual se deberá obtener aprobación del plan de manejo de tránsito especifico el cual será gestionado en comité de tránsito.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.2.6 Señalización y Adecuaciones Temporales

En el presente proyecto se establece claramente la forma como se abordará la seguridad vial durante la ejecución de trabajos, por lo tanto se elabora un Plan de Señalización y Medidas de Seguridad, donde se instituyen las condiciones técnicas mínimas para una correcta disposición de elementos de seguridad transitorios, así mismo, se resalta como afecta la obra al normal desplazamiento de vehículos, ciclistas y peatones, y se implementan medidas técnicas apropiadas con el objeto de reducir el riesgo de accidentes del flujo vehicular (conductores), el flujo peatonal (transeúntes) y personal de la obra que intervienen en el mismo.

Se debe cumplir con las especificaciones establecidas en el Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte Resolución 1885 de 2015, en el que se destacan los elementos de señalización a utilizar por obras, tales como señales preventivas, señales reglamentarias, señales informativas, barreras, conos, canecas, cintas reflectivas y demás elementos de señalización, las cuales deberán cumplir con las especificaciones establecidas en dicho manual.

La señalización debe disponerse en la zona aledaña a la zona de trabajos, de tal forma de advertir con la suficiente anticipación de la existencia de trabajos, equipos y otros elementos distintos a lo que habitualmente se encuentra en la vía.

En caso de requerirse cierres parciales de vía en horarios nocturnos, se deberá hacer uso de elementos de señalización en las condiciones más desfavorables de visibilidad, esto se debe hacer según las especificaciones Generales de Construcción del Instituto Nacional de Vías vigentes, las cuales son:

- Reflectividad de todas las señales de tránsito
- Reflectividad de todos los elementos de direccionamiento (barricadas, canecas, barreras plásticas, entre otros).
- Utilización de luces intermitentes que permitan garantizar la visibilidad de las barricadas o elementos de direccionamiento. En caso de barreras se deberán colocar luces de advertencia que permitan mayor visibilidad.
- Utilización de señales luminosas que generen luz propia.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

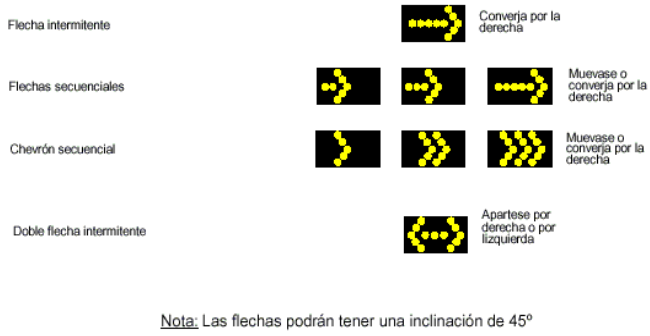


Figura 78. Flechas luminosas



Figura 79. Flechas luminosas.
Fuente: http://bmargentina.com/Balizas/index.htm

8.2.6.1 Señales informativas

Tienen por objeto advertir a los usuarios de la vía sobre los peligros potenciales existentes en la zona, cuando existe una obra que afecta el tránsito y se presente un cierre parcial de la vía.

Estas señales deberán ubicarse con suficiente anticipación al lugar de inicio de la obra, tienen forma de rombo y sus colores serán naranja para el fondo y negro para símbolos, textos, flechas y orla, en cuanto a su dimensión es de 0.80 m de alto por 1.20 m de ancho. Se colocarán a el (los) lado(s) (derecho y/o izquierdo) de la vía que se afecte por la obra.

En la ejecución de este proyecto se utilizarán las siguientes señales:

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- **SPO-01. Trabajos en la vía**



Figura 80. Señal SPO-01. Trabajo en la vía.

- **SPO-03. Auxiliar de transito**

Esta señal se utilizará con anticipación a cualquier punto donde se haya asignado a un hombre con una bandera, con el fin de regular el tránsito a través del tramo donde se están realizando los trabajos de mantenimiento o construcción.



Figura 81. Señal SPO-03. Auxiliar de transito

- **SPO-02. Desvió**

Se usará esta señal para reglamentar el paso alternado de los vehículos sobre el carril o la calzada que se cierre.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Figura 82. Señal SRO-02. Desvió

- **SPO-01. Aproximación a obra en la vía**

Esta señal se empleará para advertir conductores y peatones la aproximación a un tramo de vía afectado por una obra. Se podrá usar conjuntamente con otras señales o repetirla variando la distancia.



Figura 83. SPO-01. Aproximación a obra en la vía.

- **SIO-02 Y SIO-03. Inicio y fin de la obra**

La primera de estas señales indica el inicio de los trabajos en la vía o zona adyacente a ella, por consiguiente, la otra señal indica el sitio de finalización de la obra. Las letras tendrán una altura de mínimo 0.20 metros.



Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Figura 84. SIO-02 Y SIO-03. Inicio y fin de obra.

8.2.6.2 Dispositivos para la canalización del transito

La función de estos elementos es dirigir el tránsito a través de la zona de trabajos, marcando las transiciones graduales necesarias en los casos en que se reduce el ancho de la vía o se generan movimientos inesperados. Deberá poseer características tales que no ocasionen daños serios a los vehículos que lleguen a impactarlos.
Todos los elementos de señalización y de aislamiento se deben mantener perfectamente limpios y bien colocados. Se debe separar el flujo peatonal de los trabajos propios de la obra y del flujo vehicular. Los senderos peatonales deben ser protegidos con barreras, para los casos en que exista riesgo de que el flujo vehicular invada el espacio destinado para dichos senderos.



Figura 85. Elementos canalizadores.
Fuente: Seguridad vial :Equipos e implementos
http://www.reygada.cl/nuestros-productos/seguridad-vial/

Una vez se han terminado las obras proyectadas, se debe retirar la señalización provisional instalada por obras y se debe instalar inmediatamente la señalización definitiva vertical y horizontal de acuerdo al diseño aprobado de esta, antes de dar oficialmente circulación a los usuarios.
Los elementos canalizadores aceptados por ley son los siguientes:

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- **Barricadas**

Serán utilizadas principalmente para delimitar las zonas de trabajo y de circulación de vehículos, previniendo el paso de éstos en las zonas de construcción y para indicar la imposibilidad de utilizar una vía producto de las obras, para cercar la zona de trabajos y en general para advertir y alejar a los usuarios de las zonas de alto riesgo.
En el caso de los desvíos de tránsito, las barreras se deben complementar con la señal “Desvío” y con dispositivos luminosos. Cuando existen desvíos hacia la izquierda y la derecha, las franjas deberán dirigirse hacia ambos lados, partiendo desde el centro de la barrera.

Las barricadas se utilizarán sobre el carril o la calzada que se programe cerrar totalmente y se colocarán perpendicularmente al eje de la vía, obstruyendo el carril o la calzada inhabilitada para la circulación del tránsito vehicular, indicando el sentido de desvío del flujo vehicular.

Su diseño cuenta con franjas inclinadas en 45º de colores alternados naranjo y blanco. Al igual que en el caso de los delineadores verticales, la dirección de sus bandas diagonales refuerza e indican el lado por el cual pueden transitar los vehículos. Los soportes y el reverso de la barrera serán de color blanco. Las franjas deberán ser elaboradas en material reflectivo Tipo III, de tal manera que sean visibles, bajo condiciones atmosféricas normales, a una distancia mínima de 300 m, cuando se iluminen con las luces altas de un vehículo normal.



Figura 86. Barricada con desvió y sin desvió.
Fuente: Manual de Señalización vial Colombia. Ministerio de Transporte 2015.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- **Canalizadores tubulares**

Es un dispositivo de señalización para zonas de trabajo con espacios reducidos como canalizador vial, peatonal, cerramientos de obras y aseguramientos de áreas peligrosas. Son fabricados en material plástico anaranjado y unido por cinta de señalización.

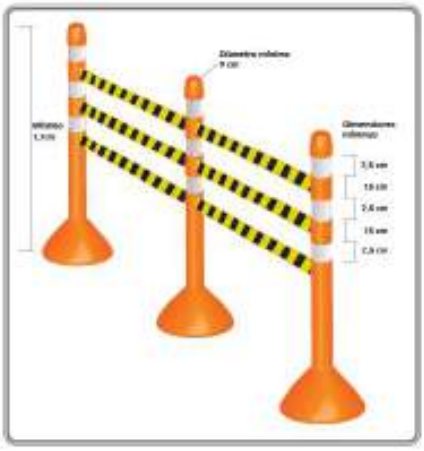


Figura 87. Delineador tubular y canalización con cinta de señalización.
Fuente: Manual de Señalización vial Colombia. Ministerio de Transporte 2015.

- **Auxiliares de trafico**

Su función principal es la de controlar el tránsito peatonal y vehicular, por lo tanto, la seguridad de los usuarios dependerá en gran medida de su trabajo. En lo que respecta a la entrada y salida de materiales, equipos y salida de escombros, para cada frente en ejecución se contará con personas que den las indicaciones necesarias y oportunas para el manejo del tráfico de equipos y materiales de construcción.



Figura 88. Controlador de Trafico.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com



Figura 89. Elementos requeridos para el controlador de Trafico.
Fuente: Control de riesgos en obras de construcción, señales en obra para vía pública.

- **Barreras plásticas flexibles**

Son dispositivos de plástico, utilizados para restringir y canalizar el tránsito vehicular, cuando se genera un cierre total o parcial de la vía.

Se colocan en serie a una distancia máxima de separación de 3m, su color deberá ser naranja y contaran con franjas de lámina reflectiva Tipo III o IV, distribuidas en sentido horizontal y vertical.



Figura 90. Barreras plásticas para aislamiento de obras.
Fuente: http://mamsenalizacion.es.tl/Malet%EDn-Pl%E1stico.htm

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.2.6.3 Señalización de primer nivel

Esta señalización tiene por objeto informar a los conductores acerca de los sectores intervenidos invitándolos a tomar vías alternas para sus desplazamientos, previniéndolos sobre las restricciones que se presentan sobre el corredor intervenido.

Como parte de las señales informativas de primer nivel, se instalarán pasacalles previamente metros antes de los corredores a intervenir, se deben ubicar 15 días antes del inicio de las obras y 15 días después del inicio de los trabajos de conformidad con las restricciones viales programadas.

Esta señalización, consiste en pasacalles en tela color naranja y caracteres negros, afiches o vallas fijas.

Con el fin de advertir a los conductores sobre las restricciones viales presentadas, como la entrada y salida de volquetas y/o maquinaria, el cierre de un carril, entre otros, se debe instalar pasacalles informativos metros antes de las intervenciones en el sentido de circulación afectado.

8.2.6.4 Señalización de segundo nivel

Corresponde a la señalización preventiva, informativa y reglamentaria que se ubica en la zona de influencia para guiar a los usuarios de las vías en los desvíos o restricciones viales, para el correcto funcionamiento del Plan de Manejo de Tráfico. La señalización se hará de acuerdo con el “Manual de señalización vial – Resolución 1885 de 2015”

8.2.6.5 Señalización de tercer nivel

La señalización de tercer nivel corresponde a toda la señalización preventiva, informativa, reglamentaria y señalización luminosa, además de los dispositivos de seguridad vial, que se ubican en el sector de la obra con el objeto de informar, prevenir y reglamentar las actuaciones de conductores y peatones para hacer seguro su tránsito por la zona de obra.

De igual forma, la señalización luminosa deberá instalarse en sitios en donde el flujo vehicular se encuentre con obstáculos de manera frontal y en todo lugar donde las condiciones de intervención generen una situación de accidentalidad potencialmente alta.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.2.6.6 Adecuaciones temporales

Se deben instalar las señales de aproximación respectivas, a las intersecciones a regular, a fin de prevenir a los conductores sobre la entrada y salida de maquinaria del frente de obra, zonas de procesos, campamentos o sitios de disposición de materiales.

Tabla 57.Elementos mínimos de adecuación

ÍTEM	CÓDIGO	ESQUEMA	UNIDAD	CANTIDAD INICIAL
1	Paletas pare y siga de 45 cm		UND	2
2	Cinta plástica “peligro no pase”		ML	10
3	Chalecos reflectivos		UND	4
4	Pitos para auxiliares de tránsito		UND	4
6	Barreras plásticas (maletines tipo new jersey)		UND	10
7	Delineadores Tubulares (colombinas)		UND	100

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8	Barricada de desvio		UND	6

8.2.7 Información y Divulgación del Plan

Una vez aprobado el PMT, se debe llevar a cabo una serie de reuniones con la comunidad, con las junta de acción comunal y con el sector educativo con el fin de mantenerlos informados sobre los trabajos a realizar y los cambios en su movilidad habitual, en donde se haga divulgación del Plan de Manejo de Tráfico, señalización y desvíos, la cual se realiza por medio de piezas de divulgación masiva tales como prensa, pasacalles y volantes entre otros, de acuerdo a los requerimientos de las entidades controladoras el tránsito.

El punto de atención a la comunidad estará ubicado dentro de las Instalaciones del Proyecto en carrera 15ª, barrio Cristal Bajo en el Municipio de Bucaramanga – Santander.

La socialización de cada una de las intervenciones debe ser informada con anticipación y soportado por medio de las actas y compromisos que se adquieran con la comunidad.

8.2.8 Control y Seguimiento de la Puesta en Marcha del Pmt

8.2.8.1 Campamento

El campamento estará adecuado para llevar a cabo las labores de seguimiento del plan de manejo y para dirigir todas las adecuaciones del personal de campo. Esta interacción es muy importante para verificar el buen funcionamiento del plan de manejo y para realizar los correctivos necesarios.

8.2.8.2 Personal y equipo requerido

Una vez puesto en marcha el Plan de Manejo de Tráfico, el contratista deberá disponer del personal suficiente y de los elementos necesarios para llevar un adecuado seguimiento del mismo.

De este seguimiento y de las acciones a realizar durante el mismo, dependerá el buen funcionamiento del Plan de Manejo de Tráfico, se contará con la siguiente organización:

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.2.8.3 Controlares viales

Son las personas encargadas de guiar a los peatones por los senderos establecidos y controlar el tránsito de vehículos dentro de la zona afectada por la obra, además debe estar pendiente de la entrada y salida de volquetas.

8.2.9 Seguridad Vial

En todo momento se deberá mantener una adecuada señalización de la vía, de acuerdo con las normas de seguridad vial y las condiciones topográficas y geométricas de la vía. Además, se deberán realizar campañas de información e inducción a los trabajadores encargados de la regulación del tránsito, ya que la seguridad vial es el objetivo principal del Plan de Manejo de Tráfico, y por lo tanto debe apoyar a las autoridades del control del tránsito e implementar las metodologías de seguimiento en tramos de concentración de accidentes, para la prevención de estos y contribuir en reducir los índices de accidentalidad tanto en número como en gravedad.

A continuación, se relacionan aspectos que deberán ser respetados e implementados por estar en el código nacional de tránsito, Ley 769, en materia de seguridad vial.

Los trabajadores del Contratista que desempeñen labores de conducción de vehículos ya sean contratados o vinculados directamente a la empresa, deberán conocer y respetar el código de tránsito vigente, y contar con la licencia de conducción vigente.

Los vehículos deberán contar con cinturones de seguridad y será de responsabilidad del conductor su uso obligatorio para todos los ocupantes.

Además de las normas fundamentales de tránsito vehicular, se deberán seguir las siguientes normas específicas:

- No superar los límites máximos de velocidad establecidos para las zonas de las obras objeto del Contrato y urbanas del Municipio.
- Si se requiere hacer traslados nocturnos, se deberá realizar un manejo preventivo, con dispositivos luminosos.
- En caso de lluvia torrencial se deberá extremar la conducción preventiva y la circulación con luces encendidas y estacionarias.
- Al ingresar a las zonas de obra se deberá disminuir la velocidad a 20 KPH.
- Los vehículos de carga como volquetas, cama-bajas, tracto-camiones, entre otros, deberán estar debidamente señalizados.
- Los vehículos y la maquinaria pesada deberán contar con dispositivos sonoros para reversa.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

En el caso de transporte de materiales desde las fuentes de materiales a sitios de obra, de sitios de obra a zonas de depósito o cualquier otro recorrido que deba hacerse con volquetas cargadas, éstas deberán siempre llevar su carga cubierta con lonas de alta resistencia de tal forma que se eviten los regueros de materiales sobre las vías.

Los vehículos participantes en la ejecución de los trabajos del Contrato deberán contar con equipo básico de carretera y primeros auxilios, además de tener vigente el certificado de emisión de gases y el Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito – SOAT y deberán cumplir con las normas básicas de seguridad al manejar, tales como:

- Cualquier falla o deficiencia que haga riesgosa la operación de los vehículos, motivará que éste quede por fuera de servicio hasta tanto no se hagan las correcciones requeridas.

- Antes de iniciar labores deberá hacerse una inspección de seguridad en la que se incluyan como mínimo los sistemas de frenos y dirección, llantas, limpia-brisas, luces y equipo de carretera.
- Utilizar el cinturón de seguridad. Todo vehículo de transporte de personal deberá estar dotado de cinturones de seguridad y el Contratista deberá garantizar su utilización por parte de los ocupantes.

- No se deberán exceder las velocidades máximas establecidas.

- Los vehículos de transporte de materiales o equipos deberán estar dotados de los elementos de protección y de primeros auxilios básicos.

Los accidentes se pueden prevenir, si evaluando sus causas se toman medidas que mejoren las condiciones de operación a los conductores y establezcan elementos de seguridad para los trabajadores expuestos al tráfico.

8.2.9.1 Procedimiento para la movilización de maquinaria y equipos

En caso de requerirse la movilización de maquinaria y equipos especiales al frente de la obra, se describe a continuación el procedimiento para implementar las medidas pertinentes.

8.2.9.1.1 Traslado de equipos o maquinaria a la zona de obra

Cuando la altura máxima del vehículo medida desde el pavimento y hasta la cota superior de la maquina o hasta el punto máximo del vehículo no sobrepase de 4.10 m y el ancho total no sobrepase los 2.60 m. El transporte de maquinaria y equipo no necesitara escolta, no requiere de avisos de “peligro carga ancha” como tampoco permiso de la autoridad respectiva.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Cuando el ancho de maquina sobrepase los 2.60 m y sea inferior o igual 3.0m, la circulación del vehículo de carga se desarrollará a una velocidad de 40 KPH, colocando avisos de “Peligro Carga Ancha” en la parte delantera y trasera del vehículo. Las dimensiones de este aviso serán de 1.5 m de largo por 0.60 m de alto, de fondo amarillo y letras y orlas negras, colocados en la parte delantera y trasera del vehículo. La altura de la letra será de 10 cm y el fondo será en lámina retroreflectiva.

8.2.9.1.2 Traslado de equipos o maquinaria dentro de la zona de obra

Todos los equipos sin importar las dimensiones y características podrán circular por sus propios medios por las zonas requeridas, siempre y cuando estas zonas estén cerradas al uso público, las cuales deben estar debidamente señalizadas. Esta señalización se realizará de acuerdo con la normatividad vigente sobre la materia y específicamente las contenidas en el Manual de dispositivos para la regulación del tránsito en Calles y Carreteras del Ministerio de Transporte, el Plan de manejo de Tráfico aprobado y las condiciones particulares establecidas contractualmente.

8.2.9.1.3 Traslado de equipos o maquinaria dentro a la zona de Obra.

Todos los equipos sin importar las dimensiones y características podrán circular por sus propios medios por las zonas requeridas, siempre y cuando estas zonas estén cerradas al uso público, las cuales deben estar debidamente señalizadas.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.3 PLAN DE GESTIÓN SOCIAL

8.3.1 Alcance

El presente documento establece los requisitos mínimos para prevenir, reducir, controlar y/o mitigar de manera oportuna y eficiente el impacto que generan las obras civiles relacionadas con la construcción de muros de gaviones para mitigación del riesgo por inundaciones presentados en la zona de impacto de los sectores José Antonio Galán, Club Gallineral y Cristal Bajo del municipio de Bucaramanga.

8.3.2 Objetivos

8.3.2.1 Objetivo General

Favorecer la disminución y mitigación de los impactos generados por las obras en sus áreas de influencia, a través de los actores que participan en las mismas, mediante acompañamiento a la comunidad y herramientas sociales apropiadas.

8.3.2.2 Objetivos específicos

- Dar a conocer el proyecto a ejecutar por parte del contratista a la comunidad, así como las actividades que se desarrollarán antes, durante y después de la obra.
- Sensibilizar a los actores que participan en la ejecución de las obras sobre la responsabilidad que se tiene al intervenir el espacio público, socializando las políticas y medidas diseñadas para la adecuada intervención de éste y el respeto a su uso.
- Dar respuesta oportuna a las inquietudes de la comunidad y propender por su bienestar, así mismo por el de los trabajadores y contratistas, respetando y protegiendo el entorno natural y urbano.
- Promover la participación de la comunidad en la ejecución de la obra y cuidado del medio ambiente.
- Promover la vigilancia y control de las obras de infraestructura por medio de auditorías visibles, conformadas por la comunidad quienes son beneficiarios directos.

8.3.3 Marco Legal

El presente documento está elaborado teniendo en cuenta lo establecido en la siguiente normatividad:

Lo dispuesto en la Constitución Política de Colombia en los artículos:

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- **ARTICULO 20.** Se garantiza a toda persona la libertad de expresar y difundir su pensamiento y opiniones, la de informar y recibir información veraz e imparcial, y la de fundar medios masivos de comunicación.
- **ARTICULO 23.** Toda persona tiene derecho a presentar peticiones respetuosas a las autoridades por motivos de interés general o particular y a obtener pronta resolución. El legislador podrá reglamentar su ejercicio ante organizaciones privadas para garantizar los derechos fundamentales.
- **ARTICULO 79.** Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.
- **ARTICULO 88.** La ley regulará las acciones populares para la protección de los derechos e intereses colectivos, relacionados con el patrimonio, el espacio, la seguridad y la salubridad pública, la moral administrativa, el ambiente, la libre competencia económica y otros de similar naturaleza que se definen en ella. También regulará las acciones originadas en los daños ocasionados a un número plural de personas, sin perjuicio de las correspondientes acciones particulares. Así mismo, definirá los casos de responsabilidad civil objetiva por el daño inferido a los derechos e intereses colectivos.

Reglamentado por la Ley 472 de 1998

- **ARTICULO 103.** Son mecanismos de participación del pueblo en ejercicio de su soberanía: el voto, el plebiscito, el referendo, la consulta popular, el cabildo abierto, la iniciativa legislativa y la revocatoria del mandato. La ley los reglamentará. El Estado contribuirá a la organización, promoción y capacitación de las asociaciones profesionales, cívicas, sindicales, comunitarias, juveniles, benéficas o de utilidad común no gubernamentales, sin detrimento de su autonomía con el objeto de que constituyan mecanismos democráticos de representación en las diferentes instancias de participación, concertación, control y vigilancia de la gestión pública que se establezcan.

Reglamentado por la ley 131 de 1994

- **ARTICULO 270.** La ley organizará las formas y los sistemas de participación ciudadana que permitan vigilar la gestión pública que se cumpla en los diversos niveles administrativos y sus resultados.
- **ARTICULO 311.** Al municipio como entidad fundamental de la división político-administrativa del Estado le corresponde prestar los servicios públicos que determine la ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

territorio, promover la participación comunitaria, el mejoramiento social y cultural de sus habitantes y cumplir las demás funciones que le asignen la Constitución y las leyes.

Ley 489 de 1998, en la cual se asigna al Departamento Administrativo de la Función Pública, la responsabilidad específica frente al tema de control social capítulo 8 artículo 35, el diseño y promoción del Plan Nacional de Formación de Veedores. Se refuerza esta facultad por lo establecido íntegramente en el capítulo 8 de la citada ley, articulo 33, 34, y 35 en lo que se precisa que los organismos de administración pública deben incentivar la formación de mecanismo de control social y prestarles el apoyo requerido.

8.3.4 Perfil Profesional

El Plan de Gestión Social de Obras debe ser implementado por profesionales de las ciencias sociales como: Trabajador Social, Sociólogo y/o Psicólogo Comunitario, que desarrollen su labor en obras de infraestructura, y quienes deben tener experiencia en trabajo con comunidad, manejo y resolución de conflictos, habilidades comunicativas y expositivas, capacidad de trabajo en equipo, liderazgo, excelentes relaciones interpersonales e iniciativa.

Para el desarrollo del Plan de Gestión Social en Obra, el contratista deberá:

- Contratar mínimo uno (1) o más profesionales del área social (según términos de referencia del contrato) dependiendo de la complejidad del proyecto, que cumpla con el perfil requerido para el acompañamiento y seguimiento a las obras civiles.
- Asignar un espacio físico y los elementos necesarios para el desempeño profesional según sea el caso durante la obra.
- Realizar reuniones periódicas con el Profesional Social y entregar los informes que den cuenta de los avances del Plan de Gestión Social de Obras, donde se evidencie el cumplimiento del mismo, como parte de los hitos de pago del contrato suscrito.
- Asegurar los elementos necesarios para la convocatoria y celebración de reuniones con la comunidad relacionados con la ejecución de las obras.

8.3.5 Preliminares de Obra

Culminados los trámites de legalización del contrato y antes de iniciar con las obras, los profesionales del Área Social deberán ejecutar las siguientes actividades en campo.

8.3.5.1 Diagnostico Zona de Influencia Directa del Proyecto

Se requiere determinar la zona directa de la obra, mediante un plano de localización general y planos específicos por tramo o sector a intervenir, con la ubicación de manera detallada (lista) de barrios, número de viviendas, establecimientos comerciales e institucionales.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Se debe realizar un inventario del estado, tipo y número de instalaciones existentes parques, vías, andenes, sardineles, antejardines, senderos peatonales, ciclo rutas, mobiliario urbano, (bancas, canecas, señalización y luminarias), incluidos dentro de la zona directa de la obra, con su respectivo registro fotográfico y audiovisual. El estado actual de los espacios de sensibilidad ambiental como: Humedales, zonas recreativas, zonas verdes, zonas de ronda y manejo y preservación ambiental y describir las actividades a realizar para proteger el patrimonio cultural y ecológico.

Hacer un inventario de todos los accesos que se afectarán por la obra, así como de su estado, para ello, se debe recorrer el área en el momento del replanteo, definir las medidas a implementar como: Pasos provisionales, parqueaderos alternos, senderos peatonales entre otros.

Es responsabilidad del contratista garantizar siempre el acceso a las viviendas y establecimientos, en los casos en que el acceso sea interrumpido permanentemente sin posibilidad de utilizar medidas temporales, si es necesario el contratista debe coordinar con el propietario de la vivienda o pagar parqueaderos alternos hasta que se restablezca el acceso.

Determinar en planos actualizados y a escala adecuada, la existencia de redes de acueducto, alcantarillado, energía, gas, teléfonos, fibra óptica entre otros.

Realizar inventario de los árboles, arbustos, cercas, postes (en caso de no aplicar omitir el ítem) de la zona de influencia directa del proyecto y establecer las acciones de protección que se requieran.

Es de anotar que todos los inventarios que se realicen deben estar soportados con registros fotográficos y audiovisuales.

8.3.5.2 Censos de inmuebles

Realizar el inventario del número de viviendas, lotes y negocios que están incluidos dentro de la zona de influencia directa de la obra por barrio o sector a intervenir.

Una vez realizado el inventario se debe proceder con la realización de los censos al 100% de cada uno de los predios, lotes y negocios incluidos en la zona de influencia directa de la obra, esto con el fin de determinar su estado antes de iniciar las labores físicas. La identificación se debe realizar a través del diligenciamiento del formato se establezca, de igual manera de registros fotográficos, dependiendo de las condiciones de la vivienda y del criterio del profesional encargado y también de un material audiovisual de cada vivienda y negocio.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Para la realización de esta actividad se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

Se debe propiciar el espacio (reunión preliminar de obra) o el medio para informar a la comunidad de la realización de los censos con mínimo 15 días de anticipación y/o también suministrar la información con la entrega de un volante, a cada una de las viviendas a censar, con la firma del recibido por parte del propietario, arrendatario o tenedor con mínimo 5 días de aviso previo para la realización del censo.

8.3.5.3 Aplicación actas de vecindad

Las Actas de Vecindad consisten en la elaboración de un concepto técnico acerca del estado actual de las edificaciones que colindan con una construcción en obra. El acta de vecindad es un documento de carácter privado, que constituye una prueba para establecer el estado en que se encontraba la casa u otros inmuebles vecinos, cuando se iniciaron las obras y que cobra mucha importancia en caso de que la nueva obra les cause daños. Es el documento privado, libre de formalidades, suscrito entre el titular de la licencia o el constructor y los propietarios o poseedores de los inmuebles colindantes al predio en que se desarrollará la obra, en el que se consignarán con máximo grado de detalle el estado en que se encuentran los inmuebles vecinos antes de comenzar la obra. Se levantarán actas de vecindad para las construcciones, infraestructura y cultivos, aledañas al área de influencia directa definida, para verificar el estado inicial de las mismas, identificar riesgos y prevenir demandas. Previo al inicio de las actividades constructivas, el profesional del área social a través de volantes o visita comunicará a los propietarios, arrendatarios o tenedores, el levantamiento de las actas, explicando el objeto de las mismas. Las actas de vecindad serán levantadas por un ingeniero civil, acompañado por la residente social, a través del diligenciamiento del formato respectivo y debe estar presente el responsable del predio.

8.3.5.4 Base de datos de actores

Se requiere hacer una recopilación de un conglomerado de los diferentes actores institucionales, gremiales, entre otros, que están presentes en el municipio, la población beneficiada con las inversiones , teniendo en cuenta: género, edad, población minoritaria, (Indígenas, desplazados, reinsertados, victimas, etc.), actores políticos, económicos, religiosos, educativos, culturales, lideres, comunitarios, agremiaciones y otros que presenten relevancia para constituir una red de apoyo durante la ejecución del Plan de Gestión Social en la obra, e identificar la población objeto de la obra.

8.3.5.5 Recorrido de la obra ruta inicial

Una vez realizadas las actividades preliminares en campo, el contratista debe programar un recorrido con los líderes comunitarios, funcionarios de la Alcaldía Municipal e interventoría, en

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

donde se especifique y se deje constancia a la comunidad y demás participantes de la extensión de la zona de influencia directa del proyecto, el estado actual de la infraestructura existente de los sistemas de acueducto y alcantarillado y la proyección de obras a desarrollar.

8.3.5.6 Auditores visuales

Las Auditores Visibles es un programa que diseñó el Gobierno Nacional para controlar la ejecución de los recursos en los departamentos y municipios en el cual la ciudadanía participa de una manera activa. Serán los beneficiarios inmediatos de obras de mitigación quienes vigilen y controlen la ejecución de las obras.

Con esta nueva herramienta se busca que los proyectos de infraestructura pública se ejecuten de acuerdo con lo estipulado en el contrato de cada obra y evitar que se cometan irregularidades en el proceso de ejecución y construcción de los mismos.

Su finalidad es realizar un seguimiento visible y efectivo a la inversión pública mediante el control social a obras; también busca informar a los beneficiarios sobre la naturaleza de la obra, los plazos, el presupuesto y el origen de los recursos.

Para lo anterior, se conforma un grupo de beneficiarios del proyecto quienes participan activamente en todo el proceso. El consultor coordinará la realización de una socialización de inicio, una socialización de seguimiento y una socialización de finalización del proyecto con la participación de la firma contratista e interventora, la supervisión, los beneficiarios y demás personas y entidades relacionadas con el proyecto. En este espacio los beneficiarios del proyecto, contratistas, interventores y supervisores, pueden suministrar información, resolver inquietudes, plantear observaciones y recomendaciones y llegar a acuerdos y compromisos relacionados con el desarrollo del contrato, los cuales quedan registrados en un acta elaborada.

Como principales productos del ejercicio, se producen los siguientes documentos:

- Formatos con información general de la obra y los documentos soporte que se recopilen en el proceso.
- Acta de cada una de las socializaciones donde se plantean las conclusiones, acuerdos, compromisos y recomendaciones.
- Registro fotográfico tanto de las socializaciones como del avance en la ejecución del contrato.
- Acta de conformación del grupo de beneficiarios.
- Fichas con seguimiento periódico a las observaciones planteadas por las personas y entidades vinculadas al proyecto.
- Informe final del ejercicio de auditorías visibles.
- Sondeo de opinión, resultados y análisis sobre la percepción de los beneficiarios que participaron en el ejercicio de seguimiento visible al proyecto.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- El profesional del Área Social debe colaborar con la elección, capacitación, coordinación y seguimiento del plan de trabajo del grupo de Auditorias Visibles en compañía con el área social del Gestor.

8.3.6 Reuniones con la Comunidad

El profesional del Área Social del contratista debe coordinar la realización de las actividades de socialización con la comunidad.

8.3.6.1 Reunión inicial de obras

Con el fin de informar a la comunidad el inicio de las obras, se debe realizar una reunión por cada barrio o sector a intervenir. Dentro del contenido de las presentaciones se debe tener como mínimo la siguiente información:

- Objeto del contrato
- Número del contrato
- Objetivos de la reunión
- Responsables de la ejecución: Contratistas e interventoría.
- Beneficios de la obra.
- Impactos que pueden generarse y esquema de mitigación.
- Actividades de gestión social a realizar: Reuniones con la comunidad, recorridos, capacitaciones, entre otras)
- Conformación de auditorías visibles (diligenciar acta de constitución de auditorías visibles).
- Coordinación con entidades locales
- Contratación Mano de Obra no Calificada
- Funcionamiento de Puntos de Atención a la Comunidad (Ubicación, horarios de atención, profesional a cargo)
- Proceso constructivo con cada uno de sus componentes.
- Cronograma de actividades
- Ubicación de la zona(s) a intervenir (plano de localización)
- Dudas e inquietudes.
- Compromisos

Las presentaciones de las reuniones deben ser enviadas con previa anticipación al área social del Gestor e interventoría del Área de Gestión Social, para su respectiva revisión y aprobación.

Para la reunión de inicial de obras se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- A la Alcaldía Municipal y demás autoridades locales, se les debe remitir una carta informando el inicio de las obras, el tiempo de duración, los datos de la oficina de atención de a la comunidad.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- Datos del profesional social responsable, dirección, barrio, teléfono, email, días, horarios de atención y el trámite de atención a la comunidad, de igual manera la fecha y lugar de la reunión.
- Con respecto a la comunidad de la zona de influencia del proyecto, se debe convocar con 1 semana de anticipación, haciendo entrega del volante de la reunión de inicio a cada una de las viviendas, la entrega debe ser personalizada con firma de recibido del volante y en los casos en que no se encuentre al propietario, arrendatario o tenedor, se debe fijar el volante en la puerta y tomar un registro fotográfico como evidencia de que se informó.
- En los equipamientos públicos, privados y comunitarios se debe fijar un (1) afiche a color en medio pliego, informando la realización de la reunión.
- Los espacios logísticos sugeridos para las reuniones con la comunidad deben ser en lo posible de fácil traslado, central, que no requiera de sistema de transporte, que garantice lo mínimo de atención a la reunión, amplio con sillas, adecuada visibilidad para la proyección del video bean. Se recomienda gestionar con los líderes de la comunidad para el trámite del préstamo o alquiler del sitio.
- Con respecto a la metodología a utilizar debe ser de manera participativa ya que se busca tener una visión amplia de la realidad, generar en la comunidad sentido de pertenencia y empoderamiento antes, durante y después de las obras.
- Expositiva, con presentación en video bean, modelo plantilla aprobada por el Área de Gestión Social.
- Los productos mínimos a requerir de la reunión inicial de obras son:
- Elaborar acta de la reunión, haciendo relevancia de aspectos importantes del proceso constructivo y de la comunidad, compromisos acordados por parte del contratista, la interventoría, alcaldía y/o líderes o representantes de la comunidad. Una vez finalizada la reunión se deben divulgar los compromisos resultantes de la reunión a los cuales se les debe hacer seguimiento.
- Registrar listados de asistencia de cada uno de los participantes, tomar registros fotográficos de la reunión.
- El profesional social encargado de la reunión debe portar al igual que todo el equipo de profesionales de la obra, el carnet, camiseta, chaleco y/o algún distintivo que lo identifique ante el auditorio.

8.3.7 Interferencias presentadas durante la Obra

Durante la ejecución de la obra, es posible que se presenten algunas interferencias, las cuales el profesional del área social del contratista debe prevenir, mitigar y/o controlar con la implementación de las siguientes actividades:

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.3.7.1 Accesibilidad a viviendas y establecimientos

En los casos en que se presenten interferencias en la accesibilidad a viviendas y negocios, el profesional del área social debe realizar una visita a cada uno de los predios afectados, levantar un acta individual que contenga los datos del predio y del propietario y acordar en común acuerdo cuáles serán las medidas que se tomarán para garantizar el acceso.

8.3.7.2 Daños a edificaciones, mobiliario y zonas verdes

Cuando se presenten situaciones de daños a edificaciones, mobiliario y zonas verdes, se debe entregar un volante informativo al propietario para que conozca cual debe ser el mecanismo a utilizar.

8.3.7.3 Suspensión de servicios públicos

Con respecto a los posibles cortes o suspensiones de servicios públicos efectuados por la ejecución de las obras, el contratista debe informar a toda la comunidad afectada con tres días de anticipación, esta suspensión debe ser coordinada con la empresa prestadora del servicio, en los casos en que se presenten suspensiones de servicio diferentes a las programadas por el contratista, será responsabilidad exclusiva del prestador del servicio.

8.3.7.4 Trabajos nocturnos

Cuando se requiera la realización de trabajos nocturnos, se debe informar al 100% de los propietarios con tres días de anticipación. Como mínimo entregar volantes al 100% de los ciudadanos afectados, así como carta a las autoridades locales respectivas.

8.3.8 Actividades a realizar durante la Ejecución de la Obras

Con el propósito de hacer un adecuado seguimiento a las obras, con el acompañamiento de la comunidad se deben ejecutar las siguientes actividades:

8.3.8.1 Recorridos por los frentes de obras

El profesional del área social y el profesional en salud ocupacional deben permanentemente realizar recorridos con el fin de acompañar, informar e interactuar con las comunidades y los trabajadores además de recopilar la información que alimente la línea base.

8.3.8.2 Rutas saludables

Se deben realizar recorridos por las obras de infraestructura adelantadas en el municipio, con el fin de que la comunidad tenga conocimiento de los beneficios particulares de las inversiones y exista claridad de que las obras son del Municipio y por ninguna razón serán cobradas a los usuarios vía tarifas. De igual manera se pretende empoderar a la comunidad de sus bienes y

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

beneficios derivados de la tal forma que se asegure la sostenibilidad de las inversiones y el mejoramiento en la prestación del servicio.

8.3.8.3 Reunión de avance de obra

El contratista debe realizar las reuniones que sean solicitadas de manera (verbal o escrita) por parte de la ciudadanía, las autoridades municipales y/o los organismos de control. Las reuniones de avance de obra, tienen por objeto realizar seguimiento a las obras y al cumplimiento de las obligaciones, así como informar a la comunidad el estado de la obra civil y los posibles impactos generados con la ciudadanía. Los demás aspectos a tener en cuenta serán los mismos establecidos para la reunión de inicio de obras, pero informadas como seguimiento.

8.3.8.4 Punto de atención a la comunidad

A partir de la fecha en que se dé inicio a las obras, se debe brindar un espacio físico de atención a la comunidad, el cual debe ser atendido por el profesional del área social quien recibirá y tramitará todas las inquietudes de la comunidad relacionadas específicamente con las obras.

De igual manera el contratista está obligado a cumplir con los siguientes requerimientos de los puntos de Atención a la Comunidad:

- La ubicación de la oficina se debe hacer en un lugar central a la zona de influencia directa de la obra garantizando el fácil acceso de la ciudadanía, este no podrá funcionar en el campamento de obra.
- El Punto de Atención debe contar con un pendón informativo del mismo.
- Debe estar equipado cómodamente para ofrecer un buen servicio a la comunidad y con un espacio mínimo para reuniones de comités, veedurías ciudadanas, etc.
- El horario de atención para la comunidad debe ser mínimo de (16) horas semanales de las cuales ocho (8) deben ser de recorrido por cada uno de los frentes de obra de la zona de influencia directa, esto con el propósito de recepcionar y aclarar cualquier inquietud ciudadana relacionada con los proyectos de obra.
- Los días y horarios de atención se deben establecer mediante consenso con los líderes comunitarios representativos del sector a intervenir, teniendo en cuenta la disponibilidad de tiempo de la comunidad. Estos acuerdos se deben mantener hasta que se culminen las obras.
- El Profesional del Área Social debe presentar, el cronograma de atención a la comunidad con los recorridos por los frentes de obra.
- El punto de atención a la comunidad, se mantendrán en funcionamiento desde el inicio de la ejecución de la obra física hasta la fecha de firma del acta de terminación, cumpliendo con todas las especificaciones del Plan de Gestión Social.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- Los horarios y fechas de atención se deben difundir en el 100% de las actividades comunitarias realizadas por el contratista, así como mediante la entrega de volantes informativos al 100% de los predios ubicados en la zona de influencia directa del proyecto.
- De todas las consultas generadas en los puntos de atención se deben presentar informes mensuales con su respectivo trámite y solución, el cual será remitido a la profesional social del gestor.

8.3.8.5 Comités de obra

El Profesional del Área Social, debe realizar una reunión de socialización, capacitación con los ingenieros y personal de mano de obra no calificada, sobre el plan de trabajo a desarrollar con la comunidad, esta reunión se debe hacer en compañía de la profesional del Área Social de la interventoría y la supervisión, espacio en el cual se debe presentar la matriz de impactos y los productos mínimos.

8.3.8.6 Acompañamiento y seguimiento al plan de trabajo del grupo de auditores visibles

Es necesario que el profesional del Área Social del gestor apoye a la profesional social de la obra para la conformación del grupo de auditores visibles, de acuerdo con el procedimiento definido por el programa de Anticorrupción de la Presidencia de la República, se definirá con ellos un plan de trabajo que se ejecutara durante el tiempo que dure la obra; el objeto de estas auditorías es acompañar el desarrollo de la obra desde el inicio hasta la finalización y garantizar su impecable ejecución; para lo cual la profesional social de la obra se le brindará capacitación sobre sus funciones, objeto, deberes y derechos, programación de visitas, etc.

8.3.9 Actividad Entrega de Obra a la Comunidad

8.3.9.1 Comité informativo para entrega de obra

El profesional del Área Social debe programar un comité de obras, con el propósito de coordinar de manera unificada la entrega oficial de las obras a la comunidad, a este comité se debe convocar a la Interventoría y la supervisión.

8.3.9.2 Recorrido final

Una vez culminado todo el proceso constructivo y realizado el comité de obras, el profesional del Área Social, debe programar un recorrido por las obras de infraestructura culminadas. Para el desarrollo de esta actividad se debe convocar con mínimo 8 días de anticipación a los líderes de la comunidad, comités, juntas de acción comunal, auditorias visibles, la Interventoría, Alcaldía Municipal y demás autoridades locales.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Durante este recorrido se debe hacer el Acta de Entrega Protocolaria de Obras, de igual manera se debe levantar registro de asistencia de los participantes al igual que las evidencias con registros fotográficos y video.

8.3.9.3 Cierre de los puntos de atención a la comunidad

El profesional del Área Social, una vez culminado el proceso constructivo, debe hacer el cierre de todas las reclamaciones que se encuentren pendientes, en el caso de que exista alguna dificultad de cierre, el profesional social debe informar en el último comité de obra de manera escrita las razones por las cuales no se ha podido realizar el trámite y de esta manera poner a discusión en comité acuerdos y/o compromisos para los cierres, los cuales se deben evacuar antes de la reunión de finalización de obras con la comunidad, la firma de acta de liquidación y entrega de informe final.

8.3.9.4 Reunión de finalización

Con el propósito de informar al 100% de la comunidad la finalización de las obras, se debe realizar una reunión por cada barrio o sector intervenido.

Durante este escenario se debe presentar a la comunidad el siguiente contenido:

- Objeto del contrato
- Número del contrato
- Objetivos de la reunión
- Responsables de la ejecución: Contratistas e interventoría.
- Beneficios de la obra
- Impactos generados e impactos mitigados.
- Actividades de gestión social realizadas: Reuniones con la comunidad, recorridos, capacitaciones, entre otras)
- Comités conformados (Datos generales: Nombres, apellidos cargos, teléfonos)
- Actividades realizadas con los comités (Auditorias Visibles)
- Coordinación con entidades locales
- Contratación Mano de Obra no Calificada
- Puntos de Atención a la Comunidad presentados y cerrados
- Proceso constructivo con cada uno de sus componentes.
- Planos de obra realizada.
- Actividades realizadas.
- También es importante mostrar que con la obra se reduce las enfermedades siendo este un indicador del mejoramiento calidad de vida.
- Dudas e inquietudes.
- Cierre

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- Para todas las presentaciones se deben incluir registros fotográficos de las actividades realizadas durante la ejecución de las obras y deben ser enviadas con mínimo 8 días de anticipación a la interventoría para su respectiva revisión y aprobación.
- Las actividades de gestión a realizar para la reunión de finalización a tener en cuenta son las siguientes:
- A la comunidad de la zona de influencia del proyecto, se debe convocar con 1 semana de anticipación, haciendo entrega del volante de reunión de finalización de obras a cada una de las viviendas, la entrega debe ser personalizada con firma de recibido del volante y en los casos en que no se encuentre al propietario, arrendatario o tenedor, se debe fijar el volante en la puerta y tomar un registro fotográfico como evidencia de que se informó de la actividad.
- En los equipamientos públicos, privados y comunitarios se debe fijar un (1) afiche en medio pliego, informando la realización de la reunión.
- Los espacios logísticos sugeridos para las reuniones con la comunidad deben ser en lo posible de fácil traslado, central, que no requiera de Sistema de transporte, que garantice lo mínimo de atención a la reunión, amplio con sillas, buena visibilidad para proyectar la presentación. Se recomienda gestionar con las juntas acción comunal para el trámite del préstamo o alquiler del sitio.
- Con respecto a la metodología a utilizar debe ser de manera participativa y expositiva, con presentación en video bean, modelo plantilla aprobada por el área de gestión social.
- A la Alcaldía Municipal y demás autoridades locales, se les debe remitir una carta informando el lugar, fecha y hora de la reunión de finalización de las obras.
- Los productos mínimos de la reunión de finalización de obras son:
- Elaborar acta de la reunión, haciendo relevancia de aspectos importantes del proceso constructivo y de la comunidad. Una vez finalizada la reunión se deben divulgar los compromisos resultantes de la reunión los cuales son de obligatorio cumplimiento de forma inmediata.
- De igual manera se debe levantar listado de asistencia de cada uno de los participantes, tomar registros fotográficos de la reunión). El profesional social encargado de la reunión debe portar al igual que todo el equipo de profesionales de la obra, el carnet, camiseta, chaleco y/o algún distintivo que lo identifique ante el auditorio.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.3.9.5 Evento masivo con la comunidad

El profesional del área social deberá hacer entrega de una propuesta del evento de la entrega de las obras a la comunidad, la cual debe llevarse a cabo una vez se concluyan las obras por parte del contratista y cuya preparación y costos está a cargo del contratista.

8.3.9.6 Indicadores de gestión

El control del impacto de trabajo realizado con la comunidad durante la ejecución del contrato de obras, se debe medir a través de la repetición de la recolección de información de la línea base, la cual se debe aplicar a una muestra representativa, de acuerdo con el número de personas intervenidas; la diferencia en los hábitos, conductas y percepciones de la comunidad frente a los temas relacionados con las capacitaciones, lo cual permitirán observar el impacto de las mismas en la cultura del agua en los municipios.

8.3.10 Presentación de Informes

De todas las actividades que se realicen antes, durante y finalizadas las obras se deben presentar informes ejecutivos con los respectivos soportes, teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en el Plan de Gestión Social de Obras, incluidos los PQRS con su respectivo tramite.

8.3.10.1 Informes preliminares

Una vez realizadas las actividades en campo, el profesional del Área Social, debe entregar un informe en Excel tabulado del diagnóstico de la zona de influencia directa del proyecto, la línea base de datos y las estadísticas de atención a la población.

8.3.10.2 Matriz de impactos generados durante la obra

Durante la realización de las actividades en campo, el profesional del Área Social, debe elaborar la matriz de identificación de impactos, de acuerdo a los criterios que el profesional social considere pertinentes de medir.

8.3.10.3 Cronograma de actividades

A partir de la fecha de inicio de las actividades del Profesional del Área Social en campo, debe enviar el día viernes de la semana anterior a la interventoría, el cronograma quincenal de las actividades a realizar durante el periodo siguiente, de igual manera debe enviar de manera semanal la programación de actividades tales como: Reuniones de comunidad, comités de obra, recorridos de obra, capacitaciones entre otras actividades de índole comunitario, estos cronogramas serán monitoreado por la interventoría quien será encargado de realizar verificación del cumplimiento del Plan de Gestión Social. En cada una de las auditorías realizadas en campo, se debe registrar acta de visita con las observaciones encontradas y las

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

respectivas recomendaciones, las cuales serán remitidas al contratista. Es de anotar que, si por alguna circunstancia se modifica alguna de las actividades programadas, se debe reportar de forma inmediata, a la interventoría con copia a la supervisión.

8.3.10.4 Censos de inmuebles

Para la realización del informe se debe recopilar la información de cada una de las fichas, las cuales deben estar debidamente diligenciadas y con las respectivas firmas del ciudadano, los profesionales encargados y el visto bueno de la interventoría. Posteriormente se deben organizar en medio digital los registros fotográficos en carpetas por direcciones o cuadras y luego armar las subcarpetas de cada vivienda. En el informe físico se debe colocar en la ficha de registro de fotografías una o dos fotos principales de cada vivienda o negocio censado, los datos generales: Tipo de proyecto, barrio, No de contrato, Contratista, dirección del predio, estado de las paredes internas, fachada, pisos, cubierta (techo), antejardín, anden, sardinel, la fecha del registro fotográfico y las observaciones generales.

Los productos a entregar en el informe son:

- Informe físico con datos estadísticos de cada uno de los componentes.
- Un fólder. Carpeta de los censos originales, debidamente organizados por barrio o zonas de influencia, en cada censo debe estar el formato del registro fotográfico debidamente diligenciado.
- Una USB con la información debidamente organizada y de fácil acceso.
- Un video marcado con su respectivo registro de tomas y tiempo de duración.
- Las Actas de entrega de inmuebles una vez culminadas las obras.

8.3.10.5 Informes mensuales

Como anexo al informe técnico en los tres primeros días hábiles de cada mes y cada vez que se presente un acta para pago, el contratista y los profesionales sociales, deben entregar, un informe del avance de las actividades, dichos informes serán revisados por el interventor, verificando que estos cumplan con los lineamientos establecidos en el Plan de Gestión Social de Obras, luego serán enviados para aprobación y respectivo tramite. Los informes que no cumplan con los requisitos mínimos, serán devueltos al profesional del área social con las observaciones requeridas, las cuales se deben evacuar de forma inmediata.

8.3.10.6 Informe final

Una vez finalizada la obra y antes de firmar el acta de liquidación del contrato, el profesional del área social debe presentar un informe final ejecutivo, con los respectivos soportes de todas las actividades generadas durante la ejecución de la obra, de los cuales están:

- Informe físico con los lineamientos establecidos para informes con los productos finales.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- Informe final impreso con fotografías a color y en medio digital.
- Copia de los registros levantados de todas las actividades realizadas con la comunidad. Acta de reuniones, comités de control social, comités de obra, entre otras actividades.
- Material audiovisual: Registros fotográficos y videos.
- Recepción de los PQRS y su respectivo tramite
- Temario de los talleres o capacitaciones que lleven a cabo
- La organización y entrega de esta información debe ser por sector o barrio intervenido, la documentación debe estar organizada cronológicamente de forma ascendente.

8.3.11 Valla Informativa

Vallas en las obras: se instalarán en sitios visibles previamente determinados por el interventor o por el supervisor del contrato el anclaje de las vallas.

Plazo: las vallas de información deberán instalarse por parte del contratista, al momento del inicio de ejecución de la obra.

Sostenibilidad: las vallas de información deberán mantenerse siempre en perfecto estado de legibilidad, en el caso en que estas se encuentren deterioradas o que no cumplan con los requisitos estipulados deberán ser retiradas y reemplazadas en un plazo no mayor de (15) días calendario. En los contratos de obras se deberán incluir estas disposiciones con el fin de hacerlas cumplir por parte del contratista y verificado por el interventor del contrato.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

8.4 PLAN DE MANEJO FORESTAL Y ARBOREO

FICHA DE MANEJO FORESTAL O ARBOREO
UBICACIÓN: El sector del Cristal Bajo se encuentra ubicada en el paradero buses de barrio Cristal Bajo, hace parte de comuna 10 del Municipio de Bucaramanga con coordenadas N 7.070.724, W 73,122839**,** como se observa en la foto:



Fuente: Profesional Forestal

DESCRIPCION DE LAS COBERTURAS EXISTENTES

Según la metodología CORINE (Coordination of Information on the Environmental) Land Cover adaptada para el país, El área de estudio se encuentra en la unidad de cobertura;

1.1.1 Tejido urbano continuo

Son espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más de 80% de la superficie del terreno.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

La vegetación y el suelo desnudo representan una baja proporción del área del tejido urbano. La superficie de la unidad debe ser superior a cinco hectáreas.

REGISTRO FOTOGRÁFICO









Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com





TIPO VEGETACIÓN EXISTENTE EN EL SITIO

El sitio de estudio se observa una vegetación conformada por gramíneas y árboles aislados como; es el Pasto elefante (Pennisetum purpureum), Chitato (Muntingia Calabura), Aguacate (Persea americana), Mango (Mangifera indica), Yarumo (Cecropia peltata), Arnica (Cnidoscolus aconitifolius), Gallinero (Pithecellobium dulce), Swinglea (Swinglea glutinosa),Guanabano (Annona muricata, la mayoría de estos árboles fueron establecidos por los lugareños.

En el sitio se evidencia la caída del muro de protección de margen izquierda causada por la creciente de la Quebrada La Cuellar lo que ha generado inundaciones y afectaciones en gran parte del barrio.

Se requiere realizar inventario forestal.

RECOMENDACIONES GENERALES DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN.

Se debe realizar el inventario forestal de especies arbóreas con DAP superiores a 10 cm**,** Se recomienda realizar una evaluación ecológica rápida utilizando la observación directa en el área de estudio para identificar fauna presente, madrigueras o nidos, de acuerdo con el inventario forestal y por la intervención de árboles a talar para la realización de obras de protección mitigación y corrección de erosión se deben realizar medidas de compensación con especies forestales y arbustivas como:

Guadua (*Guadua angustifolia*), guamo (*Inga sp.*), Guacimo (*Guazuma Ulmifolia*), Aro (*Trichantera gigantea*), trompeto (Bocconia frutescens).cordoncillo (Piper bogotense), y frutales como Aguacate (Persea americana), Guayaba (Psidium guajava), Mango (Mangifera indica), Citricos (Citrus sp),

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

9. SOCIALIZACIÓN

9.1 METODOLOGÍA

9.1.1 Convocatoria Socialización de Inicio

Para dar inicio a la ejecución del proyecto y actividades en campo se contactó el presidente de la junta de acción comunal y demás líderes comunitarios con el fin de concretar fecha, hora, lugar para la socialización y medios para la convocatoria de la comunidad.

Dentro de las estrategias establecidas se diseñaron volantes, los cuales se entregaron a las personas habitantes del área directa de estudio.



Figura 91. Folleto Convocatoria Socialización de Inicio de Proyecto.

9.1.2 Desarrollo de la Socialización

9.1.2.1 Presentación del consorcio y equipo de trabajo

El profesional delegado por la consultoría realiza apertura a la socialización, da la bienvenida a la comunidad y presenta el consorcio y su equipo de trabajo el cual está conformado por profesionales en geología, topografía, ingenieros civiles, trabajo social entro otros.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Indica que dentro del proyecto se requieren ayudantes de obra, vigilancia para cuidado de máquinas y acompañamiento para seguridad al personal en campo y refiere que se dará participación a la comunidad para desarrollar dichas labores.

Finalmente solicita a los asistentes la colaboración con la entrega de información que se requiere y recuerda el principio de solidaridad social contemplado en la ley 1523 de 2012.

9.1.2.2 Desarrollo de la temática

Mediante uso de proyector video beam se expuso a la comunidad las técnicas a emplear para el estudio y los componentes del mismo.

- Cartografía base digital y modelado 3D, la cual se compone por ortomosaico, levantamiento Lidar, levantamiento topográfico.
- Geología y Geomorfología
- Hidrología.
- Análisis detallado por movimientos en masa.
- Diseño de obras de mitigación.
- Socialización

9.1.2.3 Cierre

Para concluir la socialización se generó un espacio de preguntas e inquietudes, dando participación a la comunidad y procurando respuestas contundentes a las mismas.

9.2 TIEMPO DE EJECUCIÓN

El contrato tiene un tiempo de ejecución de dos meses a partir de la firma del acta de inicio.

- Fecha de firma de acta de inicio: 08 de mayo de 2023.

9.3 ASISTENCIA

La socialización se llevó a cabo con la participan de la comunidad con una asistencia de treinta y siete (37) personas y tres (3) profesionales de la consultoría.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

9.3.1 Registro Fotográfico









Fotografía 4. Socialización

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

10. PRESUPUESTO DE OBRAS DE MITIGACIÓN

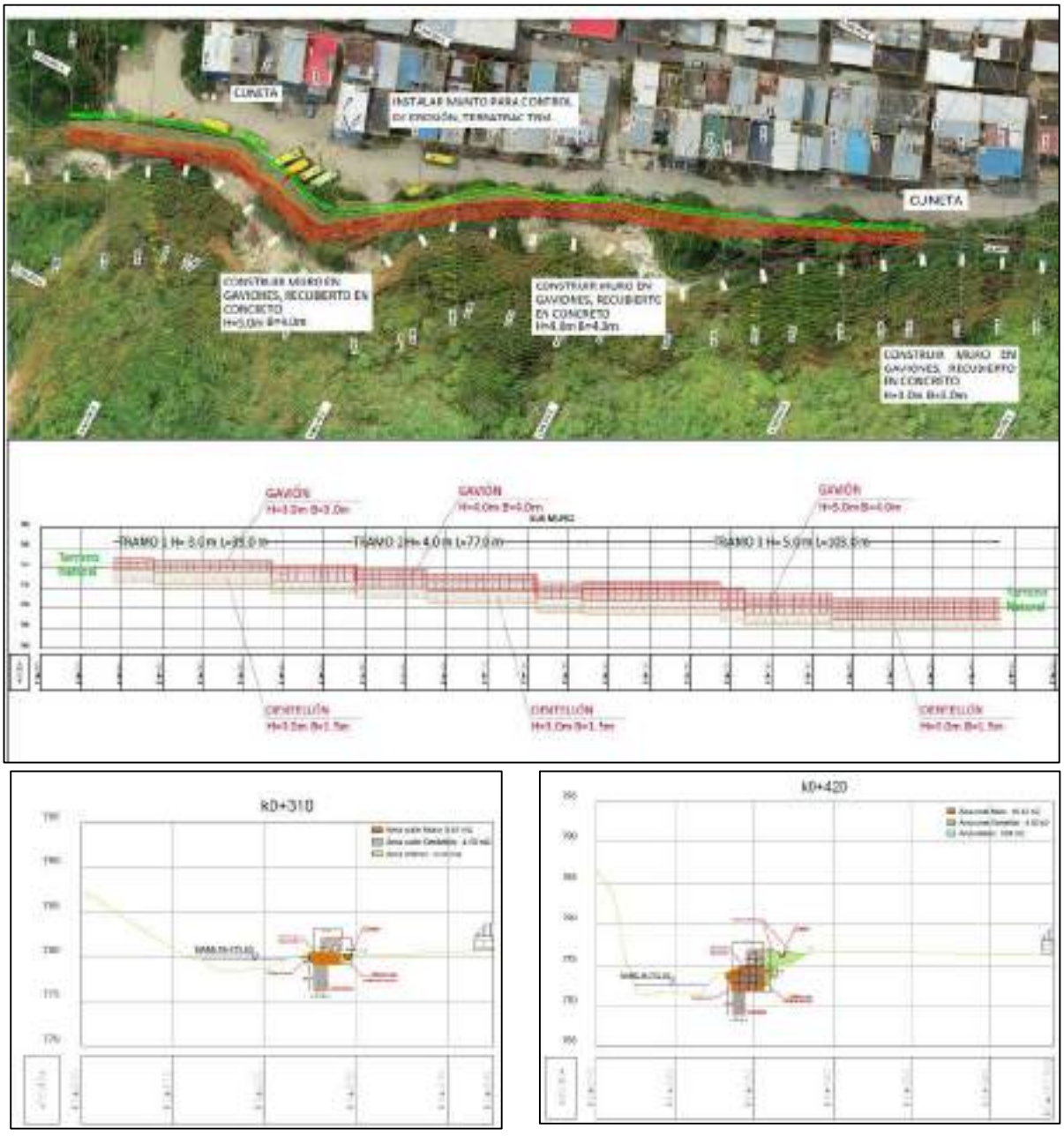


Figura 92.Obra de mitigación Sector Cristal Bajo.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

MUNICIPIO	Bucaramanga	CONTRATO No.		VERSIÓN	

PRESUPUESTO DE OBRA

BARRIO CRISTAL BAJO

ITEM	ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/PARCIAL
1	**SECCION PRIMERA - PRELIMINARES**				**$ 180.758.722,78**
1.1	REPLANTEO, CONTROL Y MEDICIÓN DE LA OBRA	M2	1769,68	$ 4.050,00	$ 7.167.204,00
1.2	DESMONTE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS	M2	1769,68	$ 7.863,00	$ 13.914.993,84
1.3	REMOCIÓN DE ESPECIES VEGETALES H-10M	UND	100,00	$ 353.094,00	$ 35.309.400,00
1.4	ENCERRAMIENTO EN LONA VERDE Y POSTE DE MADERA	ML	455,91	$ 26.912,00	$ 12.269.503,74
1.5	CAMPAMENTO	GLB	1,00	$ 6.314.447,00	$ 6.314.447,00
1.6	VALLA TIPO 1A (5,00m X 2,80m)	UND	1,00	$ 2.369.356,00	$ 2.369.356,00
1.7	RETIRO DE BASURAS Y ESCOMBROS	M3	884,84	$ 51.281,00	$ 45.375.480,04
1.8	BOMBEO CON MOTOBOMBA DE 4"	HR	720,00	$ 45.166,00	$ 32.519.520,00
1.9	RETIRO MATERIAL JARILLON	M3	1322,90	$ 19.290,00	$ 25.518.818,16
2	**SECCION SEGUNDA - MOVIMIENTOS DE TIERRA**				**$ 926.576.516,61**
2.1	EXCAVACIONES VARIAS EN ROCA EN SECO	M3	646,09	$ 210.415,00	$ 135.946.177,27
2.2	EXCAVACIONES EN MATERIAL GRANULAR A CUALQUIER PROFUNDIDAD	M3	5814,77	$ 54.169,00	$ 314.980.473,31
2.3	RELLENOS PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL GRANULAR TIPO SBG (INCLUYE ACARREO)	M3	1345,50	$ 165.194,00	$ 222.268.527,00
2.4	TRANSPORTE DE MATERIALES PROVENIENTES DE LA EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN, CANALES Y PRÉSTAMOS PARA DISTANCIAS MAYORES DE MIL METROS (1.000 M) MEDIDO A PARTIR DE CIEN METROS (100 M) (INCLUYE CONFORMACION DE BOTADERO)	M3-KM	119525,90	$ 1.937,00	$ 231.521.673,34
2.5	CONFORMACION ESTRUCTURA DE JARILLON	M3	1984,36	$ 11.016,00	$ 21.859.665,70
3	**SECCION TERCERA - ESTRUCTURAS**				**$ 303.126.882,81**
3.1	**CONCRETOS**				**$ 264.166.226,09**
3.1.1	CONCRETO DE 4000 PSI PARA CUNETAS Y CANALES	M3	40,00	$ 665.379,00	$ 26.615.160,00
3.1.2	RECUBRIMIENTO DE GAVIONES EN CONCRETO DE 2500 PSI (ESPESOR MINIMO DE 12,5 CM)	M3	369,64	$ 642.652,00	$ 237.551.066,09
3.2	**ACEROS**				**$ 38.960.656,73**
3.2.1	ACERO DE REFUERZO Fy 4200 MPa.	KG	3869,37	$ 10.069,00	$ 38.960.656,73
4	**SECCION CUARTA - ESTABILIZACIÓN DE TALUDES**				**$ 2.096.378.221,07**
4.1	GAVIONES EN MALLA ELECTROSOLDADA DE CUERPO 2X1X1	M3	2716,77	$ 411.222,00	$ 1.117.194.770,50
4.2	CONCRETO CICLOPEO 3500 PSI (35% RAJON, 65% CONCRETO 3500 PSI)	M3	1481,54	$ 507.874,00	$ 752.437.677,46
4.3	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TELA GEOTEXTIL NT-2500	M2	2194,88	$ 25.199,00	$ 55.308.781,12
4.4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA PVC ESTRUCTURAL DE D= 36"	ML	48,00	$ 2.224.673,00	$ 106.784.304,00
4.5	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERÍA PVC ESTRUCTURAL DE D=200 MM	ML	24,00	$ 369.884,00	$ 8.877.216,00
4.6	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA PVC DE D= 6" INCLUYE EXCAVACION Y RELLENO	ML	24,00	$ 246.478,00	$ 5.915.472,00
4.7	Manto Terratrac TRM 50	M2	400,00	$ 124.650,00	$ 49.860.000,00
TOTAL COSTO DIRECTO					**$ 3.506.840.343,28**
			ADMINISTRACION	29%	$ 1.016.983.700,00
			IMPREVISTOS	1%	$ 35.068.403,00
			UTILIDAD	5%	$ 175.342.017,00
				AIU	**$ 1.227.394.120**
			ACTUALIZACION Y/O AJUSTES A LOS DISEÑOS		$ 35.068.403
			IVA/UTILIDAD	19%	$ 33.314.983
SUBTOTAL BASICO OBRAS (A)					**$ 4.769.302.866,71**
			PLAN DE MANEJO AMBIETAL	1,62%	$ 56.675.821
			PLAN DE MANEJO DE TRAFICO	1,76%	$ 61.596.050
VALOR TOTAL OBRAS					**$ 4.887.574.737,87**
			INTERVENTORIA	21,31%	$ 747.391.400,00
TOTAL PROYECTO					**$ 5.668.281.121,00**

Figura 93.Presupuesto Sector Cristal Bajo.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1 AMENAZA POR INUNDACIÓN

- Para el desarrollo de la estimación de caudales máximos instantáneos del proyecto, se desarrolló una investigación en el sector, en la que consistió en la revisión de las estaciones hidrométricas que pudiesen instrumentar el cauce para su proyección de caudales y niveles mediante métodos directos, sin embargo se evidencio que la Quebrada La Cuellar no posee dicha instrumentación por lo tanto, la proyección de sus caudales máximos de desarrolla por el método de precipitación escorrentía Racional, consignando los valores de intensidad de tormenta para el periodo de retorno de diseño o valoraciones de amenaza alta Tr 100 y media Tr 500 de acuerdo con lo comprendido en la resolución CDMB 1249 de 2009.

- Considerando la cobertura de estaciones meteorológicas con datos suficientes de lluvias y colindantes al área aferente del proyecto, se utilizan los registros de la estación La Floresta (23190590)

- A partir del modelamiento hidrológico del área aferente, el caudal máximo puntual para el método del S.C.S fue de:

Tabla 58.Caudal máximo puntual para el método de S.C.S

Cauce	Q Tr 100(m3/s)	Q Tr 500(m3/s)
Quebrada La Cuellar	23.87	36.45

- Partiendo de las condiciones físicas del lecho, teniendo en cuenta la clasificación granulométrica del mismo y un D50 de la granulometría del lecho de 12.0mm, se proyecta la socavación general en el sector cuyo valor corresponde a una profundidad de 1.39m.

11.2 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

El perfil estratigráfico del sitio estudiado, presenta suelos aluviales compuestos por arena arenas mal gradadas y gravas arenosas, permeable, resistentes.

11.3 PARÁMETROS DE DISEÑO

Material de conformación – rellenos

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

- Soil Model: Mohr-Coulomb
- Peso volumétrico: 18.0 kN/m3
- Cohesión: 0.0 kPa
- Ø:30.0°

Suelo de fundación – depósitos aluviales

- Soil Model: Mohr-Coulomb
- Peso volumétrico: 18.0 kN/m3
- Cohesión: 6.0 kPa
- Ø: 32°

11.4 OBRAS DE MITIGACIÓN

De acuerdo a las alturas de cota de inundación, a los problemas de socavación lateral y de fondo y a los colapsos de algunos tramos de muro, se propone la construcción de un muro de contención en gaviones de 680m de longitud y alturas variables de 3.0m, 4.0m y 5.0m, de acuerdo a las cotas de implantación en cada sector.

- Inclinación del muro: 0°
- Peso específico de las piedras: 20.0 KN/m3.
- Porosidad de los Gaviones: 30%.
- Uso de Geotextil en Terraplén.
- Reducción por fricción: 10%.
- Malla y diámetro del alambre: 8x10, ϕ 2.7mm CD.
- Altura del Gavión: 3.0, 4.0 y 5.0 metros.
- Ancho del Gavión: 3.0 y 4.0 metros.
- Nivel de la cimentación: min 1.0 m por debajo del nivel terreno actual.
- Dentellón en concreto ciclópeo de 4.0 metros de altura y 1.50 m de ancho.

11.5 ANÁLISIS GEOTÉCNICO DEL MURO DE GAVIONES

A partir de los análisis presentados se concluye que la implementación del muro de contención mitiga la amenaza a inundación del sector y adicionalmente garantiza la estabilidad de las áreas adyacentes del muro. A continuación, se presenta un resumen de los factores de seguridad obtenidos de los chequeos efectuados.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

Tabla 59. Factores de seguridad obtenidos en los análisis efectuados Muro H=3.0m.

Condición	Factores de Seguridad	
	Estático	Seudo Estático
Volcamiento	48,28	2,84
Deslizamiento	42,81	1,62
Capacidad Portante	12,28	9,65
Estabilidad Global	2,72	1,56

Tabla 60. Factores de seguridad obtenidos en los análisis efectuados Muro H=4.0m.

Condición	Factores de Seguridad	
	Estático	Seudo Estático
Volcamiento	50,91	3,47
Deslizamiento	20,88	1,69
Capacidad Portante	9,80	9,10
Estabilidad Global	2,24	1,37

Tabla 61. Factores de seguridad obtenidos en los análisis efectuados Muro H=5.0m.

Condición	Factores de Seguridad	
	Estático	Seudo Estático
Volcamiento	26,57	2,67
Deslizamiento	10,50	1,54
Capacidad Portante	6,63	5,18
Estabilidad Global	2,14	1,25

Como se observa en los anteriores resultados se cumplen con los factores de seguridad mínimos exigidos por la norma y con la excentricidad mínima establecida para cada uno de los escenarios analizados.

Adicionalmente en la verificación de los asentamientos máximos que puede generarse mediante la construcción de los gaviones se verifico que no son más de 1. centímetros que se pueden presentar los cuales son muy inferiores a los máximos establecidos por la NSR-10 en el capítulo H.4.9.2.

11.6 PROTECCIÓN CONTRA SOCAVACIÓN LATERAL Y DE FONDO

Como elemento de protección ante los efectos de socavación lateral y de fondo, se recomienda implementar un dentellón en concreto ciclópeo de 3.0m de altura y 1.50m de ancho. Adicionalmente, este dentellón mejora el factor de seguridad a deslizamiento para el escenario de diseño.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

11.7 RECOMENDACIONES GENERALES

- Deberá ser enterrado mínimo a una profundidad de 1.0 metro del nivel actual del terreno y la cara expuesta deberá ser protegido por medio de un recubrimiento en concreto de 12.5cm de espesor. La estructura proyectada, no presenta problemas de estabilidad local ni global, los factores de seguridad por Volteo, Deslizamiento y Falla por capacidad de carga son Admisibles.
- Para garantizar el funcionamiento del muro de contención en gavión, se recomienda retirar los suelos transportados de basuras y escombros, con el fin de que el muro en gavión se construya sobre suelo competente.
- Se recomienda la instalación y monitoreo con mojones, esto con el objetivo de verificar la estabilidad de las obras, estos monitoreos deben realizarse por lo menos una vez a la semana.
- Se debe garantizar que la cimentación del gavión se realice sobre aluvial, en dado caso que se encuentre saturado, es recomendable retirar este material y hacer un replanteo bien compactado con material de préstamo.
- Para alcanzar el nivel de cimentación se recomienda realizar taludes de cortes con pendiente 1.0H:1.0V en material de relleno y 0.5H:1.0V en suelos aluviales, una vez alcanzado el nivel de cimentación se debe re-compactar la subrasante a mínimo 90% del proctor modificado.
- Se recomienda que durante el proceso de instalación de las cimentaciones se debe hacer un seguimiento por parte de una persona idónea, para verificar la presencia o continuidad de los rellenos y aprobar los horizontes adecuados de la cimentación.
- Los materiales de gaviones deben cumplir con la norma 681-13 de las Especificaciones Generales de Construcción de carreteras del INVIAS. Se recomienda utilizar malla electrosoldada y/o triple torsión que cumpla con la norma NTE-INEM, elaborada con alambre galvanizado con recubrimiento en zinc de bajo contenido de carbono. Los gaviones deben ser reforzados con diámetros de calibre 12, aberturas de 11*11 cm. La medida debe ser de 200 largo * 100 ancho * 100 alto cm.
- El material de relleno debe estar libre de sustancias deletéreas, de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales, no tendrán características expansivas ni colapsables. Este material debe cumplir los requisitos establecidos en la tabla 610-1 de las Especificaciones Generales de Construcción.

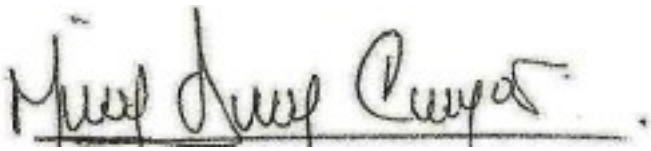
Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

11.8 MANEJO DE NIVELES FREÁTICOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

Se deben implementar pozos de achique o de abatimiento de niveles freáticos, mediante la implementación de tubos de concretos prefabricados ranurados, desde estos pozos se debe bombear las aguas captadas por las zanjas y el pozo, hasta los sistemas de alcantarillado. Se debe garantizar un bombeo continuo para mantener en buenas condiciones las excavaciones.

11.9 LIMITACIONES

Los resultados, conclusiones y recomendaciones fueron obtenidos a partir de los resultados de la exploración de campo y ensayos de laboratorio realizados, visitas de campo y otras actividades relacionadas en capítulos anteriores. En caso de encontrarse condiciones del subsuelo diferentes a las descritas en este informe, en el momento de la construcción de obras o geometría general del esquema de cortes y rellenos para el área de trabajo, se deberá comunicar al Ingeniero Geotecnista para emitir las observaciones que amerite el caso.



Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO JAIMES

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA AMBIENTAL

R/L CONSTRUSUELOSDE COLOMBIA S.A.S.

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

ESTUDIO Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES JOSÉ ANTONIO GALÁN, CLUB GALLINERAL Y CRISTAL BAJO. PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PUBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER

SECTOR GALLINERAL



BUCARAMANGA, SANTANDER

JULIO DE 2023

1 TABLA DE CONTENIDO

1 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 4
1.1 GEOLOGÍA REGIONAL 4
1.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 4
1.3 GEOLOGÍA LOCAL 4
1.3.1 Suelo coluvial reciente (Sco1) 4
1.3.2 Suelo aluvial de cauce activo (Sal) 4
1.3.3 Suelos de terrazas bajas (Sat1) 5
1.3.4 Suelo de llenos antrópicos de excavación y/o relleno (Stla) 5
1.4 GEOMORFOLOGÍA 5
2 EVALUACIÓN DE AMENAZA POR INUNDACIÓN 5
3 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN 5
3.1 SUSCEPTIBILIDAD DE LAS VIVIENDAS 6
3.2 INTENSIDAD 6
3.3 ZONIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD 6
4 EVALUACIÓN DEL RIESGO 6
5 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS 7
6 DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN 7
6.1 Estimación de la aceleración sísmica 7
6.2 Capacidad portante del suelo de cimentación 9
7 REVISION DOCUMENTAL 9
8 CONCLUSIONES 14

TABLA DE IMAGENES

Figura 1. Propuesta de medida de control de inundación. 8

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de riesgo aplicada. 6
Tabla 2. Comparativo de las alternativas de estabilización. 7
Tabla 3. Cálculo del coeficiente de aceleración máxima para análisis pseudoestático de taludes. 7
Tabla 4. Factores de seguridad objetivo. 8
Tabla 5. Resumen de factores de seguridad con obras. 9

1 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

1.1 GEOLOGÍA REGIONAL

El área de estudio se localiza al occidente del municipio de Bucaramanga más allá de la zona de los escarpes occidentales junto a la quebrada Chimita. Se ubica sobre la meseta de Bucaramanga en una zona de terrazas bajas (Qal1) y con afloramientos del miembro órganos (Qbo) de la formación Bucaramanga. Debido a su cercanía a la quebrada en la zona se ubican depósitos aluviales (Qal).

El miembro gravoso (Qbo) se caracteriza por su alta erodabilidad que da origen a los estoraques que pueden alcanzar alturas de hasta 15 metros, presenta aspecto conglomerático en alternancia con capas y lentes limo-arenosos. Por otra parte, los depósitos aluviales recientes presentan cantos de areniscas, conglomerados de cuarcitas y lodolitas, granito, granodiorita, neis y esquisto en una matriz areno-lodosa. De similares características se presentan las terrazas bajas en una matriz areno-arcillosa.

1.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

A nivel regional, el área de estudio se ubica en el bloque central del esquema tectónico de Santander, limitando al oriente con el sistema de fallas de Bucaramanga y al occidente con el sistema de fallas La Salina. Localmente, el área de estudio se ubica al occidente de la falla Suárez.

1.3 GEOLOGÍA LOCAL

Las unidades geológicas superficiales se proponen de manera que se agrupan en función de la clasificación litológica, dureza o resistencia, sistema de discontinuidades, grado de meteorización y rasgos estructurales.

Las unidades geológicas superficiales propuestas se pueden entender como depósitos cuaternarios recientes y antiguos. Se verifica el modelo geológico y a continuación, se presenta una breve descripción de las unidades cartografiadas.

1.3.1 Suelo coluvial reciente (Sco1)

Depósitos de suelo transportado del tipo coluvial con meteorización de media a alta asociado a movimientos de remoción en masa reciente. Suelo inconsolidado, permeable, susceptible a la erosión.

1.3.2 Suelo aluvial de cauce activo (Sal)

Materiales sueltos y heterogéneos de suelo y rocas subredondeadas a redondeadas depositados por la acción del de los cauces activos en el ancho de la llanura de inundación.

1.3.3 Suelos de terrazas bajas (Sat1)

Depósitos aluviales con matriz areno-arcillosa, altamente erodables, consistencia baja a media con cantos y bloques redondeados a subredondeados cuya litología depende de las unidades atravesadas por las corrientes.

1.3.4 Suelo de llenos antrópicos de excavación y/o relleno (Stla)

Agrupa los suelos producto de excavación y/o conformación del terreno para la construcción de las terrazas de las viviendas y la banca de la vía nacional que conecta Girón con el norte de Bucaramanga.

Se considera apropiada y representativa la clasificación propuesta por el consultor respecto a los materiales encontrados en la zona de estudio.

1.4 GEOMORFOLOGÍA

Se identifican en campo las siguientes geoformas agrupadas según su origen en denudacionales, fluvialesy antrópicas.

En denudacionales se identifican las geoformas del tipo depósito de movimientos en masa (D15) ubicadas en recorrido del cuerpo del deslizamiento que produjo el depósito. De origen fluvial se identifica el cauce o lecho de la quebrada Chimitá (F1) y los niveles de terrazas bajas (F3) producto de de procesos fluviales o fluviotorrenciales que trazan una morfología plana a ligeramente inclinada delimitada por el talud que conforma el cauce del cuerpo de agua.

Finalmente, en el grupo de geoformas de origen antrópico se observan los llenos dispuestos con control técnico destinados para fines ingenieriles o de construcción de viviendas y carreteras (A7).

La descripción local se considera representativa del ambiente geomorfológico del sitio.

2 EVALUACIÓN DE AMENAZA POR INUNDACIÓN

La revisión de la metodología para la evaluación de la hidrología e hidráulica que soporta el estudio de amenaza por inundación de la quebrada Chimitá se encuentra en el documento Hidrología e Hidráulica.

3 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN

El consultor aplica una metodología ajustada para la evaluación de la vulnerabilidad física enfatizada en las edificaciones. El valor de la vulnerabilidad se determina como el producto de la intensidad del movimiento y la susceptibilidad del elemento expuesto.

3.1 SUSCEPTIBILIDAD DE LAS VIVIENDAS

El consultor presenta el cálculo de la susceptibilidad de las edificaciones en función de 2 parámetros: susceptibilidad asociada al tipo de estructura (Stipo) y la susceptibilidad asociada al estado de conservación o mantenimiento de las edificaciones (Smant).

Cada parámetro presenta una clasificación de cero a uno. Donde los valores cercanos a uno representan condiciones de la edificación que hacen menos susceptible la edificación.

Los valores de los parámetros de susceptibilidad se combinan con la siguiente ecuación para definir la susceptibilidad.

$$S = 1 - (1 - Stipo)(1 - Smant)$$

3.2 INTENSIDAD

La intensidad del fenómeno por inundación está asociada con la cota de inundación y la velocidad de flujo de la corriente. El consultor propone una evaluación ajustada de la intensidad de manera indirecta a las zonas de amenaza por inundación identificadas previamente en el modelo hidráulico. Asignando valores de intensidad de 0.5, 0.3 y 0.1 a las viviendas ubicadas en zonas de amenaza alta, media y baja, respectivamente.

3.3 ZONIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Considerando que las manchas de inundación no alcanzan las viviendas, se considera que las viviendas no son elementos en exposición directa. La presencia de las viviendas sobre las terrazas bajas evita que sean inundadas, sin embargo, el efecto de socavación en las terrazas está generando problemas de desplazamiento del material de soporte de las viviendas ubicadas a borde del cauce.

4 EVALUACIÓN DEL RIESGO

El consultor aplica el método matricial para la evaluación del riesgo físico de las edificaciones. Este método propone el cruce de las variables de amenaza y vulnerabilidad de forma cualitativa según la matriz de riesgo presentada a continuación.

Tabla 1. Matriz de riesgo aplicada.

	Niveles de Amenaza		
Niveles de Vulnerabilidad	Alta	Media	Baja
Alta	Alto	Alto	Medio
Media	Alto	Medio	Medio
Baja	Medio	Medio	Bajo

Si bien la guía del servicio geológico colombiano presenta una metodología para la evaluación del riesgo en términos económicos y probabilísticos, el anexo técnico del proyecto no exige puntualmente una metodología para la evaluación de la vulnerabilidad y

el riesgo, razón por la cual el consultor adopta una metodología que también es ampliamente aplicada y aceptada en los estudios de riesgo. Considerando que la vulnerabilidad es nula, el riesgo directo por inundación es nulo.

5 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

El consultor evalúa cualitativamente tres (3) alternativas para la estabilización del talud. Las tres alternativas propuestas se enmarcan dentro de una misma filosofía de mitigación del riesgo ya que las tres buscan reducir hasta un nivel bajo de amenaza. A continuación, se presenta un cuadro resumen comparativo de las alternativas.

Tabla 2. Comparativo de las alternativas de estabilización.

Alternativa 1	**Alternativa 2**
Muros en voladizo en concreto reforzado	**Muros en gaviones**
Esta tipología requiere de la construcción del talón del muro y por ende un movimiento de tierra mayor para garantizar su estabilidad. Económicamente presentan un costo elevado por el movimiento de tierra y la necesidad de implementar acero de refuerzo.	Sistema de muro de gravedad cuyo peso propio del cuerpo es el mecanismo para alcanzar la estabilidad local. Como medida de control de socavación se cimenta el muro en dentellones en concreto ciclópeo.
NO SELECCIONADA	SELECCIONADA

6 DISEÑO DE OBRAS DE ESTABILIZACIÓN

El consultor propone la construcción de un muro en gaviones de altura total de 4.0 metros, ancho en la base de 3.0 metros y ancho en la corona de 2.0 metros cimentado en un dentellón en concreto ciclópeo de 2.0 metros de alto y ancho de 1.50 metros.

6.1 Estimación de la aceleración sísmica

Se emplean los parámetros sísmicos presentados en la NSR10 para evaluar la aceleración horizontal asociada a un evento con periodo de retorno de 475 años. Dado que la condición dinámica para el análisis de estabilidad de taludes corresponde a un análisis pseudo-estático, se emplea el coeficiente K_{ST} para obtener el valor de la aceleración máxima como fracción de la gravedad a_{max}.

Tabla 3. Cálculo del coeficiente de aceleración máxima para análisis pseudoestático de taludes.

COEFICIENTE DE ACELERACIÓN Aa	0.25
COEFICIENTE DE ACELERACIÓN Av	0.25
PERFIL DE SUELO:	TIPO D
COEFICIENTE Fa	1.30

COEFICIENTE Fv	1.90
COEFICIENTE K_{ST}	0.80
COEFICEINTE a_{max}	0.26g

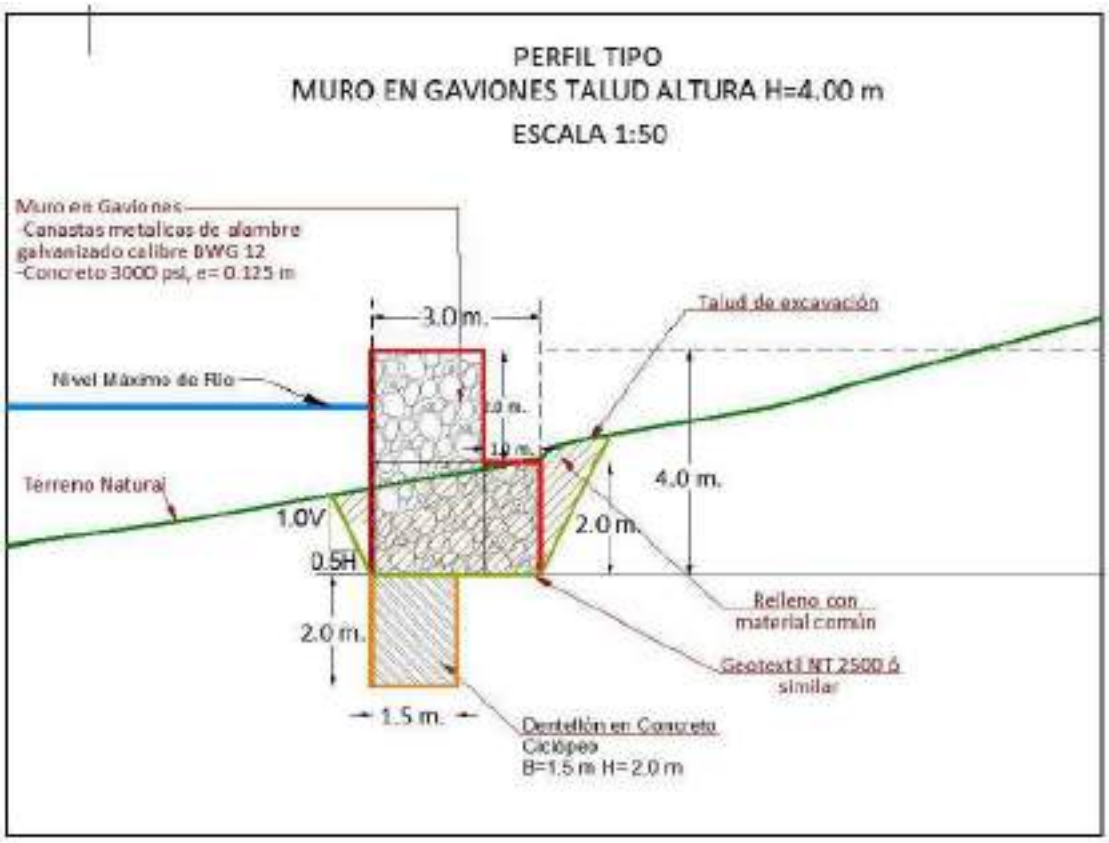


Figura 1. Propuesta de medida de control de inundación.

A continuación, se presenta un cuadro resumen con los resultados de los análisis de estabilidad local y general en el escenario estático y pseudo estático. Se verifica que los factores de seguridad objetivo de la NSR10 sean atendidos.

Tabla 4. Factores de seguridad objetivo.

Estabilidad	**Condición**	**Estático**	**Pseudoestático**
Local	Deslizamiento	≥1.60	≥1.05
Local	Volcamiento	≥3.00	≥1.05
Local	Capacidad portante	<qadmisible	<qadmisible
Global	Estabilidad general – talud permanente	≥1.50	≥1.05

Tabla 5. Resumen de factores de seguridad con obras.

CONDICION	FACTORES DE SEGURIDAD CON OBRAS		CUMPLE
	ESTATICO	PSEUDOESTATICO	
Deslizamiento	100.0	1.81	SÍ
Volcamiento	32.39	2.05	SÍ
Capacidad portante	75.72KPA<300KPA	75.72KPA<300KPA	SÍ
Estabilidad general – talud permanente	2.0	1.07	SÍ

6.2 Capacidad portante del suelo de cimentación

Se verifica el cálculo de la capacidad portante con la formulación de Meyerhof (1951) para suelos granulares con hipótesis de galla general por corte para cimentaciones superficiales empleando un factor de seguridad de 3.0.

Se valida el cálculo de asentamientos elásticos (inmediatos) para una capacidad de carga máxima en servicio de 30 tn/m^2.

7 REVISION DOCUMENTAL

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
1	CARTOGRAFÍA BASE DIGITAL Y MODELADO 3D	1.1	Recopilación y análisis de la información secundaria	1. Informe técnico.	X	
		1.2	Ortomosaico fotografía aérea digital UAV	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales *(PDF, MXD, MPK)* e impresos de: - Ortomosaico fotografía aérea digital UAV *(TIFF)*	X	
		1.3	Levantamiento LIDAR	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales *(PDF, MXD, MPK)* e impresos de: - Levantamiento LIDAR	X	
				3. Anexo digital de nube de puntos LIDAR (LAS)	X	

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
		1.4	Levantamiento topográfico	1. Informe técnico	X	
				2. Plano topográfico escala 1:1000 (DWG, PDF).	X	
				3. Carteras topográficas (XISX, PDF)	X	
				4. Dos mojones de concreto ligado al sistema satelital de referencia.	X	
				5. Plano batimétrico con secciones transversales en planta y perfil indicando niveles de agua y estructuras hidráulicas presentes.	X	
2	GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	2.1	Caracterización Unidades Geológicas para Ingeniería y geología local	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Unidades Geológicas superficiales, escala 1:1.000.	X	
				3. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Geología estructural y Geología Local	X	
		2.2	Caracterización de Elementos Geomorfológicos	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Elementos Geomorfológicos, escala 1:1.000.	X	
				3. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Procesos morfodinámicos	X	
				4. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Pendientes	X	
3	EXPLORACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA	3.1	Ensayos para caracterización de muestras de suelos (humedad, granulometría, límites,	1. Informe técnico anexando registros y ensayos de campo	X	
				2. Informe técnico anexando registros fotográficos metro a	X	

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
			compresión, peso unitario, cortes directos)	metro de las muestras recuperadas.		
				3. Informe técnico anexando resultados de ensayos de laboratorio	X	
				4. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de Puntos de exploración geotécnica directa, escala 1:1.000.	X	
		3.2	Ensayos de refracción sísmica para determinación de perfiles del suelo	1. Informe técnico	X	
				2. Planos digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de líneas de refracción sísmica, escala 1:1.000	X	
3	EXPLORACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA	3.3	Ensayo de MASW para detectar presencia de mantos de suelos duros o blandos en el perfil estratigráfico	1. Informe técnico	X	
				2. Planos digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de las Líneas de refracción sísmica, escala 1:1.000	X	
		3.4	Ensayo de tomografía eléctrica	1. Informe técnico	X	
				2. Planos digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de las Líneas de tomografía eléctrica, escala 1:1.000	X	
4	HIDROLOGÍA	4.1	Estudio Hidrológico y climatológico: delimitación y caracterización de cuencas, estimación estadística de crecientes para diferentes períodos de retorno	1. Informe técnico	X	
				2. Planos digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos	X	
				3. Anexo Récords (IDEAM, CDMB, etc.); datos hidroclimatológicos crudos	X	
				4. Anexo de tratamiento estadístico de datos hidroclimatológicos	X	

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
				5. Anexo de modelos hidrológicos	X	
5	ANALISIS DETALLADO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA	5.1	Caracterización, Zonificación y Modelación Geotécnica	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos	X	
		5.2	Determinación y Zonificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de zonificación de la amenaza por movimientos en masa, escala 1:1.000	X	
6	ANALISIS DETALLADO DE AMENAZA VULNERABILIDAD Y RIESGO POR INUNDACIÓN	6.1	Elaboración de Modelos hidráulicos bidimensionales de la red de drenaje superficial de agua limpia, para diferentes escenarios probabilísticos 1:1.000	1. Informe técnico	X	
				2.Anexo de modelos hidráulicos, profundidades y secciones.	X	
		6.2	Determinación y zonificación de la amenaza por inundaciones	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK) e impresos de zonificación de la amenaza por inundación, escala 1:1.000	X	
7	DISEÑO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	7.1	Diseño a nivel de ingeniería de detalle de obras de mitigación	1. Informe técnico	X	
				2. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK, CAD) e impresos de localización de las obras de mitigación.	X	
				3. Planos Digitales (PDF, MXD, MPK, CAD) e impresos Diseño Arquitectónico (Planta – Perfil).	X	
				4. Plano digital (CAD, PDF, MXD, MPK) que contenga Detalles de ingeniería (Planta – Perfil).	X	
				5. Especificaciones técnicas	X	

No.	ETAPA	ID	ACTIVIDAD	ENTREGABLES	CUMPLE	
					SI	NO
		7.2	Elaboración de presupuestos, especificaciones técnicas y lineamiento ambientales	1. Presupuesto de obras de mitigación (XLS, PDF)	X	
				2. Especificaciones técnicas y lineamientos ambientales (XLS, PDF)	X	
				3. Programaciones de obra con recursos	X	
				4. Informe técnico (incluir precios de mercado)	X	
8	IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD	8.1	Recolección, análisis e interpretación de los documentos de propiedad de las construcciones del área de estudio, diagnóstico predial y catastral.	1. Informe técnico	X	
				2. Formato de recolección de información relacionada a la viabilidad jurídica para la inclusión en procesos de regularización de la ocupación del territorio en zonas susceptibles a amenazas por remoción en masa, inundación o avenidas torrenciales	X	
				3. Documentación anexa	X	
9	SOCIALIZACIÓN	9.1	Jornadas de socialización con la comunidad y la Alcaldía de Bucaramanga, para dar a conocer actividades de desarrollo y resultados obtenidos en el estudio	1. Informe técnico anexos de Actas de Reunión	X	
				2. Informe técnico anexos Registros Fotográficos	X	
10	PLANES DE GESTIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL	10.1	Plan de manejo Ambiental	1. Informe técnico	X	
		10.2	Plan de Manejo de Tránsito	1. Informe técnico	X	
		10.3	Plan de Gestión Social	1. Informe técnico	X	
		10.4	Plan de Manejo Forestal y arbóreo	1. Informe técnico	X	

8 CONCLUSIONES

La zonificación de la amenaza, vulnerabilidad y riesgo presentada por el consultor se considera representativa del fenómeno por inundación. La problemática en el sector el Gallineral obedece principalmente al efecto abrasivo de la corriente de agua que genera socavación en las terrazas conformadas por los muros existentes cuya altura de desplante ha sido superada por la socavación del cauce.

La mitigación del riesgo se aborda activamente desde la propuesta de obras para controlar el proceso progresivo de socavación.

La alternativa de mitigación propuesta cuenta con el soporte técnico y la viabilidad económica para su ejecución.

REVISION HIDROLÓGICA-HIDRÁULICA DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES JOSÉ ANTONIO GALÁN, CLUB GALLINERAL Y CRISTAL BAJO. PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PÚBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER.

CLUB GALLINERAL



BUCARAMANGA, SANTANDER

JULIO DE 2023

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 4

2. OBJETIVOS 5

2.1 OBJETIVO GENERAL 5

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 5

3. REVISIÓN HIDROLÓGICA 6

3.1 DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MICROCUENCAS 6

3.2 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE PRECIPITACIÓN 7

3.3 CURVAS IDF Y HIETOGRAMAS 7

3.4 VOLUMENES DE ESCORRENTIA E INFILTRACION y CAUDALES 8

4. REVISIÓN HIDRÁULICA 9

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA DINÁMICA FLUVIAL 9

4.2 MODELO HIDRÁULICO HEC-RAS 9

5. SOCAVACION 12

6. CONCLUSIONES 13

TABLA DE IMAGENES

Imagen 1. Ubicación del sitio de interés 6
Imagen 2. Estaciones hidrometeorológicas cercanas 7
Imagen 3. Secciones HEC-RAS mostradas por el consultor 10
Imagen 4. Perfil de inundación mostrado por el consultor 11
Imagen 5. Manchas de inundación mostradas por el consultor 11
Imagen 6. Curva granulométrica mostrada por el consultor 12

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cálculo de caudales mostrados por el consultor 8
Tabla 2. Clasificación de Rosgen utilizada por el consultor 9
Tabla 3. Rugosidad adoptada por el consultor 10

INTRODUCCIÓN

Colombia es un país ubicado en la zona de confluencia intertropical (ZCIT) lo cual propicia la variabilidad climática que cambia en función de la temperatura del océano pacífico sur dando paso a un fenómeno conocido como ENSO cuya oscilación se manifiesta en años predominantemente secos (años El Niño), años predominantemente húmedos (años La Niña) y años neutrales debido al cambio de la dirección de los vientos Alisios.

El 2022 y 2023 han sido años marcados por la predominancia de eventos de lluvia la mayor parte del tiempo en el territorio colombiano sobre todo en la zona Andina. Las precipitaciones presentadas han sido detonantes de eventos como inestabilidad de taludes, inundaciones y flujo hiperconcentrado dando paso a avalanchas. Específicamente en la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana se presentaron eventos de precipitación de alta intensidad que compromete la integridad de zonas específicas.

Es necesario resaltar la importancia del adecuado manejo del agua en la zona generada por eventos de lluvia, siendo la hidrología la herramienta con la cual se estima la escorrentía máxima de una cuenca aportante sobre una zona específica donde se diseñará obras hidráulicas para un periodo de retorno definido con el fin de mitigar los posibles riesgos y amenazas.

Para poder evaluar la cantidad de agua a ser manejada es necesario efectuar un estudio hidrológico de las cuencas que drenan hacia los tramos dicha zona. En este documento se presentan los cálculos y el procedimiento para estimar la cantidad de agua que pasará sobre el área del proyecto en eventos extremos de lluvia y los caudales de diseño para las obras hidráulicas que den lugar.

Para llevar a cabo este análisis es necesario analizar los datos de precipitación para la determinación de curvas Intensidad-Frecuencia-Duración, calculadas con base a las precipitaciones máximas en 24 horas. Para los parámetros hidrológicos e hidráulicos necesarios se deben tener en cuenta las normas del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básicos “RAS” 2000, como el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS.

El presente documento supone una exhaustiva revisión de los parámetros técnicos de referencia para el proyecto hidrológico e hidráulico correspondiente al sector llamado club Gallineral.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la revisión de los diseños hidrológicos e hidráulicos correspondientes de las obras propuestas de acuerdo a los apartados técnicos contratados y el compendio normativo vigente.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar la revisión de la delimitación y caracterización de microcuencas.
- Revisar el análisis estadístico de información histórica de precipitaciones en la zona.
- Revisar los criterios de obtención de las curvas IDF y las lluvias de diseño (Hietogramas) a partir de ellas.
- Revisar los volúmenes de escorrentía e infiltración de acuerdo con el modelo lluvia escorrentía adoptado.
- Revisión del modelo unidimensional de inundación para diferentes periodos de retorno según la normativa vigente.

3. REVISIÓN HIDROLÓGICA

3.1 DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MICROCUENCAS

El proyecto se ubica en el municipio de Bucaramanga en el departamento de Santander y pretende cubrir la necesidad de generar obras de mitigación para eventos de inundación y socavación en el margen derecho de la quebrada Chimitá, en el sector del club Gallineral.



Imagen 1. Ubicación del sitio de interés

En el estudio el conultor establece los parámetros espaciales correspondientes a la delimitación de una hoya hidrológica parcialmente urbana con aportes de escorrentía al punto de cierre en la entrega de las aguas de la quebrada Chimitá a su nivel base el Rio de Oro. El área delimitada presenta una forma irregular consecuente con la topografía propia de una intervención antrópica por urbanismos. Son verificados los tiempos de concentración que tienen que ver con parámetros espaciales como pendientes y longitudes. Las características morfométricas no se consideran relevante por cuanto la mayor parte de la hoya se encuentra en zona urbanizada. El tiempo de concentración estimado por los diferentes métodos enunciados en el Manual de Drenaje de Carreteras INVIAS 2009 permite apreciar el patrón del comportamiento del drenado y tiempo que tarda en evacuar la hoya todo el caudal captado por eventos de lluvia.

3.2 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE PRECIPITACIÓN

En el estudio presentado por el consultor se hace uso de la información histórica de precipitación correspondiente de las estaciones hidrológicas en la zona. La información se presume extraída de la página oficial del IDEAM y se desarrolla un tratamiento de datos para determinar la fiabilidad de las series encontrando datos particularmente altos o particularmente bajos (outliers). De igual manera, se genera un análisis de llenado de datos faltantes y prueba de bondad de ajuste para las series estudiadas.

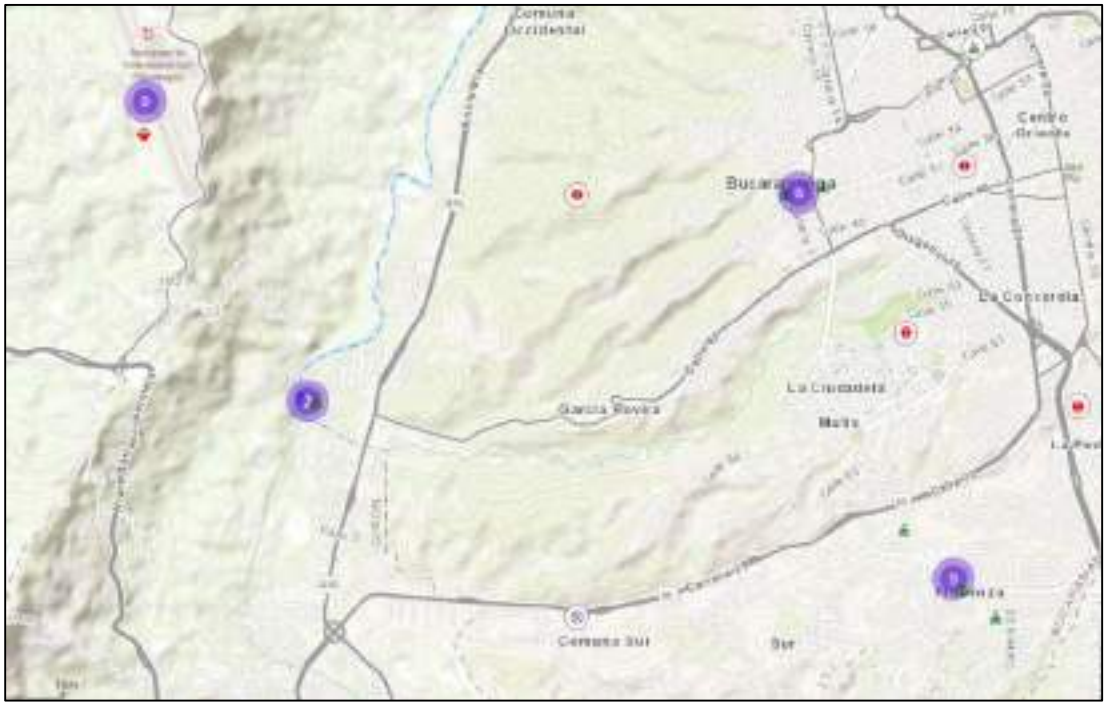


Imagen 2. Estaciones hidrometeorológicas cercanas

3.3 CURVAS IDF Y HIETOGRAMAS

Una vez revisado el tratamiento de datos de las series de lluvia de las estaciones aledañas se presentan las curvas IDF las cuales representan la probabilidad de ocurrencia de las precipitaciones intensas caracterizándose mediante períodos de retorno, obtenidos a partir de la inversa de la frecuencia acumulada. Se adoptan los periodos de retorno: 2.33, 5, 10, 25, 50, 100, 300 y 500 años.

Se revisan los hietogramas utilizados para la obtención del modelo hidrológico de lluvia escorrentía adoptado. Los cálculos son representados gráficamente y se presume que fueron desarrollados mediante el método de los bloques alternos.

3.4 VOLUMENES DE ESCORRENTIA E INFILTRACION y CAUDALES

Es adoptado un modelo de lluvia escorrentía mediante modelo semi distribuido en el software libre HEC HMS y se muestran los factores utilizados para su procedimiento, como numero de curva y tiempos de desfase de acuerdo con el cálculo de tiempos de concentración.

TRAMOS						Caudal Pico (m³/s)						
CAUCE	TRAMO #	DESDE	HASTA	ELEMENTO HID	ABSCISA	2 Años	5 Años	10 Años	25 Años	50 Años	100 Años	500 Años
RIO DE ORO	1	Inicio	Nuevo Girón	J814	21426.34	357.6	419.6	440.8	469.2	471	478.2	495.9
	2	Nuevo Girón	Confluencia RF	J883	19934.87	438.4	539.6	591.8	954.4	688.3	716	780.7
	4	Confl. RF-RO	Q. Las Macanas	J708	13774.21	524.6	675.3	765.3	889.3	966.9	1011.7	1151
	5	Q. Las Macanas	Q. La Iglesia	J880	11883.99	523.6	674.2	764.3	888.4	955	1010.9	1150.4
	6	Q. La Iglesia	Q. La Honda	J752	10324.57	552.3	719.8	822.7	960.7	1038.7	1102.6	1259.6
	7	Q. La Honda	Q. Chimitá	J705	9904.461	552	719.5	822.4	960.7	1038.9	1102.9	1260.2
	8	Q. Chimitá	Q. La Cuyamita	J737	9394.205	565.6	742.2	853.5	1002.5	1089.5	1159.2	1330.7
	9	Q. La Cuyamita	Q. Nápoles	J700	7984.336	564.9	741.4	853.1	1002.2	1089.6	1159.3	1331.2
	10	Q. Nápoles	Q. La Argelia	J716	7023.862	564.5	741.1	852.8	1001.9	1089.5	1159.3	1331.2
	11	Q. La Argelia	Q. Las Navas	J719	5791.841	564.4	741	852.5	1001.7	1089.2	1158.9	1331.1
	12	Q. Las Navas	Q. Chapinero	J731	4951.515	564	740.4	852.1	1001.4	1088.9	1158.7	1331.1
	13	Q Chapinero	Q. La Picha	J744	3958.454	551.2	726	837.6	986.6	1075.4	1145.6	1319.5
	14	Q. La Picha	Confl. Río Suratá	Salida	1561.574	533.7	706.1	817.1	965.2	1054.5	1125.4	1300.2
RIO FRIO	3	PTAR Río Frío	Confl. Q. Suratoque	J728	6237.184	57.2	91.6	115.4	159.4	166.8	187.3	229.7
	3.1	Confl. Q. Suratoque	Confl. RO	J794	4978.863	110.5	176.4	222.7	297.1	324.8	364.5	447.2

Tabla 1. Cálculo de caudales mostrados por el consultor

Se presentan los cálculos de caudales para la quebrada en estudio, los caudales son obtenidos del modelo HMS referido.

4. REVISIÓN HIDRÁULICA

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA DINÁMICA FLUVIAL

El consultor presenta la caracterización cualitativa de los sistemas fluviales en estudio en relación a la microcuenca y otras características como intervención antrópica en el cauce principal, márgenes y llanuras de inundación, complejidad fluvial, actividades biológicas, vegetación y procesos de depositación y transporte.

De igual forma clasifican el cauce a lo largo de la superficie de acuerdo a la relevancia del caudal sólido, geometría del recorrido y alineamiento del cuerpo de agua. La adecuada clasificación de la corriente hídrica ayuda a predecir comportamientos desde su apariencia, desarrollar relaciones empíricas para el tipo de corriente y extrapolar datos de corrientes con características similares.

Teniendo en cuenta las características del cauce en el sector de interés se clasifica el cauce como poco sinuoso con un atrinchamiento entre 1.4 y 2.2, con pendiente media de 2%-4% y una relación ancho-profundidad mayor a 12 de acuerdo a la clasificación de Rosgen.

Atrincheramiento	1.4-2.2
Pendiente	2% - 4%
Sinuosidad	<1.2
Relación Ancho / Profundidad	>12
Material Dominante	Grava
Clasificación de Corriente	**B4**

Tabla 2. Clasificación de Rosgen utilizada por el consultor

4.2 MODELO HIDRÁULICO HEC-RAS

El consultor presenta un modelo de cálculo hidráulico para crecientes y potencial inundación teniendo como base la información y tratamiento de datos hidrológicos calculados en los capítulos anteriores. Se muestran las secciones de análisis y la adopción del n de Manning el cual corresponde a 0.0049 para la sección del canal y de 0.054 para las bancas.

El modelo fue desarrollado en el software libre HEC-RAS versión 5.0.7 el cual contiene cuatro (04) módulos para el análisis unidimensional de ríos que corresponden a: uno para el cálculo de perfiles de flujo en régimen permanente, otro para simulación de flujo no permanente, el tercero para el cálculo de transporte de sedimentos y lecho móvil y un cuarto para análisis de calidad del agua.

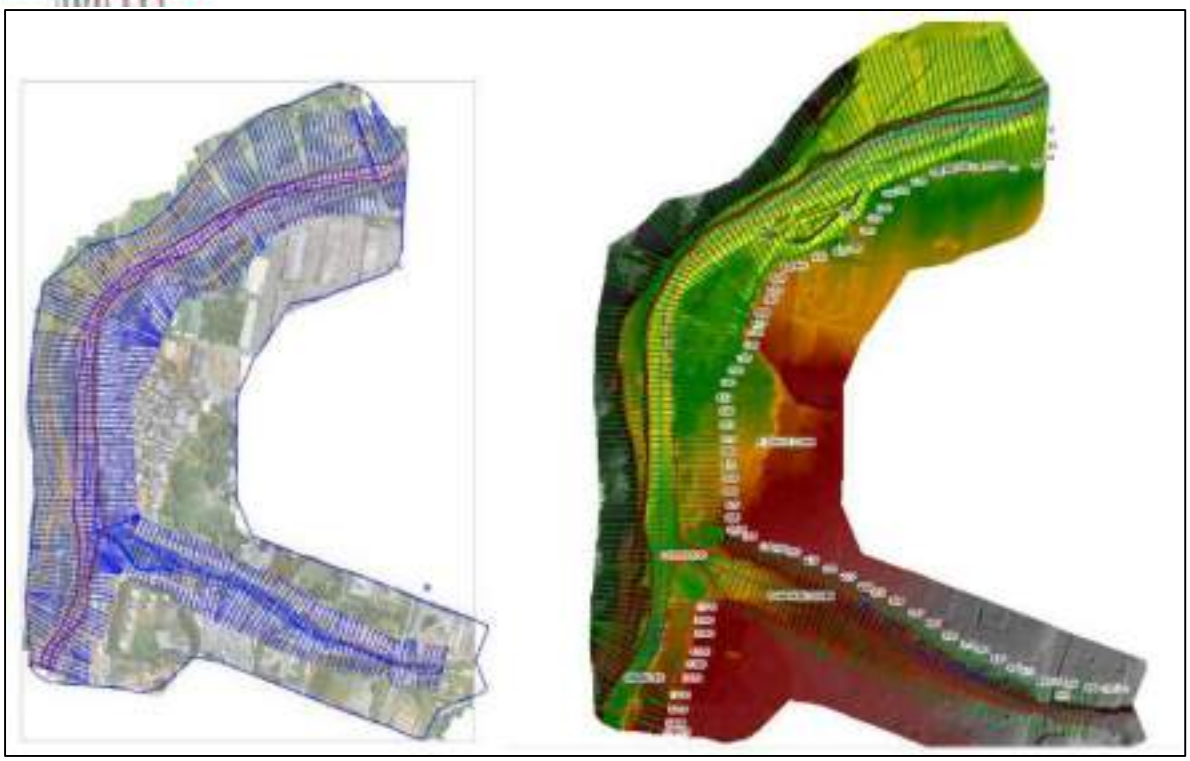


Imagen 3. Secciones HEC-RAS mostradas por el consultor

River: Rio de Oro | Edit Interpolated XS's | Channel n Values have a light green background

Reach: (All Reaches) | All Regions

Selected Area Edit Options

Add Constant ... | Multiply Factor ... | Set Values ... | Replace ... | Reduce to L Ch R ...

	Reach	River Station	Fr ctn (n,k)	n #1	n #2	n #3
1	Rio de Oro	1304.8	n	0.054	0.049	0.054
2	Rio de Oro	1300	n	0.054	0.049	0.054
3	Rio de Oro	1290	n	0.054	0.049	0.054
4	Rio de Oro	1280	n	0.054	0.049	0.054
5	Rio de Oro	1270	n	0.054	0.049	0.054
6	Rio de Oro	1260	n	0.054	0.049	0.054
7	Rio de Oro	1250	n	0.054	0.049	0.054
8	Rio de Oro	1240	n	0.054	0.049	0.054
9	Rio de Oro	1230	n	0.054	0.049	0.054
10	Rio de Oro	1220	n	0.054	0.049	0.054
11	Rio de Oro	1210	n	0.054	0.049	0.054
12	Rio de Oro	1200	n	0.054	0.049	0.054
13	Rio de Oro	1190	n	0.054	0.049	0.054
14	Rio de Oro	1180	n	0.054	0.049	0.054
15	Rio de Oro	1170	n	0.054	0.049	0.054
16	Rio de Oro	1160	n	0.054	0.049	0.054
17	Rio de Oro	1150	n	0.054	0.049	0.054
18	Rio de Oro	1140	n	0.054	0.049	0.054
19	Rio de Oro	1130	n	0.054	0.049	0.054
20	Rio de Oro	1120	n	0.054	0.049	0.054
21	Rio de Oro	1110	n	0.054	0.049	0.054
22	Rio de Oro	1100	n	0.054	0.049	0.054
23	Rio de Oro	1090	n	0.054	0.049	0.054

Tabla 3. Rugosidad adoptada por el consultor

Finalmente se presentan las manchas de inundación en el sitio de interés para diferentes periodos de retorno. De igual manera se presenta el perfil de inundación a lo largo del recorrido.

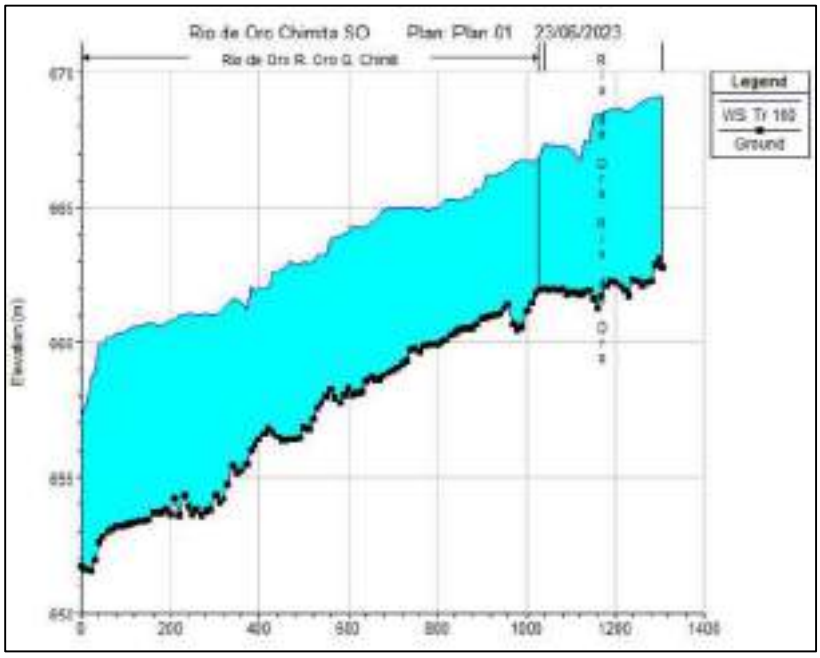


Imagen 4. Perfil de inundación mostrado por el consultor



Imagen 5. Manchas de inundación mostradas por el consultor

5. SOCAVACION

Para el estudio de socavación el consultor sigue las indicaciones consignadas en el Manual de Drenaje para Carreteras entendiendo que la profundidad de socavación, ya sea de tipo general o local, necesariamente está asociada a la creciente que pasa por la sección hidráulica en estudio. El caudal de creciente mínimo de diseño se debe considerar en cualquier análisis de socavación debe corresponder al de un periodo de retorno de 100 años.

Se describen los métodos de Lischtvan – Lebediev y la curva por el método de Maza. Se presenta la granulometría del lecho para los efectos del cálculo de socavación progresiva.

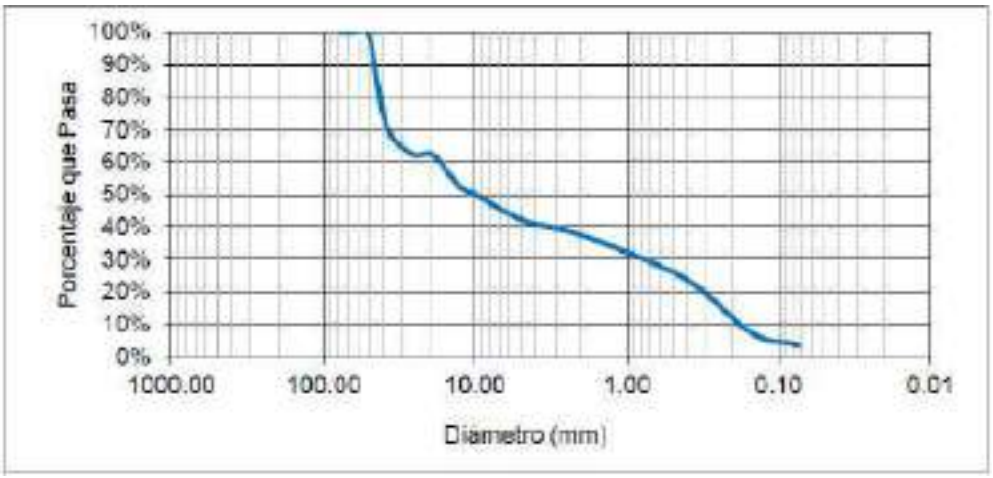


Imagen 6. Curva granulométrica mostrada por el consultor

En la tabla 10 del estudio el consultor muestra los resultados del análisis de cálculo en cada una de las secciones estudiadas tanto para la quebrada Chimitá como para el Rio de Oro. Se muestran los caudales de descarga y las velocidades en cada una de las mismas.

6. CONCLUSIONES

- Se realiza la revisión de los estudios hidrológicos, hidráulicos y de socavación de acuerdo con los parámetros normativos vigentes consignados en el Manual de Drenaje para Carreteras INVIAS y RAS 2017.

- Se encuentra una delimitación y caracterización de microcuencas realizada por el consultor como paso inicial para el procedimiento de cálculo.

- El consultor recopila información hidrológica de precipitación de las estaciones hidormeteorologico de la red dispuesta por el IDEAM y realiza el tratamiento de datos con los procedimientos estadístico necesarios para tal fin.

- El consultor hace referencia a curvas IDF estimadas para periodos de retorno de 2.33, 5, 10, 25, 50, 100, 300 y 500 años de acuerdo a los parámetros técnicos dispuestos para el proyecto.

- Se propone por parte del consultor el uso de un modelo semidistribuido en programa de uso libre HEC HMS para determinar los volúmenes de escorrentía y los caudales en punto de cierre de hoya hidrográfica de acuerdo a los parámetros anteriormente calculados.

- Se presenta por parte del consultor un modelo hidráulico en software libre HEC-RAS en donde involucra parámetros como rugosidad y la topografía analizada mediante Civil 3D y sistema de información geográfica correspondiente.

- El consultor muestra la respuesta de la modelación de los caudales en los cauces naturales, así como las manchas de inundación.

- Se realiza por parte del consultor la estimación de la socavación progresiva de acuerdo con la curva granulométrica propia del lecho lo cual permite la estimación de obras de control de socavación.

ESTUDIO Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES JOSÉ ANTONIO GALÁN, CLUB GALLINERAL Y CRISTAL BAJO. PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PUBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER.

CLUB GALLINERAL

TOMO II – DISEÑO DE OBRAS DE MITIGACIÓN

Revisión	Modificaciones	Fecha
A	Emitido para comentarios del cliente	Julio de 2023

Revisión y aprobación						
Revisión	**Elaborado por:**		**Revisado por:**		**Aprobado por:**	
00						

Calle 29 # 9 – 68 Lagos I Floridablanca – Santander
Tels: 6382809 – 6848430 Cel.: 3124503836 - 3162254472
construsuelosltda@gmail.com

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 11

2. OBJETIVOS 12

2.1 OBJETIVO GENERAL 12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 12

3. HIDROLOGÍA 13

3.1 GENERALIDADES 13
3.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 13
3.3 FASE HIDROLÓGICA 14

4. HIDRÁULICA 26

4.1 CONCEPTOS DE HIDRÁULICA FLUVIAL 26
4.1.1 Sistema fluvial y su zonificación 26
4.1.2 Zonificación del sistema fluvial 26
4.2 CLASIFICACIÓN DEL CAUCE 28
4.3 CONCEPTO DE LA HIDRÁULICA CANALES ABIERTOS 37
4.4 ESTIMACIÓN DE LOS NIVELES DE AGUA 38
4.4.1 Selección del coeficiente de rugosidad 38
4.4.2 Análisis hidráulico 42
4.5 MODELACIÓN HIDRÁULICA EN HEC-RAS 43
4.5.1 Modelamiento hidráulico para la zona de interés 44
4.6 SOCAVACIÓN 49

5. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 66

5.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 66
5.2 GEOLOGÍA 66
5.2.1 Geología Regional 66
5.2.2 Geología estructural 69
5.2.3 Unidades Geológicas para Ingeniería (Local) 73
5.2.4 Geomorfología 81
5.2.5 Unidades y Subunidades geomorfológicas de la Zona de estudio 86

6. ANÁLISIS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR INUNDACIÓN .. 91

6.1 ANÁLISIS DE AMENAZA 91
6.2 ANALISIS DE VULNERABILIDAD 94
6.2.1 Factores para determinar la vulnerabilidad 94

6.2.2 Análisis de la Vulnerabilidad 95
6.3 EVALUACIÓN DE RIESGO 100
6.3.1 Resultados de la Evaluación del Riesgo 101
6.4 PLANTEAMIENTO, ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN 104
6.4.1 Medidas estructurales 104
6.4.2 Medidas No estructurales 104
6.5 ALTERNATIVA DE OBRAS DE MITIGACIÓN 104

7. DISEÑOS DE OBRAS DE MITIGACIÓN 106

7.1 ESCENARIO DE DISEÑO 106
7.2 EVALUACIÓN GEOTÉCNICO DE EFECTOS SÍSMICOS 108
7.2.1 Información para espectro de diseño NSR -10 108
7.2.2 Parámetros para análisis seudo estático de taludes 109
7.2.3 Evaluación de condiciones de estabilidad de muros de contención en gaviones .. 111
7.3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GAVIÓN WALL GEO5 (CONDICIÓN SEUDO-ESTATICA) 116
7.4 CAPACIDAD DE SOPORTE 119
7.4.1 Caracterización geomecanica de depósito de suelo: parámetros de deformidad .. 119
7.4.2 Evaluación preliminar de los estados límites de alta y servicio de la cimentación del muro de contención 120
7.5 EVALUACIÓN ESTABILIDAD GLOBAL 123

8. PLANES DE GESTIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL 126

8.1 PLAN AMBIENTAL 126
8.1.1 Descripción de actividades 131
8.1.2 Definición el área de influencia 132
8.1.3 Caracterización ambiental del área de influencia 135
8.1.4 Componente biótico 135
8.1.5 Componente socio económico 136
8.1.6 Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales 136
8.1.7 Evaluación ambiental 136
8.1.8 Programas de manejo ambiental 144
8.2 PLAN DE MANEJO DE TRANSITO 166
8.2.1 Tipo de obra 166
8.2.2 Tiempo de ejecución 166
8.2.3 Equipo a emplear 167
8.3 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA 167
8.3.1 Zona de influencia 167
8.3.2 Normativas de ordenamiento territorial 168

8.3.3 Sitios especiales de influencia 170
8.3.4 Señalización existente y sentidos viales 170
8.3.5 Perfiles viales 171
8.3.6 Accidentalidad 172
8.3.7 Manejo de tipología de transporte 172
8.4 PLAN ESPECIFICO DE MANEJO DE TRAFICO 174
8.4.1 Esquemas de intervenciones con cierres de vías parciales 175
8.4.2 Cierres totales 176
8.5 SEÑALIZACIÓN Y ADECUACIONES TEMPORALES 176
8.5.1 Señales informativas 178
8.5.2 Dispositivos para la canalización del transito 181
8.5.3 Señalización de primer nivel 185
8.5.4 Señalización de segundo nivel 185
8.5.5 Señalización de tercer nivel 185
8.5.6 Adecuaciones temporales 185
8.6 INFORMACIÓN Y DIVULGACIÓN DEL PLAN 187
8.7 CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA PUESTA EN MARCHA DEL PMT 187
8.7.1 Campamento 187
8.7.2 Personal y equipo requerido 187
8.7.3 Controlares viales 187
8.8 SEGURIDAD VIAL 188
8.8.1 Procedimiento para la movilización de maquinaria y equipos 189
8.9 PLAN DE GESTIÓN SOCIAL 191
8.9.1 Alcance 191
8.9.2 Objetivos 191
8.9.3 MARCO LEGAL 191
8.9.4 Actividad de entrega de obra a la comunidad 201
8.9.5 Presentación de informes 204
8.9.6 valla informativa 206
8.9.7 cuñas radiales 206
8.9.8 contratación mano de obra 206
8.10 PLAN DE MANEJO FORESTAL O ARBÓREO 207

9. SOCIALIZACIÓN 210

9.1 OBJETIVOS 210
9.1.1 Objetivo General 210
9.1.2 Objetivos Específicos 210
9.2 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 210
9.3 SOCIALIZACIÓN INICIO DE PROYECTO 211

9.3.1 METODOLOGÍA *211*
9.3.2 Desarrollo de la socialización *212*
9.4 TIEMPO DE EJECUCIÓN 213
9.5 ASISTENCIA 213
9.5.1 Registro Fotográfico *213*

10. PRESUPUESTO DE OBRAS DE MITIGACIÓN 215

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 217

11.1 AMENAZA POR INUNDACIÓN 217
11.2 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA 218
11.1 PARÁMETROS DE DISEÑO 218
11.2 OBRAS DE MITIGACIÓN 219
11.3 ANÁLISIS GEOTÉCNICO DEL MURO DE GAVIONES 219
11.4 PROTECCIÓN CONTRA SOCAVACIÓN LATERAL Y DE FONDO 220
11.5 RECOMENDACIONES GENERALES 220
11.6 MANEJO DE NIVELES FREÁTICOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN 221
11.7 LIMITACIONES 221
FIRMA DEL ESPECIALISTA 222

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Ubicación del sector 14
Figura 2. Localización de abscisas del modelamiento del AMB. 16
Figura 3. Hidrograma de tormenta Tramo 7 17
Figura 4. Hidrograma de tormenta Tramo 8. 17
Figura 5.Delimitación de hoya hidrográfica y modelo hidrológico HMS. 18
Figura 6.Caracterización morfometrica de la cuenca. Fuente: Convenio Interadministrativo No. 000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Río de Oro (tramo Nuevo Girón - Café Madrid) y del Río Frio (tramo PTAR - Girón) 19
Figura 7.Estaciones cercanas de la cuenca del rio de Oro. Fuente: Convenio Interadministrativo No. 000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Río de Oro (tramo Nuevo Girón - Café Madrid) y del Río Frio (tramo PTAR - Girón). 20
Figura 8.Curvas IDF Fuente: Convenio Interadministrativo No. 000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Río de Oro (tramo Nuevo Girón - Café Madrid) y del Río Frio (tramo PTAR - Girón). 24
Figura 9.Componentes de modelo hidrológico. 25
Figura 10. Zonificación del sistema fluvial según Schumm (1969) 27
Figura 11.Comportamiento de las diferentes variables geométricas e hidráulicas dependiendo de la zona de transferencia 28
Figura 12.Tipo de corriente dependiendo de su sección transversal, pendiente y vista en planta. 30
Figura 13.Estimación y clasificación de la sinuosidad del cauce 30
Figura 14.Planta del cauce en el sector de interés 31
Figura 15.Tipo de corriente a partir de material dominante de la banca, sinuosidad, relación ancho profundidad y atrincheramiento 32
Figura 16. Estado actual de la banca del cauce del proyecto 33
Figura 17. lustración de material dominante en la banca del lecho 33
Figura 18. Sección batimétrica 34
Figura 19. Granulometría del lecho en el eje del cauce. 34
Figura 20. Clasificación general de corrientes según Rosgen. (1994) 35
Figura 21. Criterio B4 de clasificación según Rosgen 36
Figura 22. Esfuerzos cortantes y velocidades cerca del fondo en flujo turbulento 37
Figura 23. Rugosidades de Manning para corrientes naturales 42
Figura 24. Tramo del canal para deducción de los métodos paso a paso 43
Figura 25. Esquema de presentación de HEC-RAS 44
Figura 26. Planta de geometría AutoCAD civil 3D y HEC-RAS 45

Figura 27. Coeficiente de Manning para las secciones del modelo hidráulico 46
Figura 28. Caudales y condiciones de contorno para el modelo hidráulico..... 47
Figura 29. Perfil de inundación..... 48
Figura 30. Inundación sin obras del proyecto de interés 49
Figura 31. Variables tenidas en cuenta en la socavación. 51
Figura 32. Granulometría del lecho del cauce..... 55
Figura 33.Socavación general para las obras en sección media de mayor profundidad (K1+010) 65
Figura 34. Localización zona estudio, ubicado en el barrio Gallineral junto a la quebrada Chimita. 66
Figura 35. Localización zona estudio Barrio Gallineral (cuadro rojo) en la plancha Geología del Departamento de Santander. 67
Figura 36. Localización Zona de estudio afectado en la zona del Barrio Gallineral (Cuadro rojo), en el mapa geológico de la zonificación sismo geotectónica del área metropolitana de Bucaramanga. 68
Figura 37. Esquema tectónico departamento de Santander, la zona de estudio esta demarcada en rojo. 70
Figura 38. Esquema estructural departamento de Santander, la zona de estudio esta demarcada en rojo. 71
Figura 39. Se observa suelo aluvial de cauce activo (Quebrada chimita) y suelos coluviales recientes y antiguos. Fuente : Elaboración propia. 77
Figura 40. Se observa terraza baja (Sat1) sobre el margen de la Quebrada Chimita. 78
Figura 41. Mapas de Unidades Geológicas para Ingeniería área de estudio Barrio Gallineral. 80
Figura 42. Esquema de Jerarquización geomorfológica. 82
Figura 43. Localización zona estudio en el mapa Geomorfo estructural de Colombia.83
Figura 44. Localización zona de estudio en el mapa de Provincias de Colombia. 84
Figura 45. Vista del sector en donde se aprecia Deposito de movimiento en masa en birde de la Quebrada Chimita 87
Figura 46.Se observa nivel de terraza baja sobre la Quebrada Chimita. 88
Figura 47. Unidades Geomorfológicas para zona de estudio Barrio Galán..... 90
Figura 48. Mapa de amenaza por inundación periodo de retorno de 100 años 92
Figura 49. Zona afectada por erosión lateral y de fondo 93
Figura 50. Zona afectada por erosión lateral y de fondo 93
Figura 51.Mapa de vulnerabilidad a inundación en el Sector de Club Gallineral. 99
Figura 52. Mapa de riesgo por inundación 102
Figura 53.Muro en gaviones propuesto a lo largo de la margen derecha – Barrio Club Gallineral. 106
Figura 54.Escenario de diseño – Muro H = 4.00 m 107
Figura 55. Valores de Aa, Av, Ae y Ad y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos..... 108

Figura 56. Clasificación de los perfiles de suelo, D. 109
Figura 57. Coeficiente de amplificación Fa y Fv del suelo para la zona de periodos cortos del espectro 109
Figura 58. Espectro elástico de aceleraciones de diseño como fracción de g. 110
Figura 59.Análisis de estabilidad en condición estática Muro H = 4.00 m. 113
Figura 60. Análisis de estabilidad en condición estática. Muro H= 4.00 m 114
Figura 61. Presión máxima en condición estática. Muro H= 4.00 m 115
Figura 62. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 4.00 m 116
Figura 63. Presión máxima en condición seudo estática.Muro H =4.0 m 117
Figura 64.Presión máxima en condición seudo estatica. 118
Figura 65.Caracterización geotécnica sondeos 119
Figura 66. Correlación entre N1,60 y módulo de elasticidad (AASHTO 1996) 120
Figura 67.Análisis de estabilidad global condición estatica.Muro H =4.00 m 124
Figura 68.Análisis de estabilidad global condición seudo estatica.Muro H = 4.00m 125
Figura 69. Zona de confluencia con la quebrada Chimitá. 132
Figura 70. Zona de influencia directa 133
Figura 71. Vías de acceso Barrio José Antonio Galán 134
Figura 72. Área de Influencia del proyecto. Fuente:POT ONLINE. 168
Figura 73. U1 Subsistema de infraestructura. Fuente:POT 2da generación Bucaramanga. 169
Figura 74. Plano de señalización general. 175
Figura 75. Flechas luminosas 177
Figura 76. Flechas luminosa. Fuente: http://bmargentina.com/Balizas/index.htm 178
Figura 77. Señal SPO-01. Trabajo en la vía. 178
Figura 78. Señal SPO-03. Auxiliar de transito 179
Figura 79. Señal SRO-02. Desvió 179
Figura 80. SPO-01. Aproximación a obra en la vía. 180
Figura 81. SIO-02 Y SIO-03. Inicio y fin de obra. 180
Figura 82. Elementos canalizadores. Fuente: Seguridad vial :Equipos e implementos 181
Figura 83. Barricada con desvió y sin desvió. Fuente: Manual de Señalización vial Colombia. Ministerio de Transporte 2015 182
Figura 84. Delineador tubular y canalización con cinta de señalización. Fuente: Manual de Señalización vial Colombia. Ministerio de Transporte 2015. 183
Figura 85. Controlador de Trafico 183
Figura 86. Elementos requeridos para el controlador de Trafico. 184
Figura 87. Barreras plásticas para aislamiento de obras. 184
Figura 88. localización Club Gallineral- Área Urbana del Municipio de Bucaramanga. 210
Figura 89. Folleto Convocatoria Socialización de Inicio de Proyecto. 211
Figura 90.Obra de mitigación Sector Club Gallineral. 215

Figura 91.Presupuesto Sector Club Gallineral. 216

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas aproximadas del sitio de interés. 13
Tabla 2. Caudales máximos estimados por el AMB en diferentes tramos del rio de Oro y rio Frio 15
Tabla 3.Tipos de ríos y criterios de mayor relevancia. 29
Tabla 4. Clasificación de Rosgen 36
Tabla 5. Valores para el cálculo de rugosidad mediante el método de Cowan 38
Tabla 6. Valores de n considerados para las características del cauce 40
Tabla 7. Factor f según el tipo de material. 41
Tabla 8. Corrección por contracción. 53
Tabla 9. Valores de k para cálculo de socavaciones en curva 54
Tabla 10. Resultados de HEC-RAS para las secciones de interés 55
Tabla 11.Tabla de socavación para puntos más profundos en las secciones de interés. 60
Tabla 12. Condición de fracturamiento de las rocas. 75
Tabla 13. Clasificación genética de las unidades de suelo. Modificado de Montero (2001). 75
Tabla 14. Unidades geológicas de Ingeniería 79
Tabla 15. Clasificación de unidades Geomorfológicas según su origen (Ingeominas, 2001). 85
Tabla 16,. Unidades geomorfológicas de la zona de estudio (Carvajal 2011). 86
Tabla 17.Valores propuestos para el factor de susceptibilidad asociada con el tipo de estructura. 96
Tabla 18.Valores propuestos para el factor de susceptibilidad por el estado de la edificacion 96
Tabla 19.Valores de intensidad para cada nivel de amenaza por inundación. 97
Tabla 20.Calificación de la Vulnerabilidad. 98
Tabla 21.Clasificacion de los niveles de vulnerabilidad. 100
Tabla 22.Matriz de riesgos. 101
Tabla 23.Clasificación de los niveles de Riesgo. 103
Tabla 24. Valores mínimos para análisis seudo estáticos de taludes 109
Tabla 25. Factores de seguridad mínimos de la NSR-10 111
Tabla 26.Capacidad de carga de cimentaciones superficiales, estado límite de falla suelo aluvial. 121
Tabla 27.Asentamientos inmediatos, suelo aluvial. 122
Tabla 28. Permisos a tramitar en el proyecto 136

Tabla 29. Identificación de aspectos ambientales asociados a las actividades 137
Tabla 30. Listado de impactos ambientales por componente 137
Tabla 31. Criterios para la valoración de impactos..... 142
Tabla 32. Rangos de valores evaluación ambiental del impacto..... 142
Tabla 33. PMB-1 145
Tabla 34. PMA -1 146
Tabla 35. PMA – 2..... 147
Tabla 36. PMA – 3..... 149
Tabla 37. PMA - 4 153
Tabla 38. PMA - 5 155
Tabla 39. PMA – 6..... 157
Tabla 40. PMA – 7..... 158
Tabla 41. PS-1 160
Tabla 42. PS-2 162
Tabla 43.PGA1..... 164
Tabla 44.Relación de Maquinaria..... 167
Tabla 45.Usos del suelo por sector Fuente: Elaboración propia. 168
Tabla 46.Tipología vial por sectores Fuente: Elaboración propia..... 170
Tabla 47.Sitios especiales Fuente: Elaboración propia..... 170
Tabla 48.Señalización existente Fuente: Elaboración propia..... 171
Tabla 49.Perfiles viales Fuente: Elaboración propia 172
Tabla 50.Elementos mínimos de adecuación..... 186
Tabla 51. Manejo forestal o arbóreo..... 207
Tabla 52. Factores de seguridad obtenidos en los análisis efectuados Muro H=4.0m. 220

1. INTRODUCCIÓN

CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S, en calidad de ejecutor del contrato de consultoría No.75 de 2023 "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES JOSÉ ANTONIO GALÁN, CLUB GALLINERAL Y CRISTAL BAJO, PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PUBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER", cuya área directa del estudio está localizada en el sector de Club Gallineral en la comuna 4 municipio de Bucaramanga, departamento de Santander ,presenta a continuación, la entrega correspondiente a los resultados obtenidos del estudio realizado para el Tomo II - Diseño de las obras de mitigación.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar estudios y diseños para las obras de mitigación para el sector de Club Gallineral, producto de la declaratoria de calamidad pública del municipio de Bucaramanga, Santander.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una caracterización geológica y geotécnica de los diferentes estratos que conforman el perfil estratigráfico.

- Delimitación de Áreas de Drenaje, Estimación de caudales mediante el método racional y determinación de sección transversal de obras para el manejo de aguas de escorrentía directa.

- Mediante las características geológicas y geotécnicas de la zona, diagnosticar el comportamiento sobre la estabilidad de los suelos.

- Evaluar la amenaza por fenómenos de inundación, a la cual se encuentra expuesta el área en estudio.

- Realizar el análisis de la amenaza para diferentes escenarios y plantear las recomendaciones que se requieran para garantizar la estabilidad del área en estudio.

- Diseñar obras de mitigación y/o estabilización para los problemas identificados en el área de estudio.

- Realizar plan de manejo ambiental, plan de manejo de tránsito, plan de gestión social y plan de manejo forestal y arbóreo relacionados con el área en estudio.

3. HIDROLOGÍA

3.1 GENERALIDADES

El presente proyecto nace de la necesidad de obras de mitigación para inundación y socavación al margen derecho de la Quebrada Chimita, en el sector Club Gallineral. Para tal fin, hidráulicamente se desarrolla un modelo hidráulico sin obras, para determinar el panorama actual del área del proyecto. Posteriormente se proyectan las obras y se justifican sus dimensiones, alturas y cotas, mediante el adecuado comportamiento hidráulico de la modelación con obras en el cauce de estudio.

3.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se ubica en el municipio de girón, departamento de Santander, como se presenta a continuación:

Tabla 1. Coordenadas aproximadas del sitio de interés.

COORDENADAS DEL PUNTO		
ESTE	NORTE	COTA
1100001.402	1277099.410	672

Nota: Coordenadas Magna Colombia Bogotá

Las áreas hidrográficas del proyecto corresponden a la Cuenca del Rio de Oro y la cuenca de la Quebrada Chimita.



Figura 1. Ubicación del sector

3.3 FASE HIDROLÓGICA

El presente capitulo comprende la estimación de los caudales para diferentes probabilidades por parte del área metropolitana en los estudios comprendidos por: “Convenio Interadministrativo No. 000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Río de Oro (tramo Nuevo Girón - Café Madrid) y del Río Frio (tramo PTAR - Girón)”. Con el fin de determinar el comportamiento hidráulico del flujo del cauce en el sector de interés (Inundación y socavación).

Los caudales estimados por el AMB para el sector del rio de oro son los siguientes:

Tabla 2. Caudales máximos estimados por el AMB en diferentes tramos del rio de Oro y rio Frio
Fuente: Convenio Interadministrativo No. 000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Río de Oro (tramo Nuevo Girón - Café Madrid) y del Río Frio (tramo PTAR - Girón)

TRAMOS						Caudal Pico (m^3/s)						
CAUCE	TRAMO #	DESDE	HASTA	ELEMENTO HID	ABSCISA	2 Años	5 Años	10 Años	25 Años	50 Años	100 Años	500 Años
RIO DE ORO	1	Inicio	Nuevo Girón	J814	21426.34	357.6	419.6	440.8	469.2	471	478.2	495.9
	2	Nuevo Girón	Confluencia RF	J683	19834.87	438.4	539.6	591.8	654.4	688.3	716	780.7
	4	Confl. RF-RO	Q. Las Macanas	J708	13774.21	524.5	675.3	765.3	889.3	955.9	1011.7	1151
	5	Q. Las Macanas	Q. La Iglesia	J680	11883.99	523.6	674.2	764.3	888.4	955	1010.9	1150.4
	6	Q. La Iglesia	Q. La Honda	J752	10324.57	552.3	719.8	822.7	960.7	1038.7	1102.6	1259.6
	7	Q. La Honda	Q. Chimitá	J705	9904.461	552	719.5	822.4	960.7	1038.9	1102.9	1260.2
	8	Q. Chimitá	Q. La Cuyamita	J737	9394.205	565.6	742.2	853.5	1002.5	1089.5	1159.2	1330.7
	9	Q. La Cuyamita	Q. Nápoles	J700	7984.336	564.9	741.4	853.1	1002.2	1089.6	1159.3	1331.2
	10	Q. Nápoles	Q. La Argelia	J716	7023.882	564.5	741.1	852.8	1001.9	1089.5	1159.3	1331.2
	11	Q. La Argelia	Q. Las Navas	J719	5791.841	564.4	741	852.5	1001.7	1089.2	1158.9	1331.1
	12	Q. Las Navas	Q. Chapinero	J731	4861.515	564	740.4	852.1	1001.4	1088.9	1158.7	1331.1
	13	Q. Chapinero	Q. La Picha	J744	3958.454	551.2	726	837.6	986.6	1075.4	1145.6	1319.5
	14	Q. La Picha	Confl. Río Suratá	Salida	1561.574	533.7	706.1	817.1	965.2	1054.5	1125.4	1300.2
RIO FRIO	3	PTAR Río Frío	Confl. Q. Suratoque	J728	6237.184	57.2	91.6	115.4	159.4	166.8	187.3	229.7
	3.1	Confl. Q. Suratoque	Confl. RO	J794	4978.663	110.5	176.4	222.7	297.1	324.8	364.5	447.2

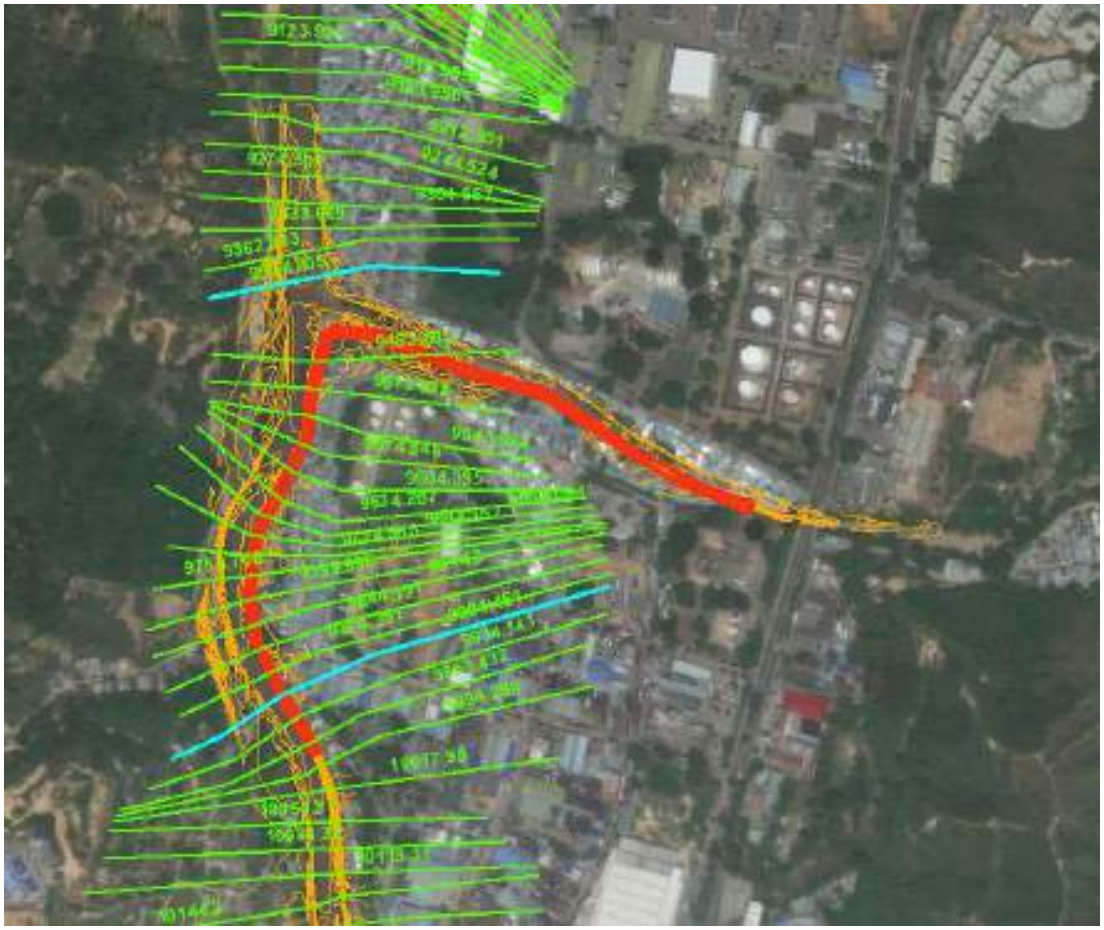
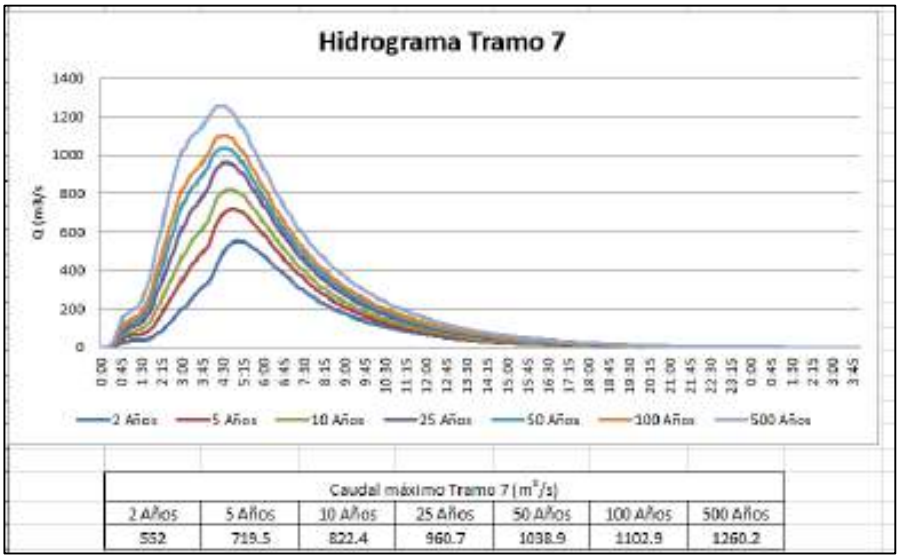


Figura 2. Localización de abscisas del modelamiento del AMB.

Partiendo la finalización y entrega publica del estudio base es reciente (año 2018) para la estimación de caudales y es una fuente de alta confiabilidad para las obras de arte o mitigación en el rio de Oro y Rio Frio y el comparativo en el momento de una revisión o supervisión de la entidad ambiental correspondiente al área del proyecto (CDMB) y los registros utilizados de lluvia son de una extensa antigüedad para los cálculos estadísticos, estimaciones de tormentas y caudales de diseño, se considera que la actualización del estudio (asignación de 2 datos) y sus registros pluviométricos resultan estadísticamente de baja influencia en la variación de los caudales del estudio base.

Con base en lo anterior, se tienen entonces los caudales para el sector de interés de **56,3 m3/s** para un tiempo de retorno de 100 años y de **70,5 m3/s** para un periodo de retorno de 500 años.

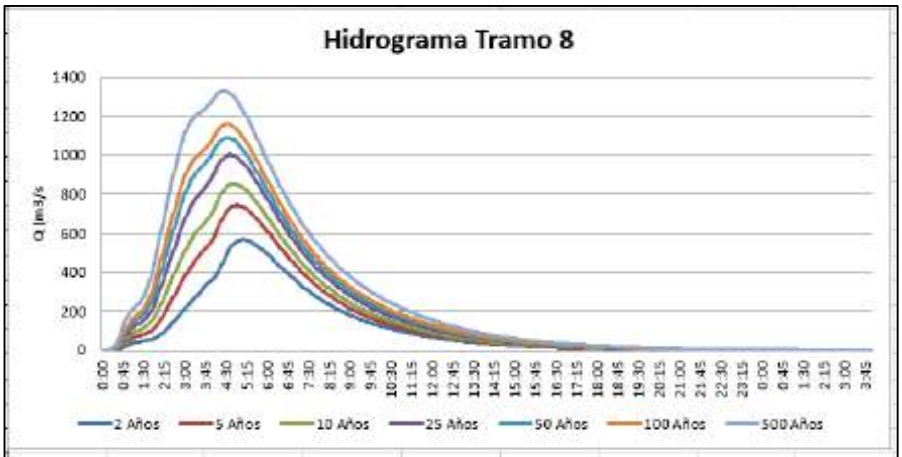
Con base en los tramos del sector de interés, se tienen los siguientes hidrogramas:



Caudal máximo Tramo 7 (m^3/s)						
2 Años	5 Años	10 Años	25 Años	50 Años	100 Años	500 Años
552	719.5	822.4	960.7	1038.9	1102.9	1260.2

Figura 3. Hidrograma de tormenta Tramo 7

Fuente: Convenio Interadministrativo No. 000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Río de Oro (tramo Nuevo Girón - Café Madrid) y del Río Frio (tramo PTAR - Girón)



Caudal máximo Tramo 8 (m^3/s)						
2 Años	5 Años	10 Años	25 Años	50 Años	100 Años	500 Años
565.6	742.2	853.5	1002.5	1089.5	1159.2	1330.7

Figura 4. Hidrograma de tormenta Tramo 8.

Fuente: Convenio Interadministrativo No. 000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Río de Oro (tramo Nuevo Girón - Café Madrid) y del Río Frio (tramo PTAR - Girón)

Nota: Los anteriores hidrogramas, con su modelación en HMS y coordenadas se consignan en el presente proyecto.

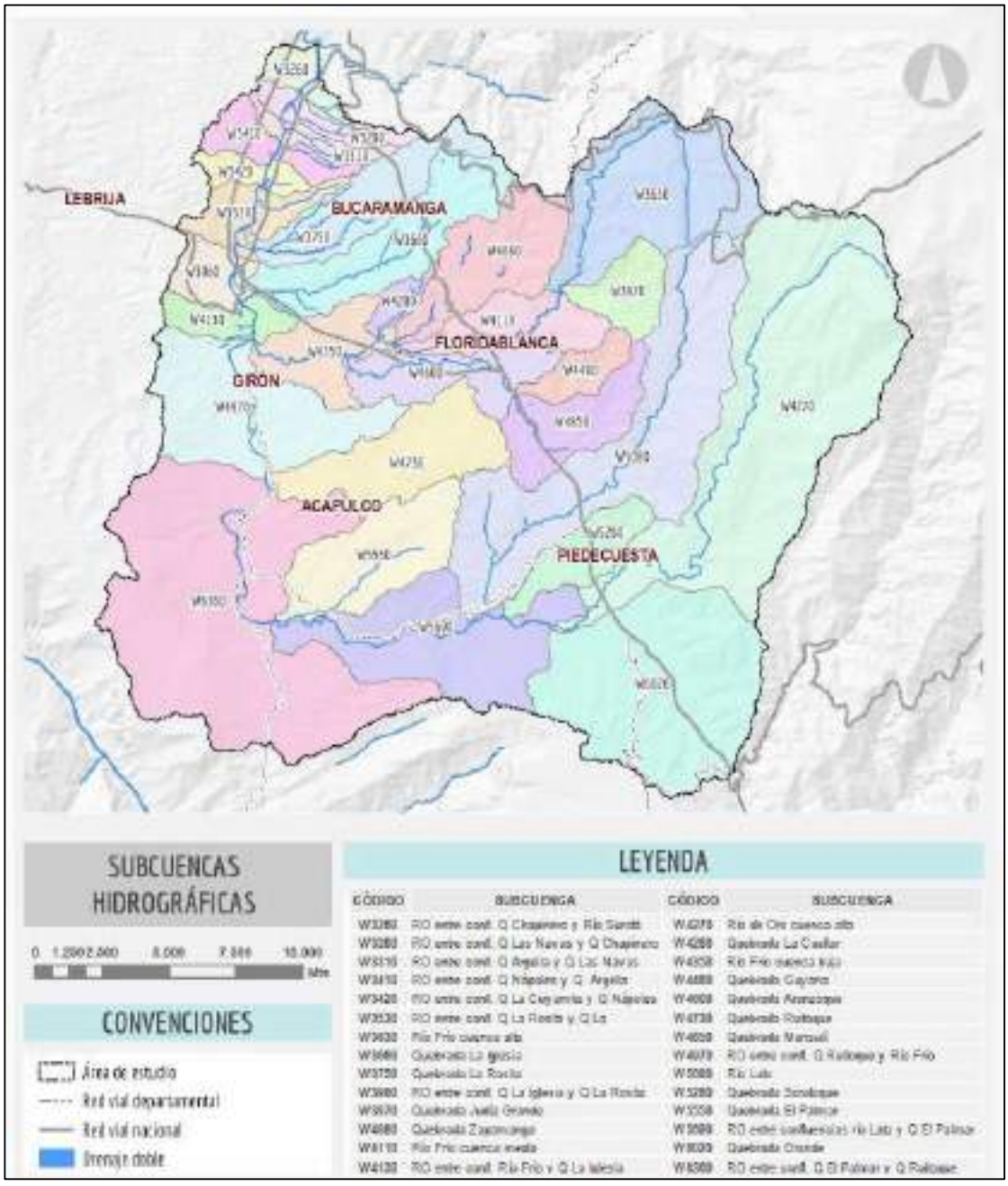


Figura 5.Delimitación de hoya hidrográfica y modelo hidrológico HMS. Fuente: Convenio Interadministrativo No. 000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Río de Oro (tramo Nuevo Girón - Café Madrid) y del Río Frio (tramo PTAR - Girón)

PARÁMETROS GENERALES						PARÁMETROS DE FORMA		PARÁMETROS DE RELIEVE			PARÁMETROS RELATIVOS A LA RED HIDROGRÁFICA		
						Coeficiente de Gravelius	Rectángulo Equivalente	Altura Media	Coeficiente de Masividad	Coeficiente Orográfico	Alejamiento medio	Tiempo de concentración	Pendiente media cauce
Código	Subcuenca	Forma	Área [Km²]	Perímetro	Longitud Cauce	Cs	l [Km]	L [Km]	h [m]	tan α	Co	a	Tc [hora]	j
W2260	RO entre confl. Q Chapinero y Río Suratá	Oblonga	4,59	17,38	5,61	1,562	0,92	5,13	118,11	25,09	2.962,70	1,06	0,78	0,17
W2280	RO entre confl. Q Las Nieves y Q Chapinero	Irregular	4,74	21,15	7,24	2,013	0,76	6,25	218,39	34,76	7.591,57	1,18	1,00	0,14
W3310	RO entre confl. Q Argelia y Q Las Nieves	Irregular	3,86	19,60	5,56	2,623	0,42	8,90	158,94	45,93	7.300,40	1,58	1,02	0,12
W3410	RO entre confl. Q Nápoles y Q. Argelia	Oblonga	6,86	22,95	9,15	1,716	0,96	6,93	208,90	31,10	6.497,61	1,13	0,95	0,17
W3420	RO entre confl. Q La Cuyanita y Q. Nápoles	Ovalada	4,17	16,05	4,80	1,495	0,88	4,54	145,13	37,95	5.507,62	1,04	0,87	0,25
W3530	RO entre confl. Q La Rosita y Q. La Cuyanita	Oblonga	9,61	27,00	6,24	1,662	1,06	7,04	119,66	16,07	1.922,72	1,23	1,11	0,12
W3630	Río Frío cuenca alta	Ovalada	32,57	36,58	16,73	1,360	2,59	10,80	855,22	27,75	24.844,84	2,86	5,79	0,11
W3660	Quebrada La Iglesia	Irregular	22,09	42,85	14,69	1,914	1,55	14,80	306,53	13,40	4.106,95	2,72	3,58	0,06
W3750	Quebrada La Rosita	Oblonga	15,80	15,80	12,56	1,675	1,44	9,79	198,48	14,07	2.792,32	2,40	2,96	0,04
W3960	RO entre confl. Q La Iglesia y Q La Rosita	Redonda	6,05	17,55	4,22	1,147	2,08	5,22	152,05	22,86	3.445,30	1,07	0,86	0,24
W3970	Quebrada Judía Grande	Ovalada	7,88	16,70	5,95	1,265	1,71	4,68	699,14	87,13	61.056,09	2,74	1,28	0,28
W4080	Quebrada Zapamanga	Ovalada	18,68	30,28	10,81	1,449	2,07	9,25	373,48	19,50	7.282,13	2,23	2,61	0,10
W4110	Río Frío cuenca media	Oblonga	11,56	26,60	10,49	1,681	1,29	8,85	328,28	28,75	9.436,97	2,59	2,35	0,11
W4130	RO entre confl. Río Frío y Q La Iglesia	Oblonga	5,91	18,43	4,26	1,676	0,88	6,02	166,79	39,44	4.616,02	0,96	0,41	0,50
W4270	Río de Oro cuenca alta	Oblonga	81,23	73,43	28,85	1,725	3,14	24,64	1.197,89	17,06	21.853,07	3,17	5,99	0,10
W4280	Quebrada La Cuellar	Oblonga	2,81	12,80	4,36	1,644	0,69	4,45	79,12	25,76	2.038,20	1,94	1,38	0,04
W4350	Río Frío cuenca baja	Oblonga	11,81	18,68	7,11	1,744	1,21	9,20	83,08	7,43	617,20	3,06	2,56	0,03
W4480	Quebrada Guyera	Ovalada	5,50	16,56	6,49	1,484	1,12	5,58	277,69	46,17	12.822,25	2,59	1,73	0,16
W4600	Quebrada Arancoque	Irregular	13,46	31,85	11,00	1,819	1,22	10,27	150,62	12,03	1.811,73	2,39	2,51	0,07
W4730	Quebrada Ruitoque	Oblonga	20,80	35,93	12,58	1,594	1,86	11,05	216,12	9,03	1.675,29	1,56	2,19	0,07
W4850	Quebrada Manzuli	Oblonga	13,57	26,58	9,94	1,556	1,63	9,04	330,62	22,36	7.379,40	2,63	2,68	0,10
W4970	RO entre confl. Q Ruitoque y Río Frío	Oblonga	29,24	41,25	12,59	1,548	2,34	12,77	185,69	7,23	1.561,84	1,28	2,10	0,09
W5080	Río Lato	Irregular	52,57	64,70	23,09	1,881	2,37	21,74	798,31	15,49	12.368,30	2,95	6,69	0,10
W5280	Quebrada Soratoque	Ovalada	9,39	23,38	8,89	1,439	1,64	7,15	196,32	16,77	3.292,70	2,47	2,35	0,10
W5660	Quebrada El Palmar	Ovalada	19,79	29,13	10,88	1,311	2,42	7,68	192,37	10,17	1.994,18	2,23	2,07	0,04
W5690	RO entre confluencias río Lato y Q. El Palmar	Oblonga	30,56	46,55	14,70	1,517	2,25	11,58	173,27	6,67	1.155,27	2,21	3,10	0,05
W6020	Quebrada Grande	Ovalada	46,10	49,53	11,68	1,285	4,03	11,78	424,90	8,96	3.806,25	1,53	2,73	0,11
W6360	RO entre confl. Q El Palmar y Q. Ruitoque	Oblonga	77,99	72,20	20,70	1,582	3,77	21,86	316,94	3,85	1.220,46	1,13	2,94	0,07

Figura 6.Caracterización morfometrica de la cuenca.
Fuente: Convenio Interadministrativo No. 000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Río de Oro (tramo Nuevo Girón - Café Madrid) y del Río Frio (tramo PTAR - Girón)

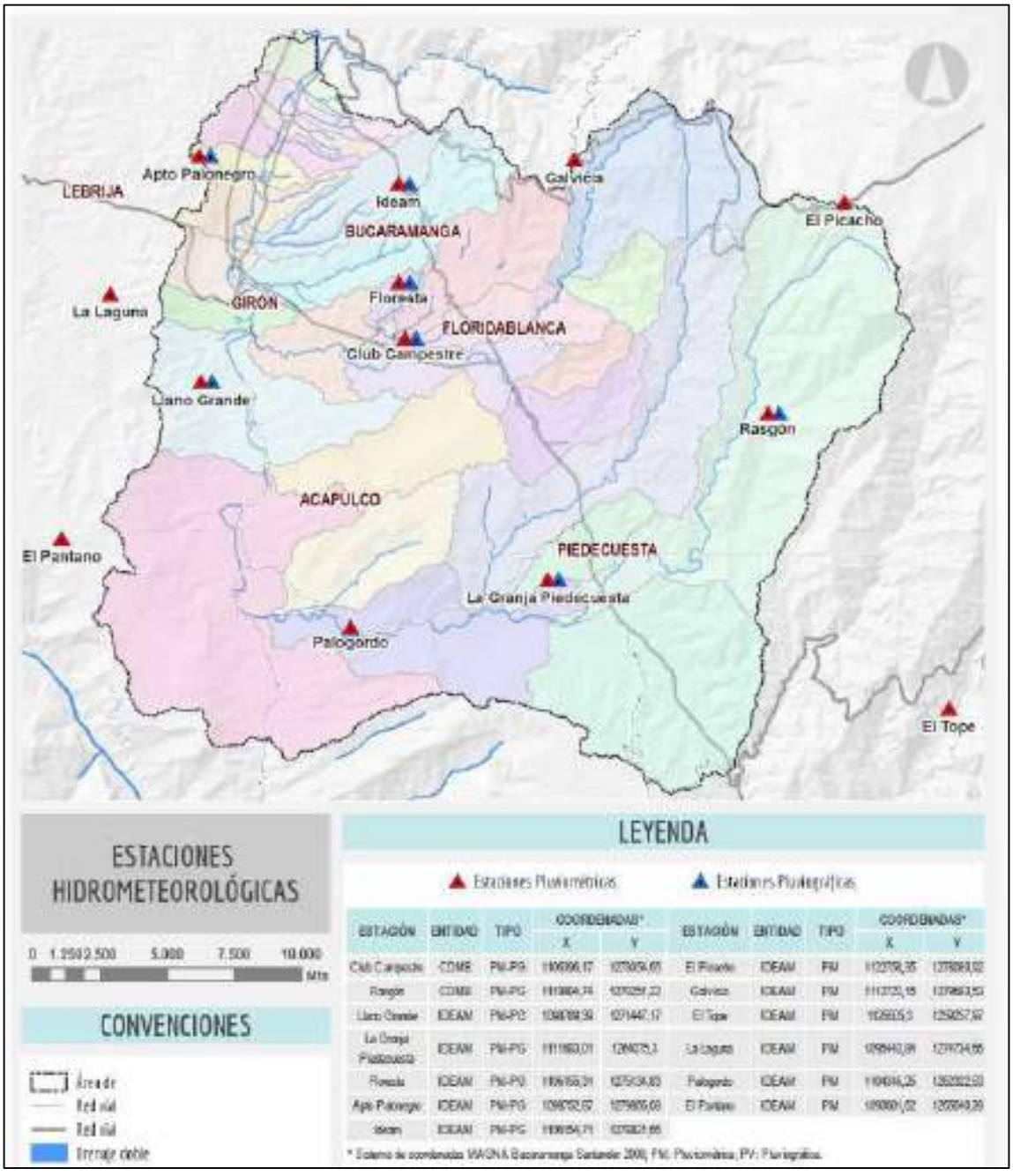
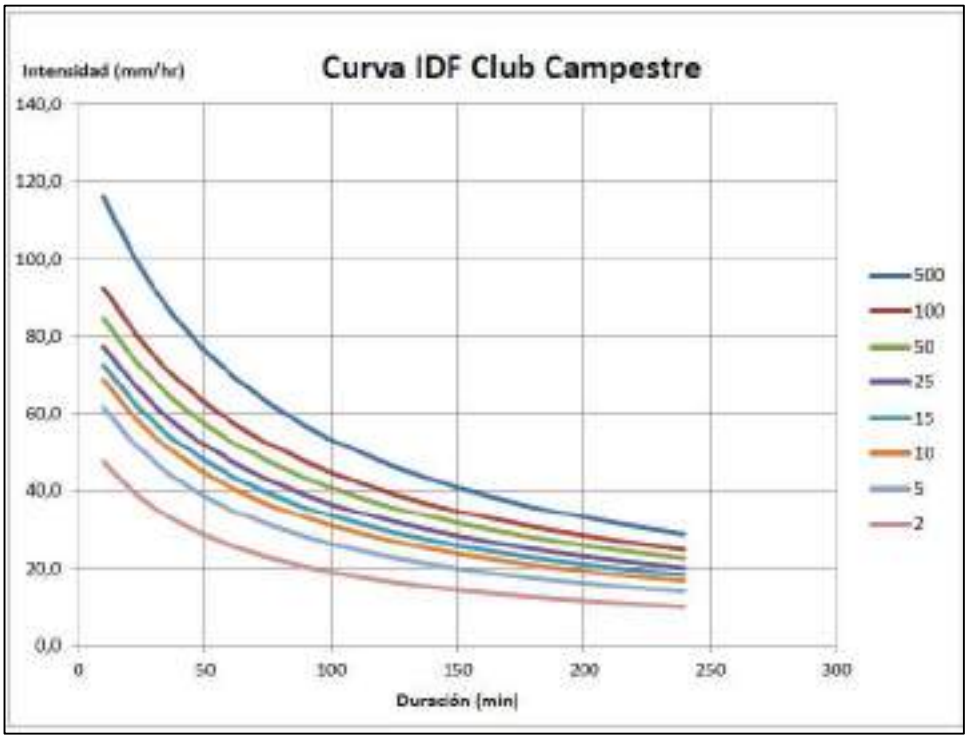
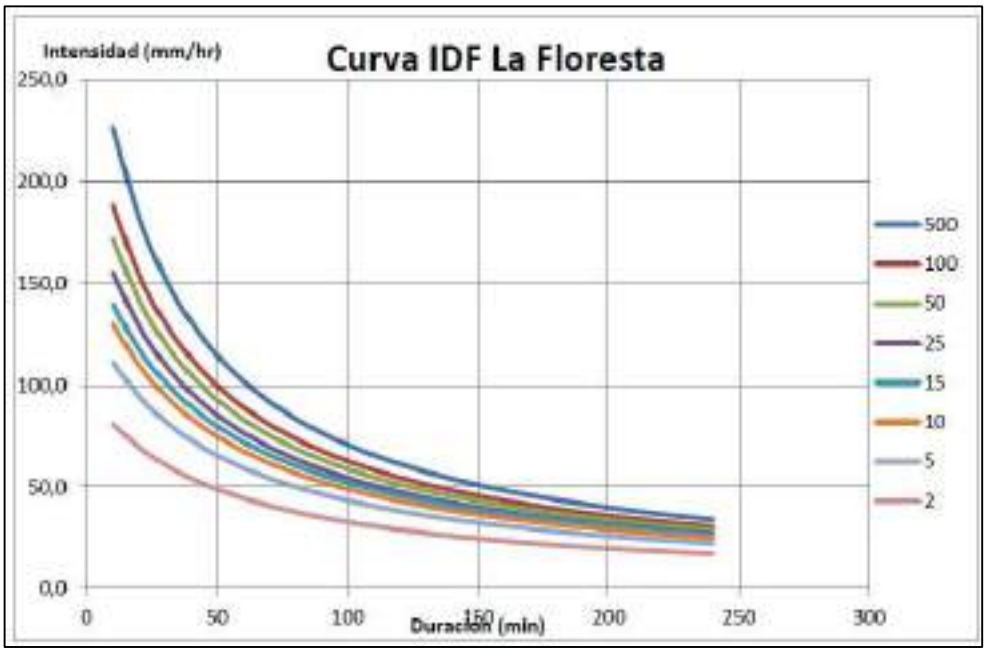
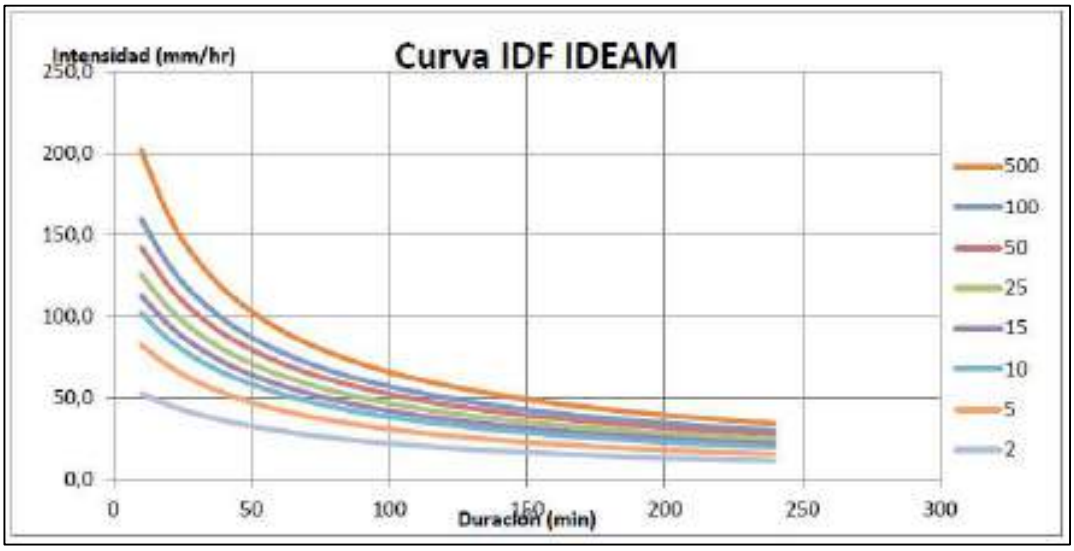
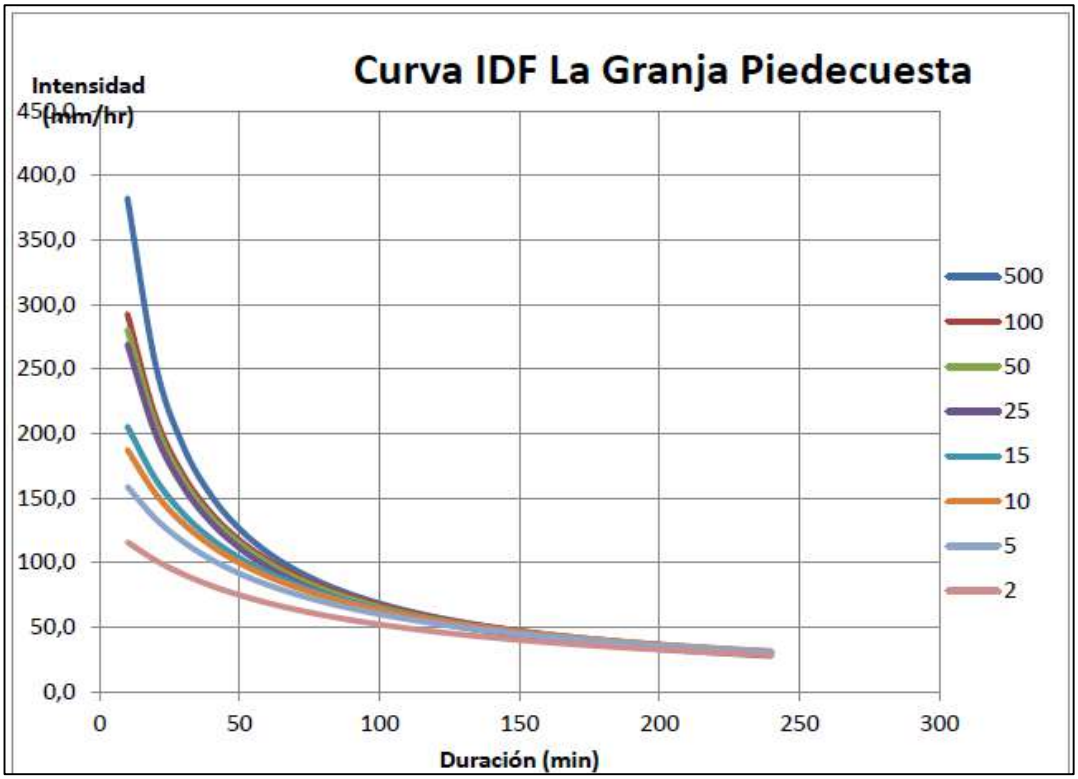


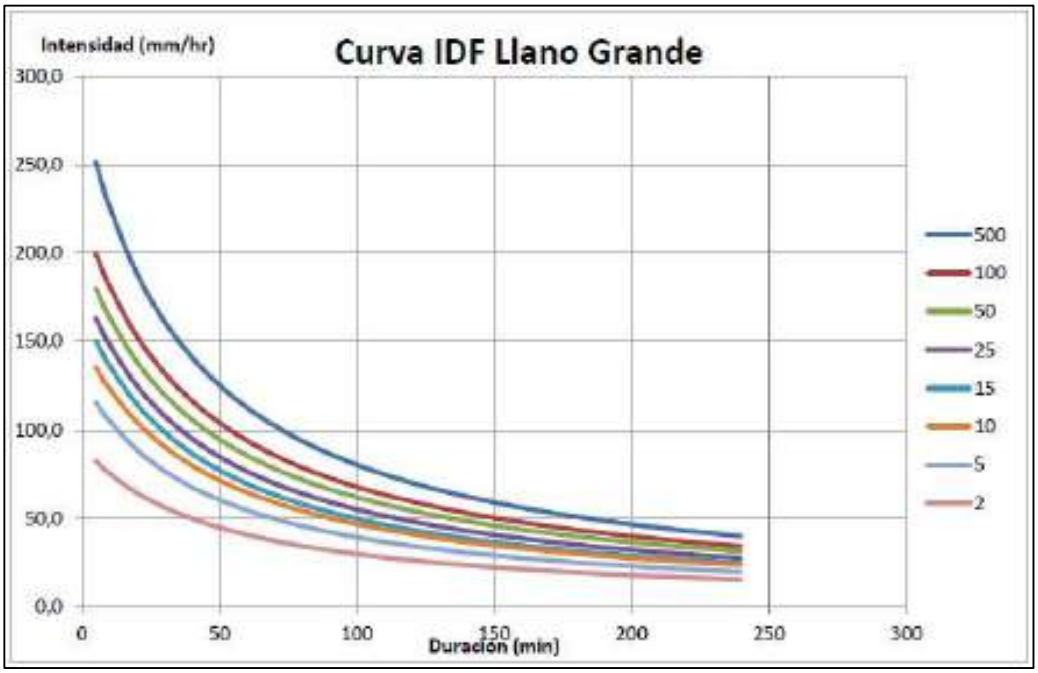
Figura 7.Estaciones cercanas de la cuenca del rio de Oro.
Fuente: Convenio Interadministrativo No. 000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Río de Oro (tramo Nuevo Girón - Café Madrid) y del Río Frio (tramo PTAR - Girón).

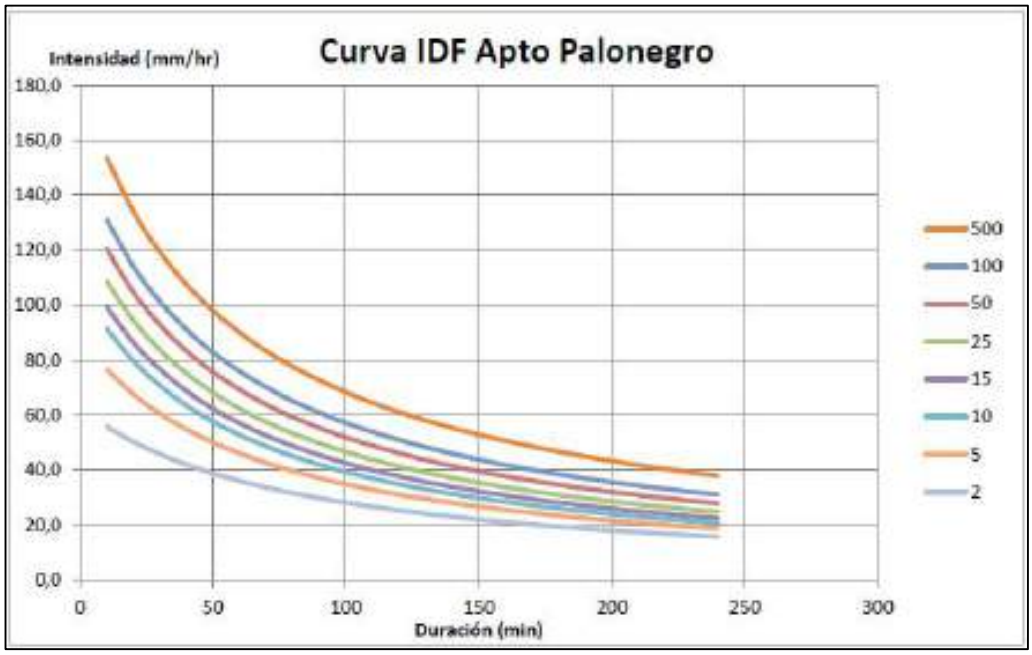

Curva IDF Club Campestre
Intensidad (mm/hr)
140,0
120,0
100,0
80,0
60,0
40,0
20,0
0,0
0
50
100
150
200
250
300
Duración (min)
500
100
50
25
15
10
5
2


Curva IDF La Floresta
Intensidad (mm/hr)
250,0
200,0
150,0
100,0
50,0
0,0
0
50
100
150
200
250
300
Duración (min)
500
100
50
25
15
10
5
2


Curva IDF IDEAM
Intensidad (mm/hr)
250,0
200,0
150,0
100,0
50,0
0,0
0
50
100
150
200
250
300
Duración (min)
500
100
50
25
15
10
5
2


Curva IDF La Granja Piedecuesta
Intensidad (mm/hr)
450,0
400,0
350,0
300,0
250,0
200,0
150,0
100,0
50,0
0,0
0
50
100
150
200
250
300
Duración (min)
500
100
50
25
15
10
5
2


Curva IDF Llano Grande
Intensidad (mm/hr)
300,0
250,0
200,0
150,0
100,0
50,0
0,0
0
50
100
150
200
250
300
Duración (min)
500
100
50
25
15
10
5
2


Curva IDF Apto Palonegro
Intensidad (mm/hr)
180,0
160,0
140,0
120,0
100,0
80,0
60,0
40,0
20,0
0,0
0
50
100
150
200
250
300
Duración (min)
500
100
50
25
15
10
5
2

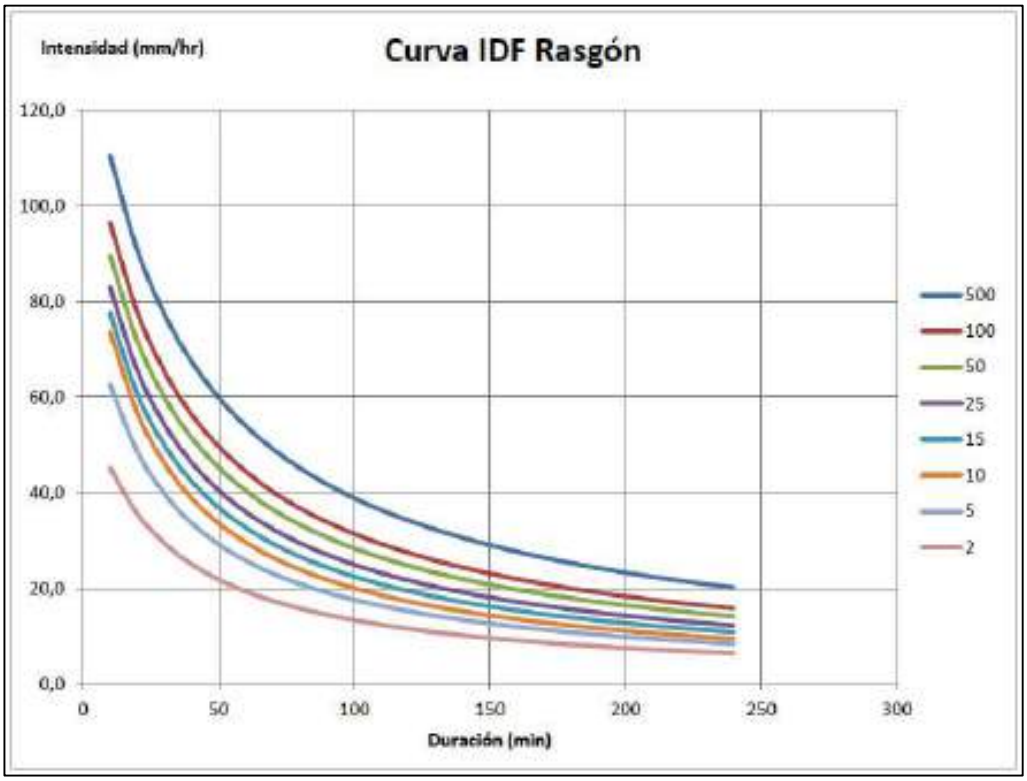


Figura 8.Curvas IDF

Fuente: Convenio Interadministrativo No. 000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Río de Oro (tramo Nuevo Girón - Café Madrid) y del Río Frio (tramo PTAR - Girón).

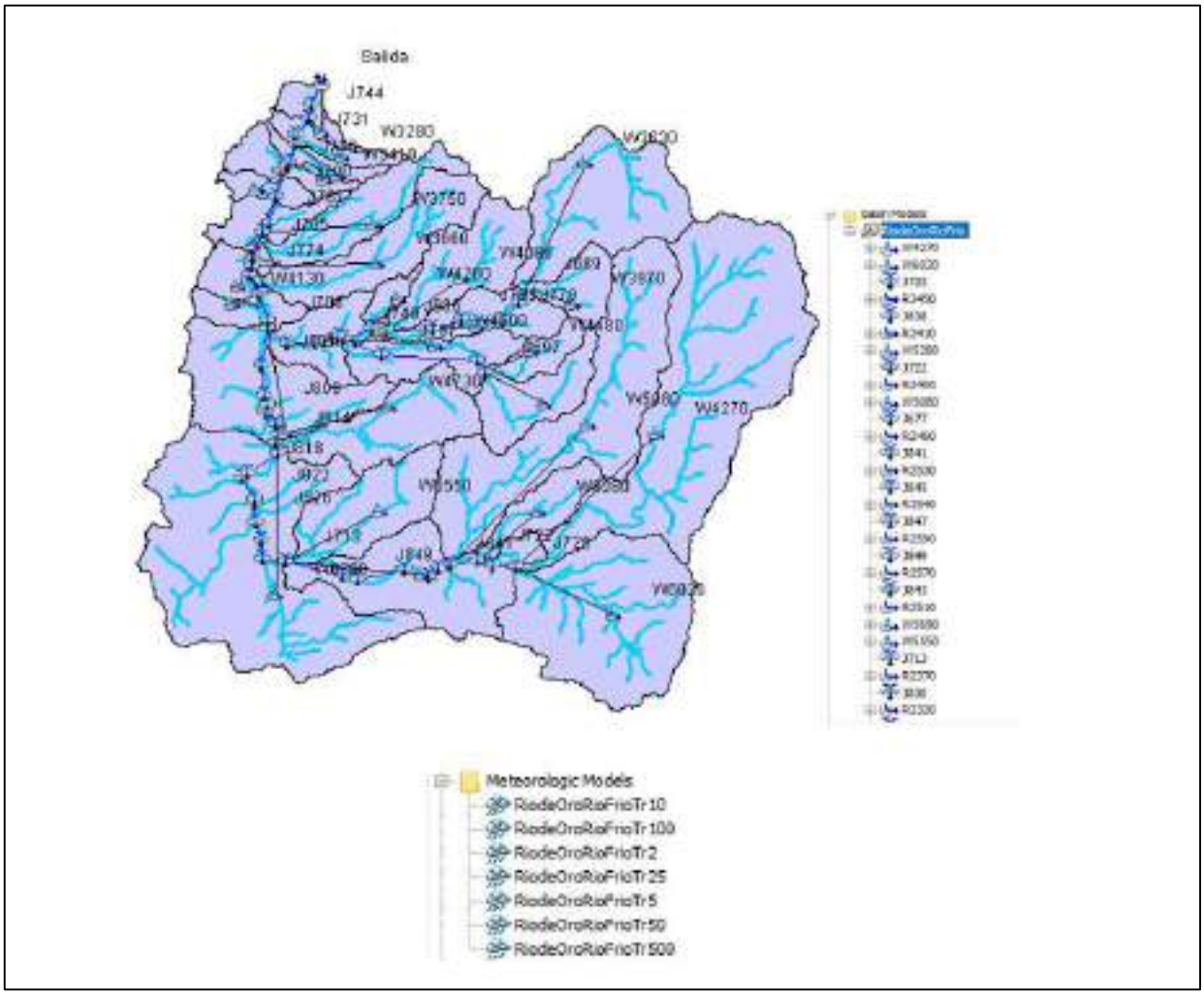


Figura 9.Componentes de modelo hidrológico.
Fuente: Convenio Interadministrativo No. 000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Río de Oro (tramo Nuevo Girón - Café Madrid) y del Río Frio (tramo PTAR - Girón).

4. HIDRÁULICA

El presente capitulo comprende los diferentes análisis y acciones para la estimación de la profundidad del flujo para los caudales de las diferentes probabilidades del proyecto. Dichas profundidades se estiman mediante la creación de un modelo hidráulico en la herramienta computacional HEC-RAS y su extensión RAS Mapper, la cual comprende toda la matemática necesaria para la determinación del comportamiento hidráulico de la masa calculada en el cuerpo hídrico de interés.

4.1 CONCEPTOS DE HIDRÁULICA FLUVIAL

La Hidráulica fluvial se dedica al estudio del comportamiento del flujo en los canales naturales (ríos, quebradas) y estuarios. Se estudia la respuesta y evolución de un río ante cualquier intervención del hombre, en el cauce, márgenes, llanuras de inundación y franja de ribera. La complejidad de la hidráulica fluvial hace necesarios conocimientos en hidrología, hidráulica, geomorfología y transporte de sedimentos.

4.1.1 Sistema fluvial y su zonificación

Está compuesto por la cuenca de drenaje, el río y sus afluentes y los organismos vivos que habitan la cuenca, incluyendo al hombre. Dicho sistema es altamente dinámico y comprende diferentes procesos tales como: Clima, meteorización, tectonismo, vulcanismo, erosión, transporte depositación, actividades humanas, actividades biológicas, raíces de la vegetación, etc.

El comportamiento de un sistema fluvial, en un lugar particular, refleja el efecto integrado de un conjunto de controles aguas arriba, especialmente el clima, la geología el uso del suelo, la topografía de la cuenca. Estos conjuntamente determinan el régimen hidrológico y la cantidad y tipo de material (sedimentos) suministrados a ese lugar particular. No se pueden desconocer los efectos de los controles aguas abajo, como el nivel base.

El clima. Suministra energía a los procesos y, combinado con la vegetación, influye en la hidrología de la cuenca y en las tasas de erosión. Cambios en el clima y en la hidrometeorología contribuyen con la erosión de los suelos, cambian el régimen hidráulico (caudal líquido y sólido) y afectan la evolución del curso de los ríos.

4.1.2 Zonificación del sistema fluvial

El sistema fluvial se clasifica en tres zonas. Cada zona posee características y procesos hidráulicos diferentes.

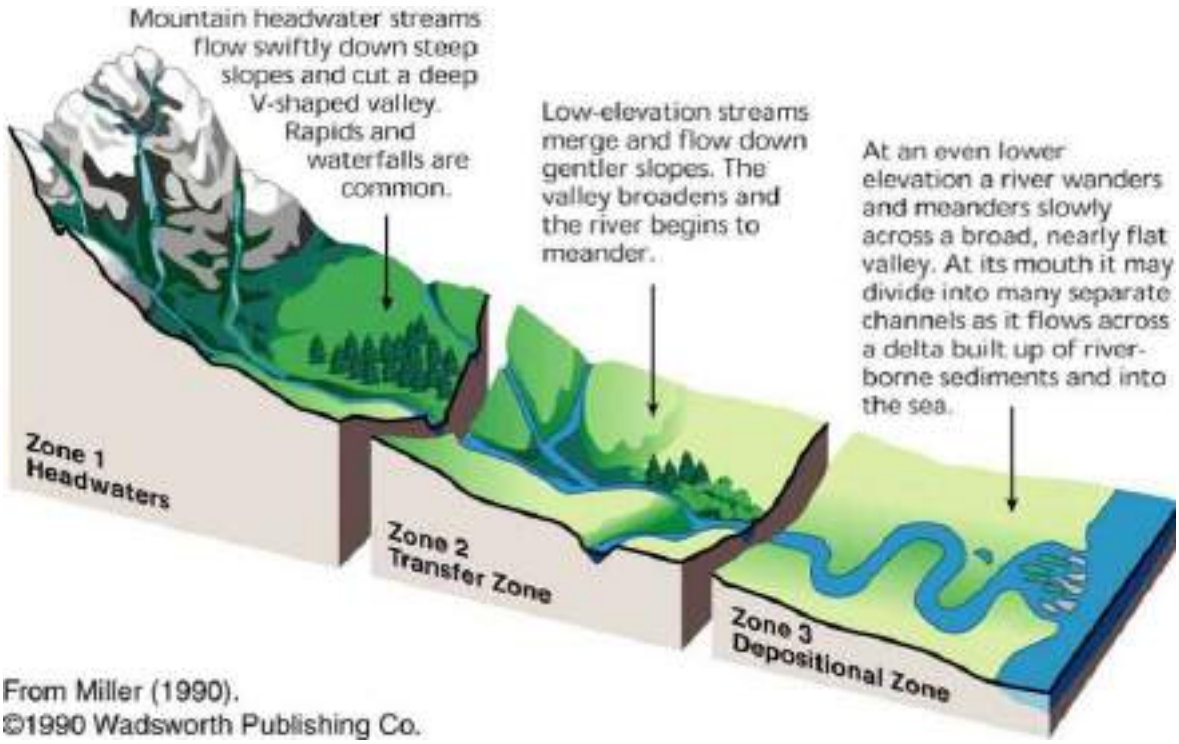


Figura 10. Zonificación del sistema fluvial según Schumm (1969)

- **Zona alta o de producción:** Los ríos se forman por erosión de las rocas. El cauce se encañona progresivamente. Entregan los productos de la socavación y de la erosión de los suelos a las partes bajas de la cuenca.
- **Zona media o de transporte:** Existe un cierto equilibrio entre la capacidad de transporte del flujo y los aportes de sedimento. Los cauces se desarrollan en terrenos variados, en materiales erosionables, pero con zonas donde algunas formaciones resistentes pueden controlar el movimiento del lecho.
- **Zona baja o depositación:** Los sedimentos se depositan por falta de capacidad de transporte, en deltas o en estuarios. El tipo de desembocadura depende de la intensidad de la acción del mar y del río o canal receptor (nivel base). Así, las desembocaduras podrán formar deltas o estuarios. En la parte baja de las cuencas, el contexto geomorfológico es muy diverso. Si el canal receptor tiene un valle estrecho, los terrenos atravesados por el río afluente tienen composición heterogénea (pueden formar abanicos y conos).

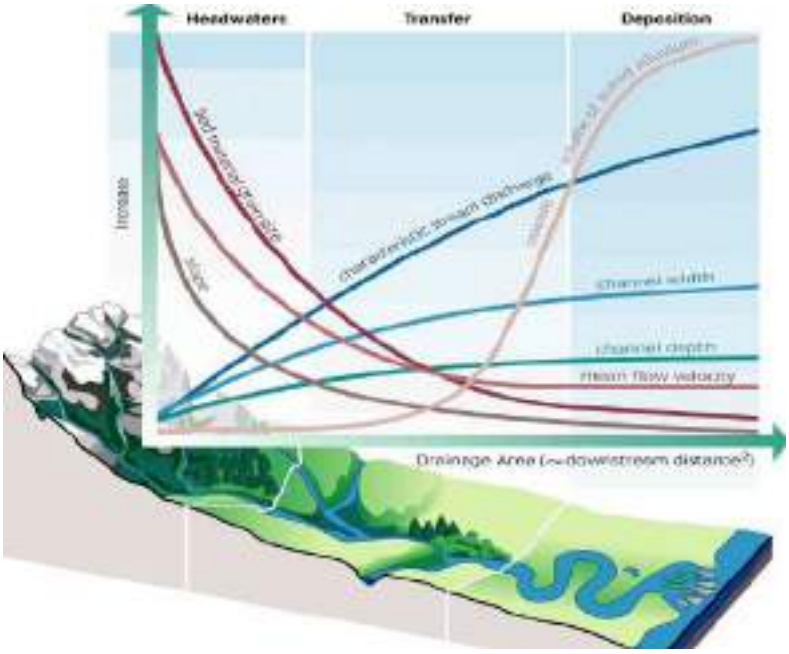


Figura 11.Comportamiento de las diferentes variables geométricas e hidráulicas dependiendo de la zona de transferencia

4.2 CLASIFICACIÓN DEL CAUCE

Los cauces o corrientes naturales, presentan diferentes comportamientos geomorfológicos, hidrológicos e hidráulicos a lo largo de su superficie hidrográfica, para su clasificación existen tres elementos de ata relevancia los cuales son:

1. Caudal solido
2. Geometría
3. Alineamiento

La adecuada clasificación de la corriente hídrica aporta criterios para:

- Predecir el comportamiento de os ríos desde su apariencia
- Desarrollar relaciones empíricas para tipos de corrientes individuales
- Extrapolar datos de otros cauces con características semejantes
- Facilitar la comunicación efectiva con demás profesionales relacionados a la hidráulica fluvial.

Entre los criterios de mayor relevancia están:

Tabla 3.Tipos de ríos y criterios de mayor relevancia.

Criterio	Tipo
Permanencia del flujo del agua en la corriente	Perenne, intermitente, efímera
Patrón de alineamiento	Recto, meándrico (sinuoso o curvado), trenzado, anastomosado
Perfil longitudinal	Gradado o interrumpido por cataratas o lagos
Tipo de perfil longitudinal	Pendiente suave, fuerte, lisa o irregular
Perfil transversal del valle	Batea, U, V
Estabilidad del lecho del rio	Erosional, estable o deposicional
Lugar de descarga	Endorreicos (interior -otra corriente), exorreicos (exterior - mar)

Para la clasificación de las corrientes, existe la metodología de Rosgen, la cual define el tipo de cauce con respecto a el material dominante de la banca, pendiente, sinuosidad y perfil transversal de la banca y el valle.

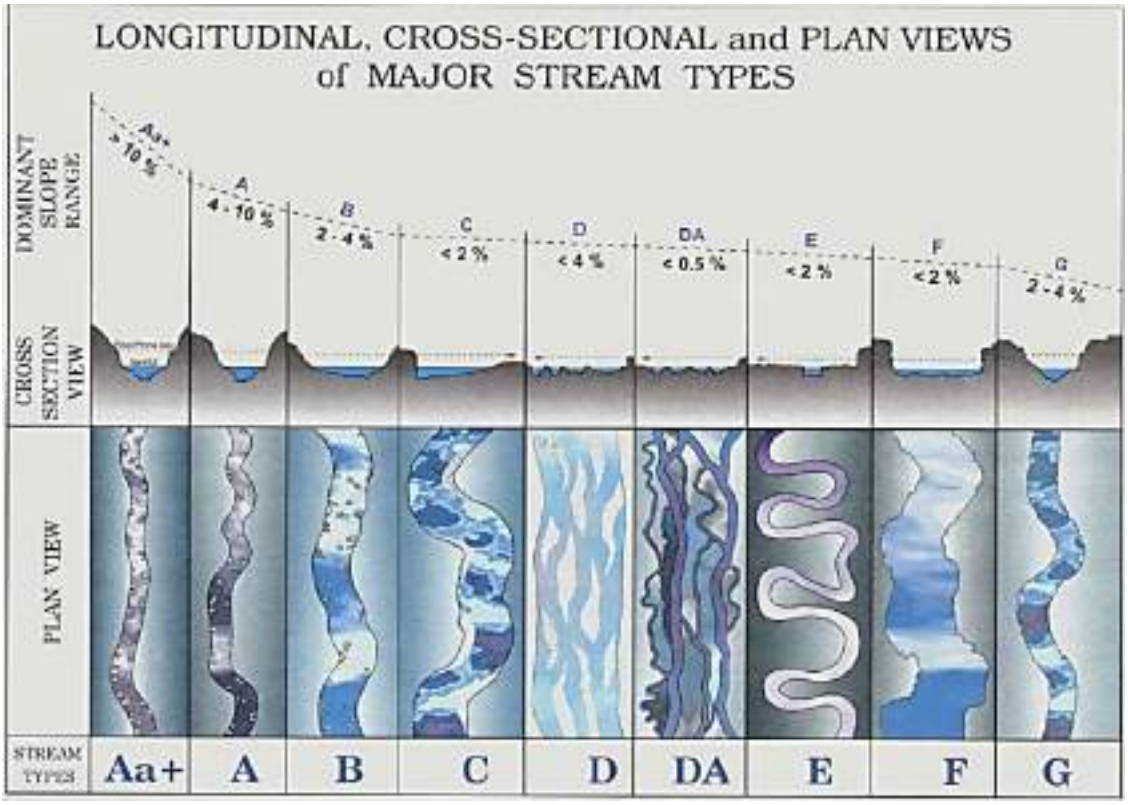


Figura 12.Tipo de corriente dependiendo de su sección transversal, pendiente y vista en planta.

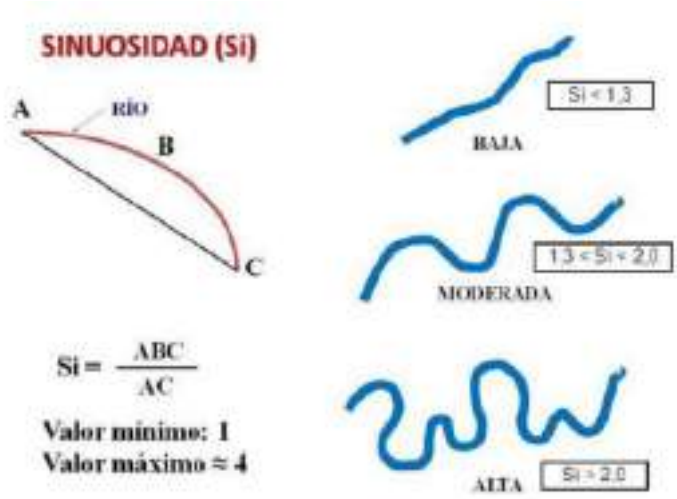


Figura 13.Estimación y clasificación de la sinuosidad del cauce.



Figura 14.Planta del cauce en el sector de interés.

Nota: teniendo en cuenta las características del cauce en el sector de interés se tiene entonces una sinuosidad de aproximadamente **1.0**. (899.44m/856.181m = 1.05).

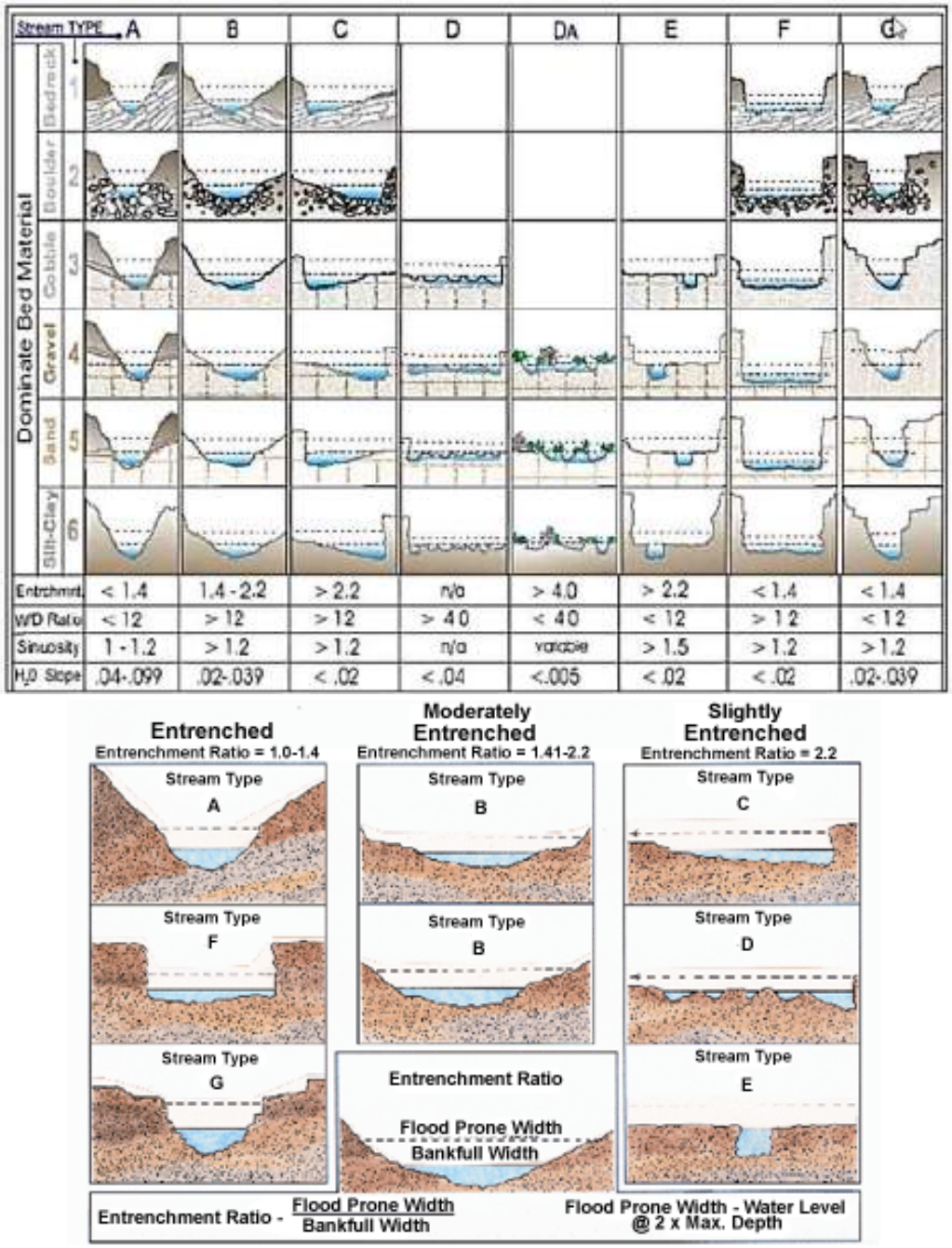


Figura 15.Tipo de corriente a partir de material dominante de la banca, sinuosidad, relación ancho profundidad y atrincheramiento.

Para el sector de interés se tienen las siguientes imágenes



Figura 16. Estado actual de la banca del cauce del proyecto



Figura 17. lustración de material dominante en la banca del lecho

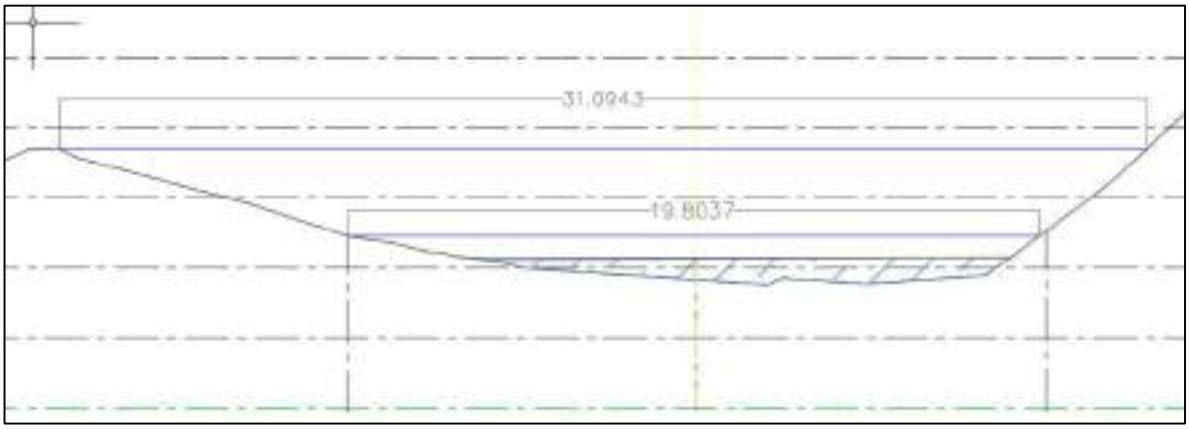


Figura 18. Sección batimétrica

Nota: Con base en dicha sección se tiene un atrincheramiento (Entrenchment Ratio) de:

$$\frac{31.0943\ m}{19.8037\ m} = \mathbf{1.57}$$

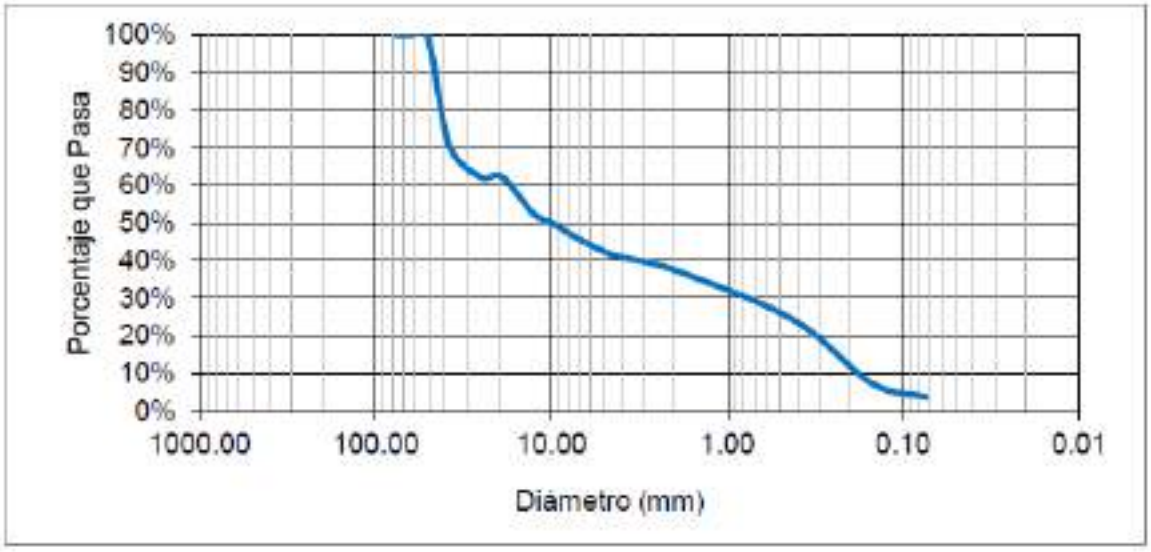


Figura 19. Granulometría del lecho en el eje del cauce.

Para dicha granulometría de lecho, se tiene un D50 de 10mm

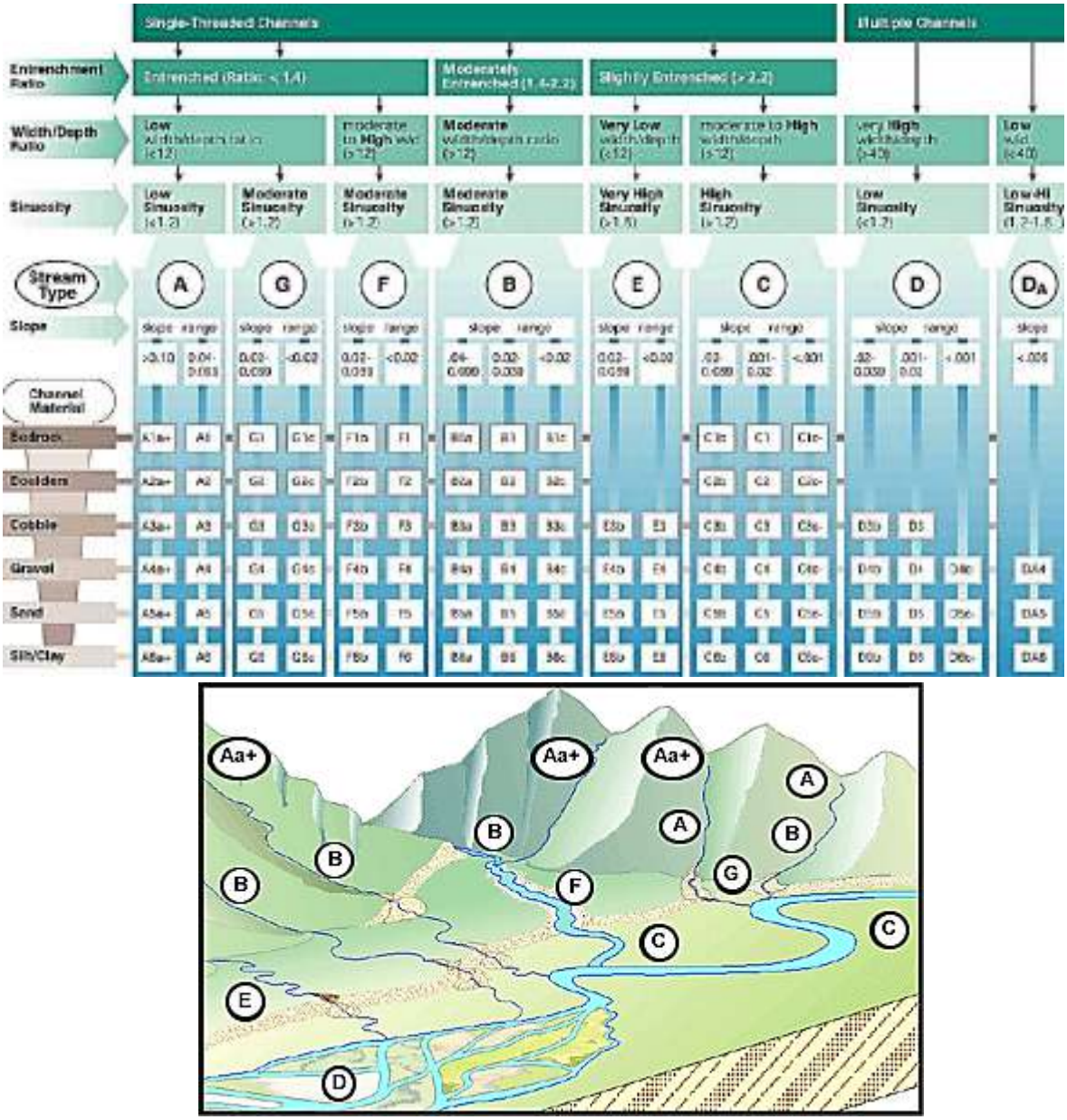


Figura 20. Clasificación general de corrientes según Rosgen. (1994)

Complementariamente a la inspección visual y a los resultados de granulometría del lecho de la Figura 20, se presenta la clasificación del cauce con base en lo anteriormente presentado.

Tabla 4. Clasificación de Rosgen

Atrincheramiento	1.4-2.2
Pendiente	2% - 4%
Sinuosidad	<1.2
Relación Ancho / Profundidad	>12
Material Dominante	Grava
Clasificación de Corriente	**B4**

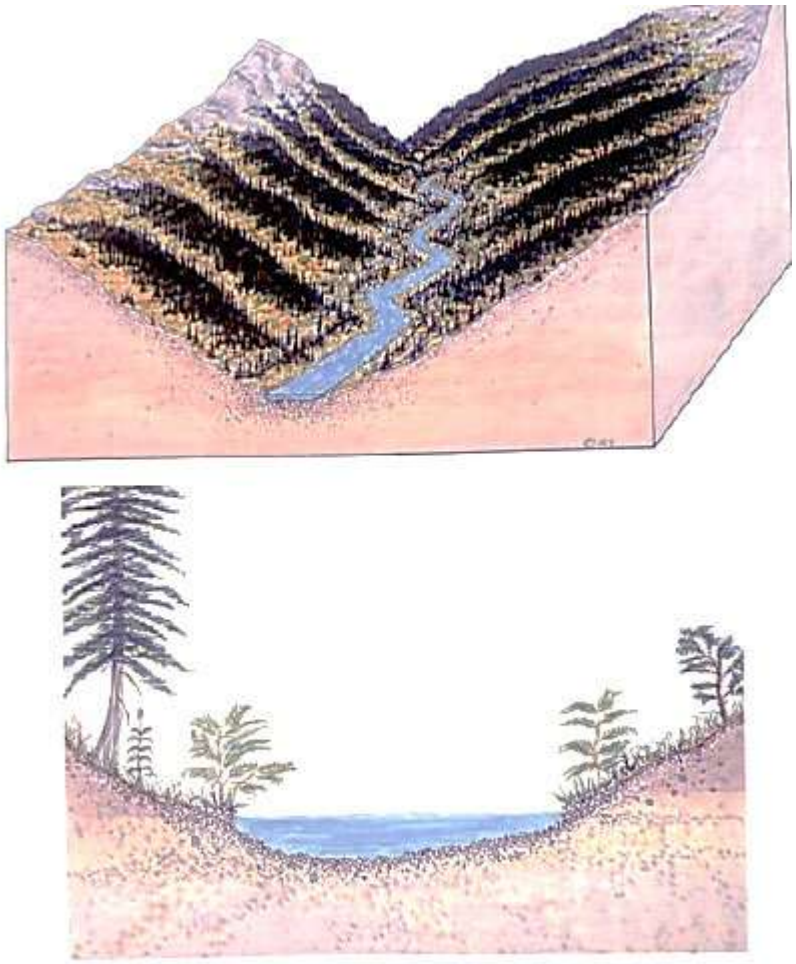


Figura 21. Criterio B4 de clasificación según Rosgen

4.3 CONCEPTO DE LA HIDRÁULICA CANALES ABIERTOS

En la determinación de niveles de inundación, se parte del concepto, que las velocidades de flujo a lo largo de una fuente es diferente en toda las partes de la sección transversal, significa que en el plano vertical, en un canal con rugosidad mínima y flujo subcrítico la velocidad es cero en las paredes y crece lentamente dentro de la capa limite donde el flujo es laminar, pasada la capa limite el flujo es turbulento y la distribución de las velocidades es diferente a la que tenía en la capa limite.

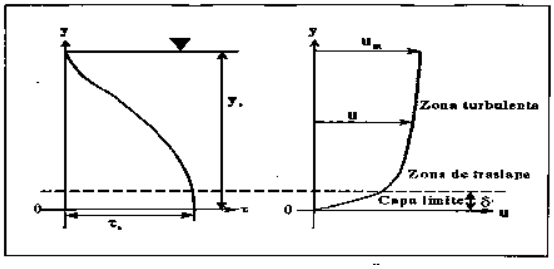


Figura 22. Esfuerzos cortantes y velocidades cerca del fondo en flujo turbulento
Fuente: Ven Te Chow, Hidráulica de canales abiertos

Desde un punto de vista hidráulico, en el terreno se deben observar con un sentido analítico los siguientes aspectos:

- Pendiente del cauce
- Rugosidad del lecho y de sus márgenes a partir del tipo material predominante.
- Uniformidad de las secciones del cauce.
- Presencia de obstrucciones.
- Confluencias o desembocaduras cercanas.
- Altura, densidad y tamaño de la vegetación en el cauce y márgenes.
- Huellas de crecientes máximas en el Talud o zonas aledañas.
- Tipo de flujo predominante y existencia de una sección de control.
- Indicios de socavación si la estructura existe.
- Estabilidad de las márgenes.
- Existencia de estructuras o actividades sobre el río que puedan influir en su comportamiento.

4.4 Estimación de los niveles de agua

4.4.1 Selección del coeficiente de rugosidad

La determinación del coeficiente de rugosidad de Manning es un paso fundamental en el análisis hidráulico, pues a partir de su estimación se determinan las propiedades hidráulicas en el cauce de interés.

La metodología recomendada por el INVIAS para estimar la rugosidad, es el método de Cowan, en el que se establece el coeficiente de rugosidad a partir de las características del cauce.

Tabla 5. Valores para el cálculo de rugosidad mediante el método de Cowan
Fuente: Manual de drenajes para carreteras INVIAS

Condiciones del Canal			Valores
Material Involucrado	Tierra	n0	0.020
	Roca		0.025
	Grava Fina		0.024
	Grava Gruesa		0.028
	Arenoso		0.023
Grado de irregularidad de la sección transversal	Ligero	n1	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones en la sección transversal del canal	Gradual	n2	0.000
	Ocasional		0.005
	Frecuente		0.010
	Muy Frecuente		0.015
Efecto relativo de obstáculos	Despreciable	n3	0.000
	Menor		0.010-0.015
	Apreciable		0.020-0.030
	Severo		0.040-0.060
Vegetación	Nula	n4	0.000
	Baja		0.005-0.010
	Media		0.010-0.025

	Alta		0.025-0.050
	Muy Alta		0.050-0.1
Grado de sinuosidad	Menor	n5	1.00
	Apreciable		1.15
	Severo		1.30

Para el coeficiente de manning se estimará por el método de Cowan mediante la siguiente ecuación:

$$n : (n0 + n1 + n2 + n3 + n4) * n5$$

Con base en los parámetros del proyecto para la estimación del método de Cowan (1956). se tiene que:

- **Material involucrado (n0):** Partiendo de la clasificación del cauce (B4) y la clasificación SUCS (ver del lecho del rio, se estima este parámetro como **Grava Fina.**
- **Grado de irregularidad (n1)**: Con base en la clasificación del cauce (B4), los cambios de los perímetros de las secciones transversales (ver anexo), se estima este parámetro como **menor.**
- **Variaciones de la sección transversal (n2):** Teniendo en cuenta la clasificación del cauce (B4) y los cambios entre secciones transversales (ver anexo), se estima este parámetro como **ocasional.**
- **Efecto relativo de obstáculos (n3)**: A partir de la inspección en campo y la Figura 16 y
- Figura **17**, se considera este parámetro como **menor.**
- **Vegetación:** Considerando la revisión en calmo y la Figura 16 y
- Figura **17**, se opta por este parámetro como **baja.**
- **Grado de sinuosidad:** Teniendo en cuenta la longitud del cauce en el sector (410m) y la distancia recta entre los puntos de inicio y fin (382.77m) se tiene una sinuosidad aproximada de 1.2, y la clasificación del grado de sinuosidad de la Figura 13, se establece dicho parámetro como **menor.**

Tabla 6. Valores de n considerados para las características del cauce

Condiciones del canal		Valores
n0: Material Involucrado	Grava Fina	0.024
n1: Grado de irregularidad	Menor	0.005
n2: Variaciones de la sección transversal	Ocasional	0.005
n3: Efecto relativo de las obstrucciones	Menor	0.01
n4: Vegetación	Menor	0.005
n5: Grado de sinuosidad	Menor	1
Valor n	0.049	

Condiciones de las laderas		Valores
n0: Material Involucrado	Grava Fina	0.024
n1: Grado de irregularidad	Menor	0.005
n2: Variaciones de la sección transversal	Ocasional	0.005
n3: Efecto relativo de las obstrucciones	Menor	0.01
n4: Vegetación	Media	0.01
n5: Grado de sinuosidad	Menor	1
Valor n	0.054	

De lo anterior, se toma una rugosidad de manning n=0.049 para el canal y de 0.054 para las bancas Empiricamente, Raudkivi (1967). Permite la estimación de la rugosidad de Manning a partir del factor de finura del material del lecho f. y su expresión es la siguiente:

$$n = 0.0225 f^{0.25}$$

Y f depende del tipo de material como se ve a continuación.

Tabla 7. Factor f según el tipo de material.

Tipo de suelo	f
Limo fino	0.357
Arena media	1.31
Arena gruesa	1.44-1.56
Grava fina	2
Grava gruesa	3.8
Grava gruesa y cascajo	4.68
Guijarros pequeños y grava fina	6.12
Guijarros medianos y grava fina	9.75
Piedra grande y grava fina	20.9
Rocas grandes	38.6
Roca masiva (D>62.5cm)	36.6

Teniendo dicha ecuación entonces:

$$n = 0.0225(2.0)^{0.25} = \mathbf{0.027}$$

La expresión de Garde y Raju (1978), Subramanya (1982), establece el coeficiente de rugosidad a partir de las características granulométricas del lecho del cauce:

$$n = 0.047 D_{50}^{1/6}$$

Donde:
D50: el diámetro equivalente al 50% de las partículas en la granulometría en metros

$$n = 0.047\left(\frac{10}{1000}\right)^{1/6} = \mathbf{0.022}$$

De manera adicional, se adjunta los valores de rugosidades para corrientes naturales, consignada en Ven te Chow hidráulica de canales abiertos en su tabla 5-6.

[Modified from Chow (1959, table 5–6), published with permission of McGraw-Hill]

Type of channel and description	Roughness coefficient		
	Minimum	Normal	Maximum
A. Minor streams (top width at flood stage less than 100 ft)			
1. Streams on plain:			
a. Clean, straight, full stage, no rifts or deep pools	0.025	0.030	0.033
b. Same as above, but more stones and weeds	.030	.035	.040
c. Clean, winding, some pools and shoals	.033	.040	.045
d. Same as above, but some weeds and stones	.035	.045	.050
e. Same as above, lower stages more ineffective slopes and sections	.040	.048	.055
f. Same as type d, but more stones	.045	.050	.060
g. Sluggish reaches, weedy, deep pools	.050	.070	.080
h. Very weedy reaches, deep pools or floodways with heavy stand of timber and underbrush	.075	.100	.150
2. Mountain streams, no vegetation in channel, banks usually steep, trees and brush along banks submerged at high stages:			
a. Bottom: gravels, cobbles, and few boulders	.030	.040	.050
b. Bottom: cobbles and large boulders	.040	.050	.070
B. Major streams (top width at flood stage greater than 100 ft). The *n* value is less than that for minor streams of similar description because banks offer less effective resistance			
1. Regular section with no boulders or brush	.025	—	.060
2. Irregular and rough section	.035	—	.100

Figura 23. Rugosidades de Manning para corrientes naturales
Fuente: Ven Te Chow, Hidráulica de canales abiertos.

Nota: Partiendo de las condiciones del canal natural y los valores de rugosidad de Manning estimados por los anteriores métodos y los recomendados por Ven te Chow, se opta por la asignación de una rugosidad de 0.049 para el canal y de 0.054 para las bancas, como la adecuada para la modelación hidráulica del presente proyecto.

4.4.2 Análisis hidráulico

El análisis hidráulico busca la determinación del perfil de la superficie del agua para la creciente o tormenta de diseño, información a partir de la cual establece:

1. La Cota de inundación para determinar la altura de la estructura.

2. El impacto aguas arriba o remanso generado por la estructura.

3. Las distribuciones del flujo y la velocidad para la estimación de la socavación potencial y con ello la cota de cimentación de la infraestructura.

El cálculo del perfil de agua se realiza aplicando el método del paso estándar, considerando las pérdidas por expansión y contracción a través del punto de interés, las cuales se calculan para la condición de bajos caudales (lámina de agua por debajo del punto más alto del canto inferior de la altura de la estructura) y altos caudales (lámina de agua en contacto con el punto más alto del canto inferior de la altura de la estructura).

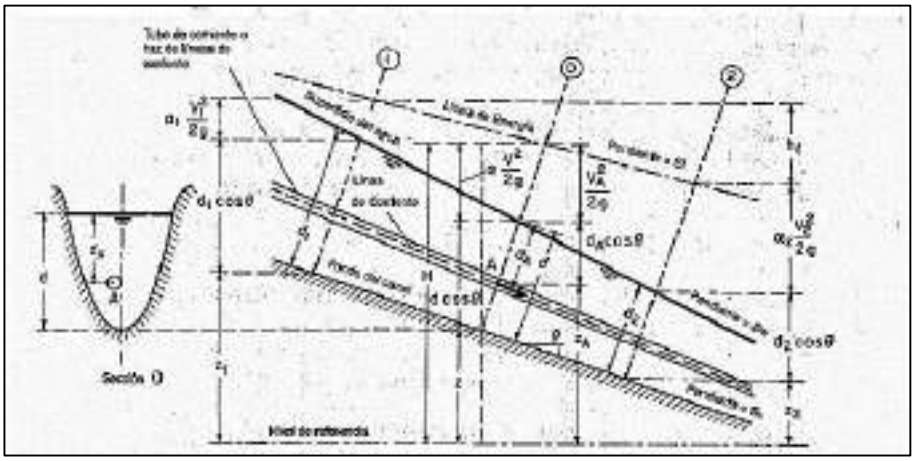


Figura 24. Tramo del canal para deducción de los métodos paso a paso
Fuente: Ven Te Chow, Hidráulica de canales abiertos.

4.5 MODELACIÓN HIDRÁULICA EN HEC-RAS

El programa HEC-RAS desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos de América es un sistema integrado de software para análisis hidráulico de redes de canales naturales y artificiales. En su versión 5.0.7, contiene cuatro (4) módulos para el análisis unidimensional de ríos: Uno para el cálculo de perfiles de flujo en régimen permanente, otro para la simulación de flujo no permanente, un tercero para el cálculo de transporte de sedimentos y lecho móvil y un cuarto de calidad de aguas.

Es necesario extraer la información topográfica del levantamiento topográfico realizado en el lote de interés. Para tal efecto se ha utilizado la herramienta AutoCAD Civil 3D. El procedimiento consiste en que por medio de la herramienta Sig se extrae la información al software HEC-RAS, luego de modelar se crea un archivo que permite visualizar el resultado en RAS mapper para sus aislamientos. La herramienta fácilmente hace un bufer con el aislamiento requerido de acuerdo a la norma ambiental vigente.



Figura 25. Esquema de presentación de HEC-RAS
Fuente: HEC-RAS

4.5.1 Modelamiento hidráulico para la zona de interés

Teniendo en cuenta que los desarrollos de modelos bidimensionales parten de la magnitud de la topografía y malla o área que se rodee a esta con las condiciones de contorno, se establece que los intervalos de tiempo para la ejecución adecuada de un modelo bidimensional al detalle que se requiere para la proyección de las obras y la magnitud del área topografica de la zona, este resulta ser por debajo de 1s e infortunadamente no logra representar una condición acertada en la inundación del sector. Por tal motivo y considerando que todas las proyecciones del rio de oro y rio frio se emplean de manera unidimensional, se presenta en este caso dicho análisis, el cual arroja profundidades coherentes.

La modelación hidráulica del área de interés, parte de la topología o geometría de la superficie del sector. Dicha geometría corresponde a la planta, perfil y secciones transversales de la superficie levantada y posteriormente a su respuesta hidráulica, la superficie con las obras proyectadas en AutoCAD Civil 3D la cual se exporta e implementa en HEC-RAS como se presenta a continuación:

Con las secciones transversales levantadas en AutoCAD Civil 3D y el caudal estimado en la fase hidrológica, se procede al desarrollo de un modelo computacional en el software HEC-RAS.
La modelación se desarrolla para dos tipos de superficie, la natural, y la del canal proyectado; esto con el propósito de evaluar el comportamiento del antes y el después del flujo en la tormenta de diseño estimada.

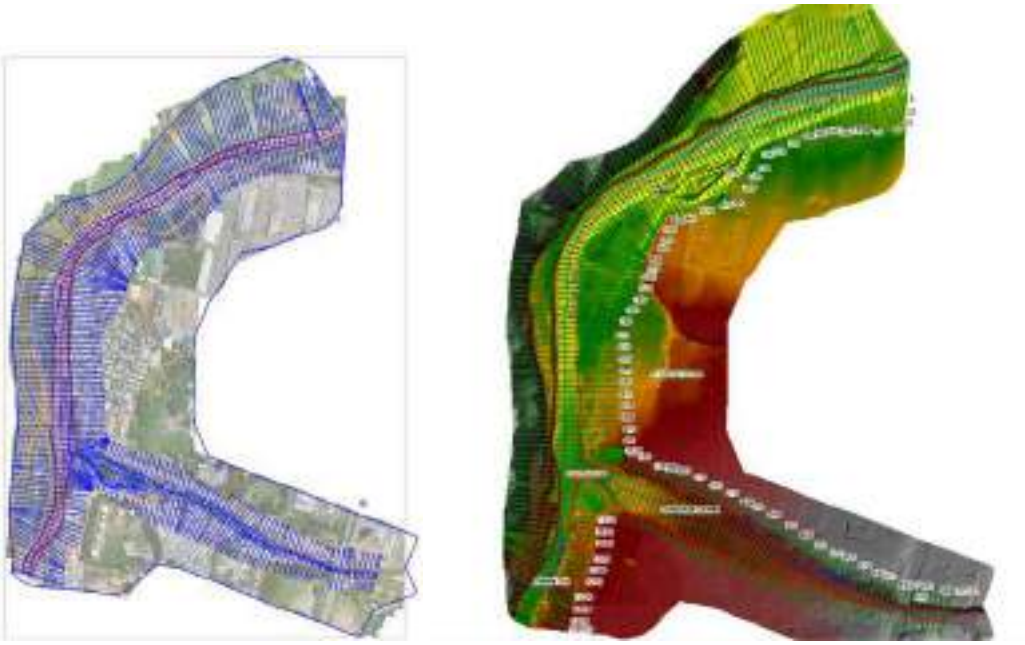


Figura 26. Planta de geometría AutoCAD civil 3D y HEC-RAS

Posteriormente a la creación de la geometría, se verifica sus bancas, distancias entre secciones y se asigna la rugosidad correspondiente.

River: Rio de Oro | Edit Interpolated XS's | Channel n Values have a light green background
Reach: (All Reaches) | All Regions

Selected Area Edit Options
Add Constant ... | Multiply Factor ... | Set Values ... | Replace ... | Reduce to L Ch R ...

	Reach	River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3
1	Rio de Oro	1304.8	n	0.054	0.049	0.054
2	Rio de Oro	1300	n	0.054	0.049	0.054
3	Rio de Oro	1290	n	0.054	0.049	0.054
4	Rio de Oro	1280	n	0.054	0.049	0.054
5	Rio de Oro	1270	n	0.054	0.049	0.054
6	Rio de Oro	1260	n	0.054	0.049	0.054
7	Rio de Oro	1250	n	0.054	0.049	0.054
8	Rio de Oro	1240	n	0.054	0.049	0.054
9	Rio de Oro	1230	n	0.054	0.049	0.054
10	Rio de Oro	1220	n	0.054	0.049	0.054
11	Rio de Oro	1210	n	0.054	0.049	0.054
12	Rio de Oro	1200	n	0.054	0.049	0.054
13	Rio de Oro	1190	n	0.054	0.049	0.054
14	Rio de Oro	1180	n	0.054	0.049	0.054
15	Rio de Oro	1170	n	0.054	0.049	0.054
16	Rio de Oro	1160	n	0.054	0.049	0.054
17	Rio de Oro	1150	n	0.054	0.049	0.054
18	Rio de Oro	1140	n	0.054	0.049	0.054
19	Rio de Oro	1130	n	0.054	0.049	0.054
20	Rio de Oro	1120	n	0.054	0.049	0.054
21	Rio de Oro	1110	n	0.054	0.049	0.054
22	Rio de Oro	1100	n	0.054	0.049	0.054
23	Rio de Oro	1090	n	0.054	0.049	0.054
24	Rio de Oro	1080	n	0.054	0.049	0.054

Figura 27. Coeficiente de Manning para las secciones del modelo hidráulico

Culminada la geometría del modelo, es necesaria la incorporación de la masa (caudales para diferentes probabilidades) y las condiciones de borde o contorno para el desarrollo de la modelación.

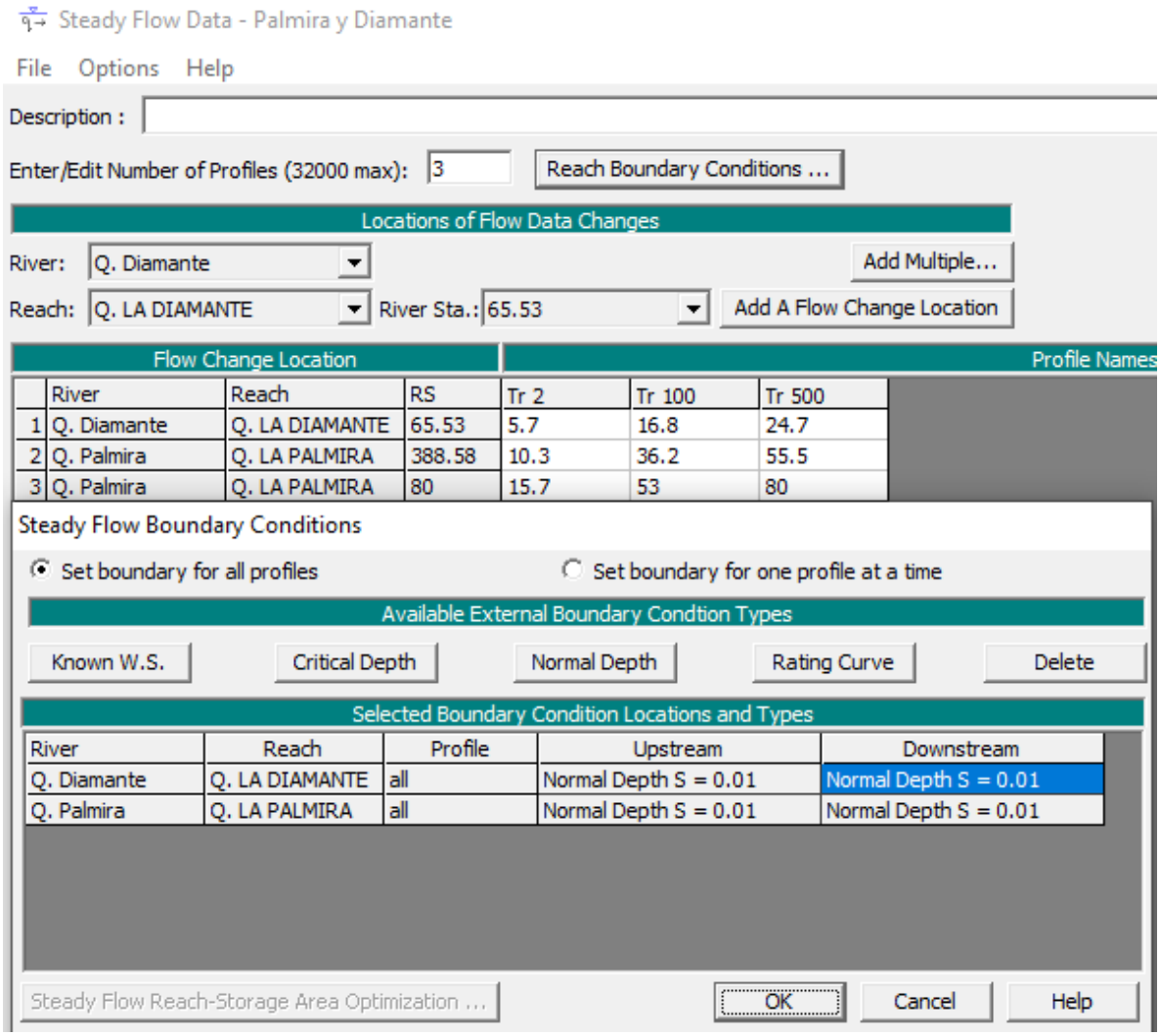


Figura 28. Caudales y condiciones de contorno para el modelo hidráulico

Posteriormente, se ejecuta el modelo y los resultados se presentan a continuación:

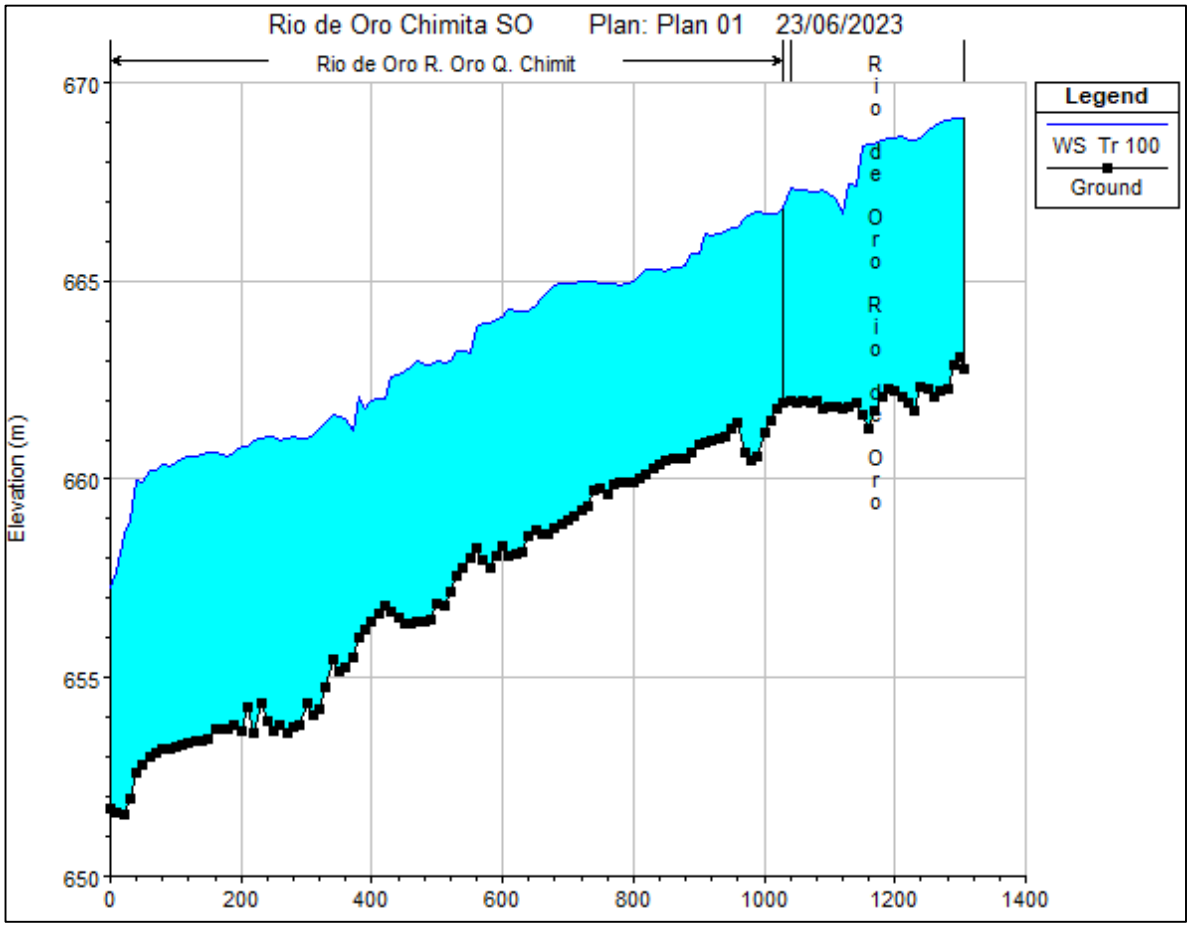


Figura 29. Perfil de inundación

Tr 100 Tr 50



Figura 30. Inundación sin obras del proyecto de interés

4.6 SOCAVACIÓN

Para el estudio de socavación se seguirán las indicaciones consideradas por el Instituto Nacional de Vías para tal fin.
La profundidad de socavación, ya sea de tipo general o local, necesariamente está asociada a la creciente que pasa por la sección hidráulica. El caudal de creciente mínimo de diseño que debe ser considerado en cualquier análisis de socavación debe corresponder al de un periodo de retorno de 100 años. (INVIAS 2011).
Para el punto a tratar en este estudio consideramos la Socavación general, que es a la que se hace referencia en el instituto nacional de Vías, tiene que ver con el descenso generalizado de lecho de la corriente durante el paso de la creciente de un periodo de retorno de 100 años y que se sucede en tramos rectos; en una contracción ya sea de tipo natural o motivada por una obra (estribos, puentes, espigones, etc.) y en los tramos de curvas en los ríos.

Para calcular la socavación general se requiere la siguiente información:

- Sección transversal del cauce del sitio a salvar por la estructura, indicando el nivel del agua para el caudal de diseño asociado a periodo de retorno.
- Caudal de diseño asociado a su periodo de retorno.
- Características físicas del material del fondo inicial y de los diferentes estratos del subsuelo que puedan ser descubiertos y erosionados durante el paso de la creciente seleccionada. Los datos más importantes son la densidad y la granulometría de suelos no cohesivos y el peso volumétrico seco de los materiales cohesivos.

Existen muchos métodos para evaluar la socavación general, siendo el más utilizado en el medio colombiano el propuesto por Lischtvan - Lebediev. Asimismo, se emplean otros métodos como el de Maza Álvarez, Maza Álvarez - Echavarría Alfaro y el de Blench, entre otros.
En este estudio, por el amplio rango de aplicación, se ahondará en el método de Lischtvan – Lebediev.

Método de Lischtvan – Lebediev

Es el método de mayor aplicación para determinar la socavación general en el lecho de una corriente y también se puede emplear para estimar la socavación por contracción en el caso que se vaya a proyectar un puente, por lo cual el efecto de la contracción no debe adicionarse a los valores de socavación obtenidos. El criterio propuesto por Lischtvan – Lebediev se basa en la obtención de la condición de equilibrio entre la velocidad media real del flujo y la velocidad media máxima necesaria para no erosionar el material del fondo; la profundidad de socavación en cualquier punto de la sección transversal se obtiene al igualar las ecuaciones de la velocidad real y la velocidad erosiva. Dependiendo del material que conforma el lecho del río, que podría corresponder a suelos de tipo granular o cohesivos, para cada caso se propone una ecuación que permite hallar la profundidad de socavación.

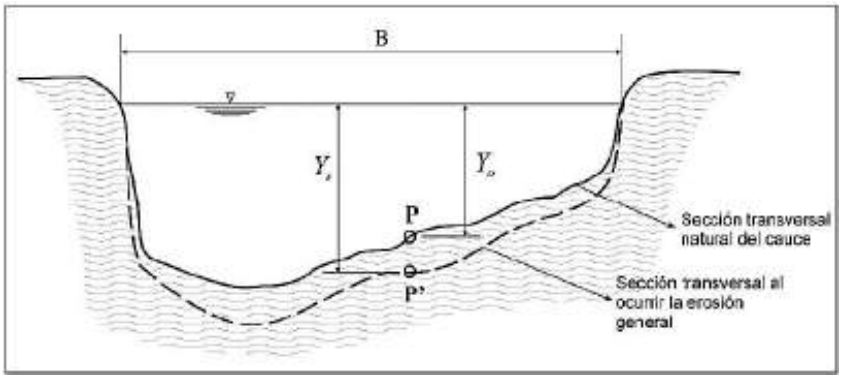


Figura 31. Variables tenidas en cuenta en la socavación.
Fuente: Manual de drenajes para carreteras INVIAS

- **Suelos granulares**

$$Y_s = \left(\frac{\alpha {Y_0}^{5/3}}{0.68 \beta \mu \phi {d_m}^{0.28}} \right)^{\frac{1}{1+Z}}$$

Dónde:

Ys: profundidad del flujo después de ocurrida la socavación. Se mide desde el nivel del agua cuando pasa la creciente hasta el nivel del fondo del cauce erosionado, en metros (m).

Yo: profundidad inicial existente en una línea vertical predeterminada en la sección medida desde el nivel del agua pasa la creciente, hasta el nivel del cauce antes del proceso de socavación, en metros (m)

α: Coeficiente de sección, definido como:

$$\alpha = \frac{Q_d}{{Y_m}^{5/3} B_e}$$

Qd: caudal de diseño asociado al periodo de retorno, en metros cúbicos por segundo (m3/s)
Ym: profundidad media, en metros (m), definida como:

$$Y_m = \frac{A}{B_e}$$

A: Área hidráulica, en metros cuadrados (m2)

B: ancho efectivo de la superficie del agua en la sección transversal, en metros (m). Del ancho total se debe descontar el ancho de las pilas cuando el ángulo de incidencia de la corriente con respecto al eje de la pila es 0. En caso de que la corriente forme un ángulo con las pilas, este valor se debe ajustar

β: coeficiente de frecuencia. Este coeficiente toma en cuenta el periodo de retorno comprendido entre 15 y 1500 años. Para obtener su valor se propone la siguiente expresión:

$$\beta = 0.7929 + 0.0973 * \ln T$$

μ: coeficiente de contracción. Este valor se toma de la

Tabla 8 como una función de la velocidad media del flujo y de la distancia libre entre pilas cuando hay un puente.
ϕ: coeficiente de corrección por el efecto de la densidad del agua durante la creciente. Para agua clara (clear wáter) este valor es igual a 1.0. Si la creciente transporta sedimentos en suspensión (lived-bed), este coeficiente se calcula como:

$$\phi = -0.54 + 1.5143\gamma_{as}$$

γas: peso específico del agua, más sedimento en toneladas por metro cubico (T/m3)
dm: diámetro medio de las partículas del material granular, en milímetros, (mm). Se calcula como:

$$d_m = 0.01 \sum d_i P_i$$

di: diámetro en milímetros (mm) de una fracción de la curva granulométrica del material.

Pi: peso de esa fracción expresado en porcentaje con respecto al total de la muestra (porcentaje retenido).

Z: exponente variable que depende del diámetro medio de las partículas del material granular.

$$Z = 0.394557 - 0.0413 \log d_m - 0.00891 \log dm^2$$

Tabla 8. Corrección por contracción.
Fuente: Manual de drenaje para carreteras INVIAS

V (m/s)	LONGITUD LIBRE ENTRE DOS PILAS O ESTRIBOS (m)												
	10	13	16	18	21	25	30	42	52	63	106	124	200
<1.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.0	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.5	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
2.0	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
2.5	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
3.0	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
3.5	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
≥ 4.0	0.86	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99

- **Suelos cohesivos**

$$Y_s = \left(\frac{\alpha {Y_0}^{5/3}}{0.6\beta\mu\phi {\gamma_d}^{1.18}} \right)^{\frac{1}{1+X}}$$

Dónde:
Ys, Yo, α, β, μ, ϕ se definen igual que para suelos granulares

γd: Peso volumétrico seco del material cohesivo, en toneladas por metro cúbico (T/m3).

X: Exponente variable que depende del peso volumétrico seco del material cohesivo.

$$X = 0.892619 - 0.58073\gamma_d + 0.136275\gamma_d^2$$

Socavación en Curva Método de Maza

La socavación en las curvas es un fenómeno muy difícil de analizar, en razón de los flujos secundarios y la gradación de los sedimentos. Ni el nivel de agua ni la profundidad del cauce son constantes a lo largo de la curva y ambos son difíciles de predecir. La superficie del agua aumenta hacia el extradós de la curva y el cauce tiende a profundizarse por acción de los flujos secundarios. No existe una teoría para analizar con precisión el fenómeno de socavación en una curva. Según Maza la socavación en el extradós de una curva puede ser hasta tres veces mayor que en un tramo recto y propone la siguiente relación:

$$Y_{s\ Curva} = KY_{s\ Recto}$$

Dónde:

K: depende del radio de curvatura r y el ancho del cauce w, ver la siguiente tabla:

Tabla 9. Valores de k para cálculo de socavaciones en curva

W/r	Coeficiente k
0.5	3.0
0.33	2.57
0.25	2.20
0.20	1.84
0.16	1.48
0	1.27

Cálculo de socavación para las secciones de interés

Se calculará la socavación para una vertical teniendo en cuenta la geometría los resultados hidráulicos de las secciones del proyecto consignadas en la Tabla 10 y la granulometría en la Figura 32, tomando un vertical, Con la mayor profundidad de flujo encontrada en el lecho.
Los valores considerados se toman del diseño hidráulico generado por el modelo HEC-RAS para las secciones de interés con los datos de salida obtenidos.

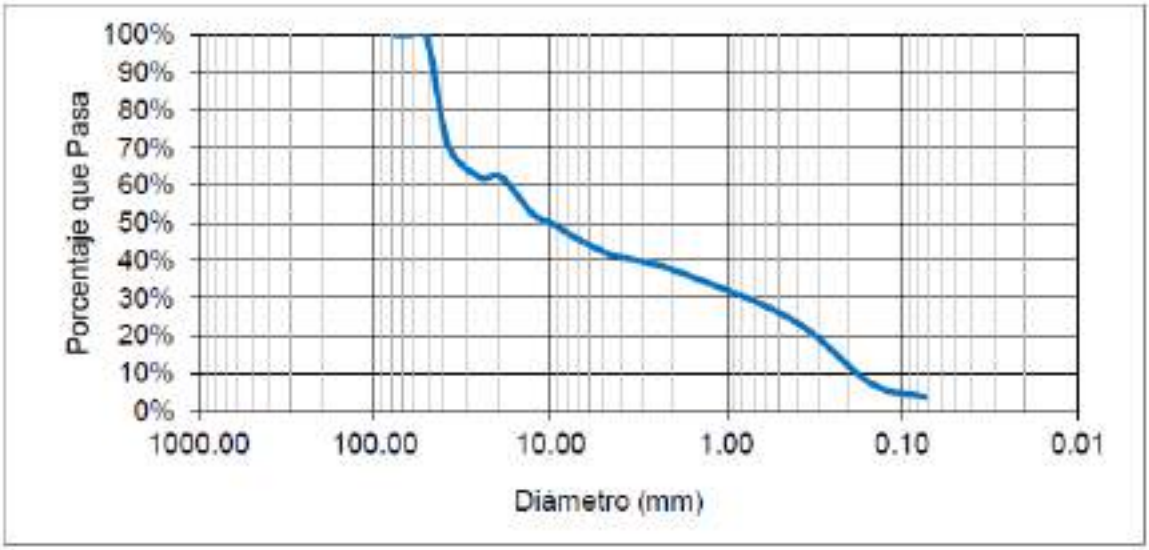


Figura 32. Granulometría del lecho del cauce
Fuente: Estudio geotécnico para el proyecto.

Con base en lo anterior, se tiene que el d50 del lecho en el sector corresponde a 10.0mm

Tabla 10. Resultados de HEC-RAS para las secciones de interés

Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Q Total (m3/s)	Vel Total (m/s)
Rio de Oro	1304.8	Tr 100	669.12	662.76	6.36	409.41	103.91	1102.9	2.69
Rio de Oro	1300	Tr 100	669.11	663.08	6.39	406.42	104.97	1102.9	2.71
Rio de Oro	1290	Tr 100	669.09	662.89	6.38	413.3	100.49	1102.9	2.67
Rio de Oro	1280	Tr 100	669.04	662.27	6.77	408.86	96.56	1102.9	2.7
Rio de Oro	1270	Tr 100	669.02	662.24	6.77	411.94	97.44	1102.9	2.68
Rio de Oro	1260	Tr 100	668.88	662.09	6.79	382.61	101.27	1102.9	2.88
Rio de Oro	1250	Tr 100	668.8	662.28	6.52	380.04	127.41	1102.9	2.9
Rio de Oro	1240	Tr 100	668.61	662.33	6.28	350.74	128.02	1102.9	3.14
Rio de Oro	1230	Tr 100	668.54	661.73	6.81	349.85	123.6	1102.9	3.15
Rio de Oro	1220	Tr 100	668.54	661.92	6.62	358.23	119.41	1102.9	3.08
Rio de Oro	1210	Tr 100	668.63	662.09	6.55	411.04	127.65	1102.9	2.68
Rio de Oro	1200	Tr 100	668.62	662.25	6.37	421.5	130.08	1102.9	2.62
Rio de Oro	1190	Tr 100	668.59	662.29	6.31	420.45	128.44	1102.9	2.62
Rio de Oro	1180	Tr 100	668.54	662.07	6.47	410.71	126.9	1102.9	2.69
Rio de Oro	1170	Tr 100	668.45	661.71	6.74	396.45	126.32	1102.9	2.78
Rio de Oro	1160	Tr 100	668.43	661.3	7.13	397.01	123.66	1102.9	2.78
Rio de Oro	1150	Tr 100	668.39	661.63	6.76	387.5	116.55	1102.9	2.85
Rio de Oro	1140	Tr 100	667.41	661.92	5.5	250.28	92.6	1102.9	4.41
Rio de Oro	1130	Tr 100	667.45	661.81	5.64	264.03	93.51	1102.9	4.18
Rio de Oro	1120	Tr 100	666.7	661.79	4.91	221.35	92.19	1102.9	4.98

Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Q Total (m3/s)	Vel Total (m/s)
Rio de Oro	1110	Tr 100	667.02	661.82	5.2	273.31	99.57	1102.9	4.04
Rio de Oro	1100	Tr 100	667.2	661.81	5.39	325.9	103.97	1102.9	3.38
Rio de Oro	1090	Tr 100	667.28	661.76	5.52	361.71	102.43	1102.9	3.05
Rio de Oro	1080	Tr 100	667.25	661.98	5.27	363.62	100.5	1102.9	3.03
Rio de Oro	1070	Tr 100	667.25	661.92	5.33	379.48	104.32	1102.9	2.91
Rio de Oro	1060	Tr 100	667.28	662	5.28	414.09	109.85	1102.9	2.66
Rio de Oro	1050	Tr 100	667.3	661.94	5.37	448.39	119.67	1102.9	2.46
Rio de Oro	1040	Tr 100	667.32	661.96	5.37	484.41	124.88	1102.9	2.28
R. Oro Q. Chimit	1030	Tr 100	666.83	661.95	4.88	350.08	123.76	1159.2	3.31
R. Oro Q. Chimit	1020	Tr 100	666.69	661.78	4.91	334.5	123.19	1159.2	3.47
R. Oro Q. Chimit	1010	Tr 100	666.71	661.47	5.25	354.46	122.54	1159.2	3.27
R. Oro Q. Chimit	1000	Tr 100	666.72	661.2	5.57	372.91	121.58	1159.2	3.11
R. Oro Q. Chimit	990	Tr 100	666.73	660.58	6.15	395.2	127.52	1159.2	2.93
R. Oro Q. Chimit	980	Tr 100	666.68	660.48	6.2	393.5	127.49	1159.2	2.95
R. Oro Q. Chimit	970	Tr 100	666.61	660.7	5.91	387.2	128.22	1159.2	2.99
R. Oro Q. Chimit	960	Tr 100	666.34	661.44	4.9	339.45	125.72	1159.2	3.41
R. Oro Q. Chimit	950	Tr 100	666.32	661.3	5.02	351.17	125.14	1159.2	3.3
R. Oro Q. Chimit	940	Tr 100	666.25	661.06	5.19	350.58	124.01	1159.2	3.31
R. Oro Q. Chimit	930	Tr 100	666.21	661.01	5.2	359.1	126.03	1159.2	3.23
R. Oro Q. Chimit	920	Tr 100	666.15	660.98	5.17	355.84	125	1159.2	3.26
R. Oro Q. Chimit	910	Tr 100	666.17	660.94	5.22	380.01	125.63	1159.2	3.05
R. Oro Q. Chimit	900	Tr 100	665.69	660.86	4.83	307.72	127.15	1159.2	3.77
R. Oro Q. Chimit	890	Tr 100	665.7	660.69	5	327.77	125.8	1159.2	3.54
R. Oro Q. Chimit	880	Tr 100	665.41	660.52	4.88	302.35	126.62	1159.2	3.83
R. Oro Q. Chimit	870	Tr 100	665.32	660.55	4.77	321.09	129.89	1159.2	3.61
R. Oro Q. Chimit	860	Tr 100	665.32	660.52	4.8	338.97	133.68	1159.2	3.42
R. Oro Q. Chimit	850	Tr 100	665.26	660.49	4.77	339.74	134.97	1159.2	3.41
R. Oro Q. Chimit	840	Tr 100	665.29	660.4	4.89	364.09	136.79	1159.2	3.18
R. Oro Q. Chimit	830	Tr 100	665.29	660.26	5.03	381.27	137.72	1159.2	3.04
R. Oro Q. Chimit	820	Tr 100	665.27	660.12	5.15	392.57	137.11	1159.2	2.95
R. Oro Q. Chimit	810	Tr 100	665.15	660	5.15	376.98	136.93	1159.2	3.07
R. Oro Q. Chimit	800	Tr 100	665	659.91	5.09	356.44	134.3	1159.2	3.25
R. Oro Q. Chimit	790	Tr 100	664.96	659.92	5.04	364.37	141.52	1159.2	3.18
R. Oro Q. Chimit	780	Tr 100	664.9	659.93	4.96	365.95	143.51	1159.2	3.17
R. Oro Q. Chimit	770	Tr 100	664.94	659.87	5.07	402.89	148.86	1159.2	2.88
R. Oro Q. Chimit	760	Tr 100	664.93	659.65	5.29	422.74	160.63	1159.2	2.74
R. Oro Q. Chimit	750	Tr 100	664.96	659.75	5.21	461.34	166.97	1159.2	2.51
R. Oro Q. Chimit	740	Tr 100	664.99	659.73	5.26	510.47	173.67	1159.2	2.27
R. Oro Q. Chimit	730	Tr 100	664.99	659.34	5.65	536.63	178.7	1159.2	2.16
R. Oro Q. Chimit	720	Tr 100	664.97	659.21	5.75	542.32	182.92	1159.2	2.14
R. Oro Q. Chimit	710	Tr 100	664.95	659.09	5.86	552.73	182.8	1159.2	2.1
R. Oro Q. Chimit	700	Tr 100	664.94	658.99	5.96	566.2	182.39	1159.2	2.05
R. Oro Q. Chimit	690	Tr 100	664.93	658.88	6.06	580.77	182.22	1159.2	2
R. Oro Q. Chimit	680	Tr 100	664.88	658.76	6.12	560.65	176.61	1159.2	2.07
R. Oro Q. Chimit	670	Tr 100	664.73	658.64	6.09	486.18	163.23	1159.2	2.38
R. Oro Q. Chimit	660	Tr 100	664.59	658.62	5.97	443.55	158.75	1159.2	2.61
R. Oro Q. Chimit	650	Tr 100	664.38	658.71	5.68	396.46	154.77	1159.2	2.92
R. Oro Q. Chimit	640	Tr 100	664.24	658.59	5.65	373.1	151.61	1159.2	3.11
R. Oro Q. Chimit	630	Tr 100	664.25	658.18	6.07	401.56	151.86	1159.2	2.89

Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Q Total (m3/s)	Vel Total (m/s)
R. Oro Q. Chimit	620	Tr 100	664.25	658.14	6.11	415.05	149.26	1159.2	2.79
R. Oro Q. Chimit	610	Tr 100	664.27	658.09	6.18	441.44	153.85	1159.2	2.63
R. Oro Q. Chimit	600	Tr 100	664.07	658.31	5.76	391.01	145.6	1159.2	2.96
R. Oro Q. Chimit	590	Tr 100	664.04	658.05	5.99	396.68	143.01	1159.2	2.92
R. Oro Q. Chimit	580	Tr 100	663.93	657.79	6.14	384.17	142.38	1159.2	3.02
R. Oro Q. Chimit	570	Tr 100	663.93	657.96	5.97	401.83	141.26	1159.2	2.88
R. Oro Q. Chimit	560	Tr 100	663.86	658.25	5.6	395.06	138.86	1159.2	2.93
R. Oro Q. Chimit	550	Tr 100	663.19	658.03	5.16	300.85	127.23	1159.2	3.85
R. Oro Q. Chimit	540	Tr 100	663.23	657.75	5.49	318.97	123.02	1159.2	3.63
R. Oro Q. Chimit	530	Tr 100	663.22	657.56	5.65	328.48	121.12	1159.2	3.53
R. Oro Q. Chimit	520	Tr 100	662.96	657.14	5.82	307.89	120.89	1159.2	3.76
R. Oro Q. Chimit	510	Tr 100	662.92	656.8	6.12	322.58	120.38	1159.2	3.59
R. Oro Q. Chimit	500	Tr 100	662.98	656.85	6.13	346.99	117.74	1159.2	3.34
R. Oro Q. Chimit	490	Tr 100	662.88	656.47	6.41	336.68	112.64	1159.2	3.44
R. Oro Q. Chimit	480	Tr 100	662.9	656.44	6.46	356.77	108.84	1159.2	3.25
R. Oro Q. Chimit	470	Tr 100	662.97	656.41	6.56	396.83	111.61	1159.2	2.92
R. Oro Q. Chimit	460	Tr 100	662.85	656.36	6.49	380.9	115	1159.2	3.04
R. Oro Q. Chimit	450	Tr 100	662.72	656.36	6.36	370.09	119.04	1159.2	3.13
R. Oro Q. Chimit	440	Tr 100	662.63	656.52	6.11	364	121.55	1159.2	3.18
R. Oro Q. Chimit	430	Tr 100	662.59	656.68	5.91	364.15	120.98	1159.2	3.18
R. Oro Q. Chimit	420	Tr 100	662.04	656.83	5.21	292.3	117.91	1159.2	3.97
R. Oro Q. Chimit	410	Tr 100	662.05	656.59	5.46	315.05	123.64	1159.2	3.68
R. Oro Q. Chimit	400	Tr 100	661.99	656.4	5.58	319.68	129.97	1159.2	3.63
R. Oro Q. Chimit	390	Tr 100	661.8	656.22	5.58	309.03	132.35	1159.2	3.75
R. Oro Q. Chimit	380	Tr 100	662.07	656	6.06	384.01	131.69	1159.2	3.02
R. Oro Q. Chimit	370	Tr 100	661.22	655.52	5.69	256.3	80.8	1159.2	4.52
R. Oro Q. Chimit	360	Tr 100	661.53	655.25	6.29	339.05	106.13	1159.2	3.42
R. Oro Q. Chimit	350	Tr 100	661.6	655.14	6.45	377.05	115.58	1159.2	3.07
R. Oro Q. Chimit	340	Tr 100	661.62	655.47	6.15	392.79	108.21	1159.2	2.95
R. Oro Q. Chimit	330	Tr 100	661.45	654.74	6.71	375.46	121.75	1159.2	3.09
R. Oro Q. Chimit	320	Tr 100	661.3	654.19	7.11	348.97	118.21	1159.2	3.32
R. Oro Q. Chimit	310	Tr 100	661.13	654.06	7.07	322.87	97.52	1159.2	3.59
R. Oro Q. Chimit	300	Tr 100	661.04	654.38	6.67	312.9	90.76	1159.2	3.7
R. Oro Q. Chimit	290	Tr 100	661.05	653.83	7.22	330.02	101.01	1159.2	3.51
R. Oro Q. Chimit	280	Tr 100	661.07	653.77	7.31	347.99	108.09	1159.2	3.33
R. Oro Q. Chimit	270	Tr 100	661.04	653.6	7.43	361.04	125.23	1159.2	3.21
R. Oro Q. Chimit	260	Tr 100	660.97	653.8	7.17	359.4	138.98	1159.2	3.23
R. Oro Q. Chimit	250	Tr 100	661.07	653.68	7.39	434.64	178.7	1159.2	2.67
R. Oro Q. Chimit	240	Tr 100	661.07	653.89	7.19	451.54	192.65	1159.2	2.57
R. Oro Q. Chimit	230	Tr 100	661.03	654.35	6.68	446.36	193.34	1159.2	2.6
R. Oro Q. Chimit	220	Tr 100	661	653.61	7.39	456.81	191.78	1159.2	2.54
R. Oro Q. Chimit	210	Tr 100	660.83	654.28	6.55	420.36	189.26	1159.2	2.76
R. Oro Q. Chimit	200	Tr 100	660.82	653.68	7.14	429.79	184.47	1159.2	2.7
R. Oro Q. Chimit	190	Tr 100	660.68	653.8	6.89	403.91	180.18	1159.2	2.87
R. Oro Q. Chimit	180	Tr 100	660.57	653.69	6.87	382.21	161.39	1159.2	3.03
R. Oro Q. Chimit	170	Tr 100	660.62	653.69	6.92	413.42	160.79	1159.2	2.8
R. Oro Q. Chimit	160	Tr 100	660.66	653.69	6.97	442.16	166.09	1159.2	2.62
R. Oro Q. Chimit	150	Tr 100	660.67	653.45	7.22	461.03	167.82	1159.2	2.51
R. Oro Q. Chimit	140	Tr 100	660.6	653.42	7.19	452.32	167.45	1159.2	2.56

Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Q Total (m3/s)	Vel Total (m/s)
R. Oro Q. Chimit	130	Tr 100	660.59	653.42	7.17	459.6	167.06	1159.2	2.52
R. Oro Q. Chimit	120	Tr 100	660.57	653.36	7.21	461.67	166.03	1159.2	2.51
R. Oro Q. Chimit	110	Tr 100	660.54	653.3	7.23	458.98	158.55	1159.2	2.53
R. Oro Q. Chimit	100	Tr 100	660.41	653.28	7.13	429.44	155.3	1159.2	2.7
R. Oro Q. Chimit	90	Tr 100	660.35	653.22	7.12	424.33	150.92	1159.2	2.73
R. Oro Q. Chimit	80	Tr 100	660.38	653.23	7.15	448.78	147.52	1159.2	2.58
R. Oro Q. Chimit	70	Tr 100	660.22	653.13	7.09	418.05	147.73	1159.2	2.77
R. Oro Q. Chimit	60	Tr 100	660.2	653.02	7.19	422.9	146.54	1159.2	2.74
R. Oro Q. Chimit	50	Tr 100	659.91	652.79	7.12	371.09	144.44	1159.2	3.12
R. Oro Q. Chimit	40	Tr 100	659.97	652.61	7.35	400.38	145.81	1159.2	2.9
R. Oro Q. Chimit	30	Tr 100	658.97	651.94	7.04	250.86	120.88	1159.2	4.62
R. Oro Q. Chimit	20	Tr 100	658.64	651.55	7.1	234.66	77.66	1159.2	4.94
R. Oro Q. Chimit	10	Tr 100	657.68	651.59	6.1	192.3	71.38	1159.2	6.03
R. Oro Q. Chimit	0	Tr 100	657.29	651.71	5.67	182.41	71.77	1159.2	6.35
Quebrada Chimita	705.22	Tr 100	673.52	672.26	1.27	17.94	17.92	56.3	3.14
Quebrada Chimita	700	Tr 100	673.26	672.11	1.14	16.27	17.69	56.3	3.46
Quebrada Chimita	690	Tr 100	673.12	671.35	1.77	24.75	19.74	56.3	2.27
Quebrada Chimita	680	Tr 100	672.9	671.43	1.47	21.46	19.91	56.3	2.62
Quebrada Chimita	670	Tr 100	672.83	671.18	1.65	24.18	19.27	56.3	2.33
Quebrada Chimita	660	Tr 100	672.77	670.92	1.85	26.26	19.23	56.3	2.14
Quebrada Chimita	650	Tr 100	672.7	671.13	1.57	27.02	21.39	56.3	2.08
Quebrada Chimita	640	Tr 100	672.27	670.8	1.47	17.78	13.69	56.3	3.17
Quebrada Chimita	630	Tr 100	671.88	670.49	1.39	15.63	11.92	56.3	3.6
Quebrada Chimita	620	Tr 100	671.34	670.17	1.16	13.75	12.86	56.3	4.09
Quebrada Chimita	610	Tr 100	671.02	669.64	1.38	14.68	13.29	56.3	3.84
Quebrada Chimita	600	Tr 100	670.99	669.4	1.59	18.87	16	56.3	2.98
Quebrada Chimita	590	Tr 100	670.84	669.31	1.52	19.78	18.04	56.3	2.85
Quebrada Chimita	580	Tr 100	670.72	669.41	1.31	21.53	20.37	56.3	2.61
Quebrada Chimita	570	Tr 100	670.63	669.24	1.39	23.79	21.44	56.3	2.37
Quebrada Chimita	560	Tr 100	670.47	669.25	1.22	22.61	21.03	56.3	2.49
Quebrada Chimita	550	Tr 100	670.36	669.08	1.28	23.9	22.11	56.3	2.36
Quebrada Chimita	540	Tr 100	670.21	669.06	1.15	23.08	21.95	56.3	2.44
Quebrada Chimita	530	Tr 100	670.16	668.81	1.35	27.22	24.1	56.3	2.07
Quebrada Chimita	520	Tr 100	670.11	668.59	1.52	29.9	25.28	56.3	1.88
Quebrada Chimita	510	Tr 100	670.01	668.5	1.51	27.89	22.66	56.3	2.02
Quebrada Chimita	500	Tr 100	669.96	668.51	1.45	30.4	27.37	56.3	1.85
Quebrada Chimita	490	Tr 100	669.89	668.33	1.56	30.88	27.49	56.3	1.82
Quebrada Chimita	480	Tr 100	669.65	668.35	1.29	22.38	22.07	56.3	2.52
Quebrada Chimita	470	Tr 100	669.52	668.21	1.3	23.62	25.23	56.3	2.38
Quebrada Chimita	460	Tr 100	669.38	668.09	1.29	24.05	23.78	56.3	2.34
Quebrada Chimita	450	Tr 100	669.05	667.97	1.09	19.42	21.16	56.3	2.9
Quebrada Chimita	440	Tr 100	668.83	667.75	1.08	19.59	21.9	56.3	2.87
Quebrada Chimita	430	Tr 100	668.89	667.55	1.34	33.87	47.62	56.3	1.66
Quebrada Chimita	420	Tr 100	668.82	667.5	1.32	35.41	43.66	56.3	1.59
Quebrada Chimita	410	Tr 100	668.7	667.41	1.3	32.68	47.63	56.3	1.72
Quebrada Chimita	400	Tr 100	668.46	667.44	1.01	25.22	46.6	56.3	2.23
Quebrada Chimita	390	Tr 100	668.38	667.26	1.12	35.83	61.95	56.3	1.57
Quebrada Chimita	380	Tr 100	668.33	667.16	1.17	44.15	63.45	56.3	1.28
Quebrada Chimita	370	Tr 100	668.21	667	1.21	38.92	62.13	56.3	1.45

Reach	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Min Ch El (m)	Max Chl Dpth (m)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Q Total (m3/s)	Vel Total (m/s)
Quebrada Chimita	360	Tr 100	668.15	666.91	1.24	43.06	61.84	56.3	1.31
Quebrada Chimita	350	Tr 100	668	666.61	1.39	34.01	59.72	56.3	1.66
Quebrada Chimita	340	Tr 100	667.66	666.56	1.1	20.96	28.82	56.3	2.69
Quebrada Chimita	330	Tr 100	667.71	666.1	1.61	35.11	43.41	56.3	1.6
Quebrada Chimita	320	Tr 100	667.67	666.23	1.44	42.83	63.61	56.3	1.31
Quebrada Chimita	310	Tr 100	667.66	665.95	1.72	61.19	69.76	56.3	0.92
Quebrada Chimita	300	Tr 100	667.65	666.14	1.51	71.73	71.25	56.3	0.78
Quebrada Chimita	290	Tr 100	667.65	665.99	1.66	79.67	69.21	56.3	0.71
Quebrada Chimita	280	Tr 100	667.64	665.66	1.98	89.44	72.79	56.3	0.63
Quebrada Chimita	270	Tr 100	667.64	665.47	2.17	100.58	73.13	56.3	0.56
Quebrada Chimita	260	Tr 100	667.63	665.5	2.13	96.05	72.7	56.3	0.59
Quebrada Chimita	250	Tr 100	667.63	665.54	2.09	105.5	75.26	56.3	0.53
Quebrada Chimita	240	Tr 100	667.63	665.54	2.09	114.14	77.72	56.3	0.49
Quebrada Chimita	230	Tr 100	667.63	665.42	2.2	122.36	79.31	56.3	0.46
Quebrada Chimita	220	Tr 100	667.62	665.15	2.47	128.26	78.79	56.3	0.44
Quebrada Chimita	210	Tr 100	667.62	665.04	2.58	133.57	70.25	56.3	0.42
Quebrada Chimita	200	Tr 100	667.62	665.03	2.59	134.88	69.78	56.3	0.42
Quebrada Chimita	190	Tr 100	667.62	665.06	2.56	149.59	76.78	56.3	0.38
Quebrada Chimita	180	Tr 100	667.62	664.81	2.81	163.05	78.94	56.3	0.35
Quebrada Chimita	170	Tr 100	667.62	664.53	3.09	177.69	85.88	56.3	0.32
Quebrada Chimita	160	Tr 100	667.62	664.4	3.22	191.27	87.4	56.3	0.29
Quebrada Chimita	150	Tr 100	667.62	664.28	3.34	209.71	92.33	56.3	0.27
Quebrada Chimita	140	Tr 100	667.62	664.2	3.42	226.67	96.68	56.3	0.25
Quebrada Chimita	130	Tr 100	667.62	663.96	3.67	255.44	109.51	56.3	0.22
Quebrada Chimita	120	Tr 100	667.62	663.64	3.98	262.15	107.94	56.3	0.21
Quebrada Chimita	110	Tr 100	667.62	663.51	4.11	280.41	112.82	56.3	0.2
Quebrada Chimita	100	Tr 100	667.62	663.29	4.33	288.21	106.78	56.3	0.2
Quebrada Chimita	90	Tr 100	667.62	663.25	4.37	310.82	111.7	56.3	0.18
Quebrada Chimita	80	Tr 100	667.62	663.03	4.59	337.69	111.48	56.3	0.17
Quebrada Chimita	70	Tr 100	667.62	662.99	4.63	363.52	114.78	56.3	0.15
Quebrada Chimita	60	Tr 100	667.62	662.74	4.88	385.04	121.01	56.3	0.15
Quebrada Chimita	50	Tr 100	667.62	662.57	5.05	416.24	129.99	56.3	0.14
Quebrada Chimita	40	Tr 100	667.62	662.27	5.35	451.1	140.95	56.3	0.12
Quebrada Chimita	30	Tr 100	667.62	662.42	5.2	507.74	153.54	56.3	0.11
Quebrada Chimita	20	Tr 100	667.62	662.33	5.29	568.32	166.99	56.3	0.1
Quebrada Chimita	10	Tr 100	667.62	662.17	5.45	644.59	181.62	56.3	0.09
Quebrada Chimita	0	Tr 100	667.62	661.96	5.66	740.15	196.74	56.3	0.08

Tabla 11.Tabla de socavación para puntos más profundos en las secciones de interés.

Sector	Abscisa	Cota inundación (m)	Cota de Fondo (m)	Y0 (m)	A (m2)	Be (m)	dm (mm)	Qd (m3/s)	Tr (años)	φ	μ	Ym (m)	α	β	Z	Ys	Cota Socavada	Total, Socavado Recto
Rio de Oro	**1304.8**	669.12	662.76	6.36	409.41	103.91	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.94	1.08	1.24	0.34	7.43	661.69	**1.07**
	1300	669.11	663.08	6.39	406.42	104.97	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.87	1.10	1.24	0.34	7.58	661.53	**1.55**
	1290	669.09	662.89	6.38	413.30	100.49	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	4.11	1.04	1.24	0.34	7.25	661.84	**1.05**
	1280	669.04	662.27	6.77	408.86	96.56	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	4.23	1.03	1.24	0.34	7.75	661.29	**0.98**
	1270	669.02	662.24	6.77	411.94	97.44	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	4.23	1.02	1.24	0.34	7.71	661.31	**0.93**
	1260	668.88	662.09	6.79	382.61	101.27	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.78	1.19	1.24	0.34	8.65	660.23	**1.86**
	1250	668.80	662.28	6.52	380.04	127.41	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	2.98	1.40	1.24	0.34	9.29	659.51	**2.77**
	1240	668.61	662.33	6.28	350.74	128.02	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	2.74	1.61	1.24	0.34	9.82	658.79	**3.54**
	1230	668.54	661.73	6.81	349.85	123.60	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	2.83	1.58	1.24	0.34	10.70	657.84	**3.89**
	1220	668.54	661.92	6.62	358.23	119.41	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.00	1.48	1.24	0.34	9.87	658.67	**3.25**
	1210	668.63	662.09	6.55	411.04	127.65	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.22	1.23	1.24	0.34	8.49	660.14	**1.95**
	1200	668.62	662.25	6.37	421.50	130.08	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.24	1.19	1.24	0.34	8.02	660.60	**1.65**
	1190	668.59	662.29	6.31	420.45	128.44	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.27	1.19	1.24	0.34	7.90	660.69	**1.60**
	1180	668.54	662.07	6.47	410.71	126.90	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.24	1.23	1.24	0.34	8.34	660.20	**1.87**
	1170	668.45	661.71	6.74	396.45	126.32	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.14	1.30	1.24	0.34	9.15	659.30	**2.41**
	1160	668.43	661.30	7.13	397.01	123.66	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.21	1.28	1.24	0.34	9.69	658.74	**2.56**
	1150	668.39	661.63	6.76	387.50	116.55	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.32	1.28	1.24	0.34	9.08	659.31	**2.32**
	1140	667.41	661.92	5.50	250.28	92.60	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	2.70	2.27	1.24	0.34	10.78	656.63	**5.29**
	1130	667.45	661.81	5.64	264.03	93.51	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	2.82	2.09	1.24	0.34	10.46	656.99	**4.82**
	1120	666.70	661.79	4.91	221.35	92.19	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	2.40	2.78	1.24	0.34	10.88	655.82	**5.97**
	1110	667.02	661.82	5.20	273.31	99.57	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	2.74	2.06	1.24	0.34	9.35	657.67	**4.15**
	1100	667.20	661.81	5.39	325.90	103.97	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.13	1.58	1.24	0.34	8.03	659.17	**2.64**
	1090	667.28	661.76	5.52	361.71	102.43	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.53	1.31	1.24	0.34	7.21	660.07	**1.69**
	1080	667.25	661.98	5.27	363.62	100.50	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.62	1.29	1.24	0.34	6.70	660.55	**1.43**
	1070	667.25	661.92	5.33	379.48	104.32	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.64	1.23	1.24	0.34	6.57	660.68	**1.24**
	1060	667.28	662.00	5.28	414.09	109.85	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.77	1.10	1.24	0.34	5.98	661.30	**0.70**
	1050	667.30	661.94	5.37	448.39	119.67	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.75	1.02	1.24	0.34	5.77	661.53	**0.41**
	1040	667.32	661.96	5.37	484.41	124.88	10.00	1102.90	100.00	1.00	0.99	3.88	0.92	1.24	0.34	5.35	661.97	**-0.01**
	1030	666.83	661.95	4.88	350.08	123.76	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.83	1.66	1.24	0.34	7.35	659.48	**2.47**
	1020	666.69	661.78	4.91	334.50	123.19	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.72	1.78	1.24	0.34	7.82	658.87	**2.91**
	1010	666.71	661.47	5.25	354.46	122.54	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.89	1.61	1.24	0.34	7.88	658.83	**2.64**
	1000	666.72	661.20	5.57	372.91	121.58	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.07	1.47	1.24	0.34	7.93	658.79	**2.41**
	990	666.73	660.58	6.15	395.20	127.52	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.10	1.38	1.24	0.34	8.55	658.18	**2.40**

Sector	Abscisa	Cota inundación (m)	Cota de Fondo (m)	Y0 (m)	A (m2)	Be (m)	dm (mm)	Qd (m3/s)	Tr (años)	φ	μ	Ym (m)	α	β	Z	Ys	Cota Socavada	Total, Socavado Recto
	980	666.68	660.48	6.20	393.50	127.49	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.09	1.39	1.24	0.34	8.68	658.00	2.48
	970	666.61	660.70	5.91	387.20	128.22	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.02	1.43	1.24	0.34	8.37	658.24	2.46
	960	666.34	661.44	4.90	339.45	125.72	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.70	1.76	1.24	0.34	7.73	658.61	2.83
	950	666.32	661.30	5.02	351.17	125.14	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.81	1.66	1.24	0.34	7.62	658.70	2.60
	940	666.25	661.06	5.19	350.58	124.01	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.83	1.65	1.24	0.34	7.92	658.33	2.73
	930	666.21	661.01	5.20	359.10	126.03	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.85	1.61	1.24	0.34	7.77	658.44	2.57
	920	666.15	660.98	5.17	355.84	125.00	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.85	1.62	1.24	0.34	7.77	658.38	2.60
	910	666.17	660.94	5.22	380.01	125.63	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.02	1.46	1.24	0.34	7.27	658.90	2.04
	900	665.69	660.86	4.83	307.72	127.15	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.42	2.09	1.24	0.34	8.63	657.06	3.80
	890	665.70	660.69	5.00	327.77	125.80	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.61	1.87	1.24	0.34	8.28	657.42	3.27
	880	665.41	660.52	4.88	302.35	126.62	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.39	2.15	1.24	0.34	8.91	656.50	4.02
	870	665.32	660.55	4.77	321.09	129.89	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.47	1.97	1.24	0.34	8.14	657.18	3.37
	860	665.32	660.52	4.80	338.97	133.68	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.54	1.84	1.24	0.34	7.78	657.54	2.98
	850	665.26	660.49	4.77	339.74	134.97	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.52	1.84	1.24	0.34	7.74	657.52	2.97
	840	665.29	660.40	4.89	364.09	136.79	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.66	1.66	1.24	0.34	7.37	657.92	2.48
	830	665.29	660.26	5.03	381.27	137.72	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.77	1.54	1.24	0.34	7.24	658.05	2.21
	820	665.27	660.12	5.15	392.57	137.11	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.86	1.46	1.24	0.34	7.17	658.10	2.02
	810	665.15	660.00	5.15	376.98	136.93	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.75	1.57	1.24	0.34	7.53	657.62	2.38
	800	665.00	659.91	5.09	356.44	134.30	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.65	1.70	1.24	0.34	7.88	657.12	2.79
	790	664.96	659.92	5.04	364.37	141.52	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.57	1.69	1.24	0.34	7.78	657.18	2.74
	780	664.90	659.93	4.96	365.95	143.51	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.55	1.70	1.24	0.34	7.64	657.26	2.67
	770	664.94	659.87	5.07	402.89	148.86	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.71	1.48	1.24	0.34	7.09	657.85	2.02
	760	664.93	659.65	5.29	422.74	160.63	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.63	1.44	1.24	0.34	7.31	657.62	2.03
	750	664.96	659.75	5.21	461.34	166.97	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.76	1.28	1.24	0.34	6.57	658.39	1.36
	740	664.99	659.73	5.26	510.47	173.67	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.94	1.11	1.24	0.34	5.98	659.01	0.72
	730	664.99	659.34	5.65	536.63	178.70	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.00	1.04	1.24	0.34	6.23	658.76	0.58
	720	664.97	659.21	5.75	542.32	182.92	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.96	1.04	1.24	0.34	6.35	658.62	0.59
	710	664.95	659.09	5.86	552.73	182.80	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.02	1.00	1.24	0.34	6.35	658.60	0.49
	700	664.94	658.99	5.96	566.20	182.39	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.10	0.96	1.24	0.34	6.29	658.65	0.34
	690	664.93	658.88	6.06	580.77	182.22	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.19	0.92	1.24	0.34	6.22	658.71	0.17
	680	664.88	658.76	6.12	560.65	176.61	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.17	0.96	1.24	0.34	6.47	658.41	0.35
	670	664.73	658.64	6.09	486.18	163.23	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.98	1.15	1.24	0.34	7.38	657.35	1.29
	660	664.59	658.62	5.97	443.55	158.75	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.79	1.32	1.24	0.34	7.96	656.63	1.99
	650	664.38	658.71	5.68	396.46	154.77	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.56	1.56	1.24	0.34	8.49	655.89	2.82
	640	664.24	658.59	5.65	373.10	151.61	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.46	1.70	1.24	0.34	9.00	655.24	3.35
	630	664.25	658.18	6.07	401.56	151.86	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.64	1.51	1.24	0.34	8.99	655.26	2.92

Sector	Abscisa	Cota inundación (m)	Cota de Fondo (m)	Y0 (m)	A (m2)	Be (m)	dm (mm)	Qd (m3/s)	Tr (años)	φ	μ	Ym (m)	α	β	Z	Ys	Cota Socavada	Total, Socavado Recto
	620	664.25	658.14	6.11	415.05	149.26	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.78	1.41	1.24	0.34	8.63	655.62	2.52
	610	664.27	658.09	6.18	441.44	153.85	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.87	1.30	1.24	0.34	8.23	656.04	2.05
	600	664.07	658.31	5.76	391.01	145.60	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.69	1.53	1.24	0.34	8.53	655.54	2.77
	590	664.04	658.05	5.99	396.68	143.01	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.77	1.48	1.24	0.34	8.72	655.32	2.73
	580	663.93	657.79	6.14	384.17	142.38	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.70	1.56	1.24	0.34	9.33	654.60	3.19
	570	663.93	657.96	5.97	401.83	141.26	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.84	1.44	1.24	0.34	8.49	655.44	2.52
	560	663.86	658.25	5.60	395.06	138.86	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.85	1.46	1.24	0.34	7.94	655.92	2.33
	550	663.19	658.03	5.16	300.85	127.23	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.36	2.17	1.24	0.34	9.63	653.56	4.47
	540	663.23	657.75	5.49	318.97	123.02	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.59	1.93	1.24	0.34	9.51	653.72	4.03
	530	663.22	657.56	5.65	328.48	121.12	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.71	1.81	1.24	0.34	9.43	653.79	3.77
	520	662.96	657.14	5.82	307.89	120.89	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.55	2.02	1.24	0.34	10.59	652.37	4.77
	510	662.92	656.80	6.12	322.58	120.38	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.68	1.86	1.24	0.34	10.62	652.30	4.50
	500	662.98	656.85	6.13	346.99	117.74	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.95	1.63	1.24	0.34	9.62	653.36	3.49
	490	662.88	656.47	6.41	336.68	112.64	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.99	1.66	1.24	0.34	10.32	652.56	3.91
	480	662.90	656.44	6.46	356.77	108.84	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.28	1.47	1.24	0.34	9.53	653.37	3.07
	470	662.97	656.41	6.56	396.83	111.61	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.56	1.25	1.24	0.34	8.62	654.35	2.06
	460	662.85	656.36	6.49	380.90	115.00	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.31	1.37	1.24	0.34	9.09	653.76	2.60
	450	662.72	656.36	6.36	370.09	119.04	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.11	1.47	1.24	0.34	9.34	653.38	2.98
	440	662.63	656.52	6.11	364.00	121.55	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.99	1.53	1.24	0.34	9.17	653.46	3.06
	430	662.59	656.68	5.91	364.15	120.98	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.01	1.53	1.24	0.34	8.77	653.82	2.86
	420	662.04	656.83	5.21	292.30	117.91	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.48	2.17	1.24	0.34	9.73	652.31	4.52
	410	662.05	656.59	5.46	315.05	123.64	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.55	1.97	1.24	0.34	9.62	652.43	4.16
	400	661.99	656.40	5.58	319.68	129.97	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.46	1.99	1.24	0.34	9.95	652.04	4.36
	390	661.80	656.22	5.58	309.03	132.35	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.33	2.13	1.24	0.34	10.47	651.33	4.89
	380	662.07	656.00	6.06	384.01	131.69	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.92	1.48	1.24	0.34	8.84	653.23	2.77
	370	661.22	655.52	5.69	256.30	80.80	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.17	2.10	1.24	0.34	10.59	650.63	4.89
	360	661.53	655.25	6.29	339.05	106.13	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.19	1.58	1.24	0.34	9.70	651.83	3.42
	350	661.60	655.14	6.45	377.05	115.58	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.26	1.40	1.24	0.34	9.15	652.45	2.69
	340	661.62	655.47	6.15	392.79	108.21	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.63	1.25	1.24	0.34	7.94	653.68	1.79
	330	661.45	654.74	6.71	375.46	121.75	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.08	1.46	1.24	0.34	9.92	651.53	3.21
	320	661.30	654.19	7.11	348.97	118.21	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.95	1.61	1.24	0.34	11.50	649.80	4.39
	310	661.13	654.06	7.07	322.87	97.52	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.31	1.62	1.24	0.34	11.43	649.70	4.36
	300	661.04	654.38	6.67	312.90	90.76	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.45	1.62	1.24	0.34	10.67	650.37	4.01
	290	661.05	653.83	7.22	330.02	101.01	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.27	1.60	1.24	0.34	11.62	649.43	4.40
	280	661.07	653.77	7.31	347.99	108.09	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.22	1.53	1.24	0.34	11.42	649.65	4.12
	270	661.04	653.60	7.43	361.04	125.23	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.88	1.59	1.24	0.34	11.98	649.06	4.54

Sector	Abscisa	Cota inundación (m)	Cota de Fondo (m)	Y0 (m)	A (m2)	Be (m)	dm (mm)	Qd (m3/s)	Tr (años)	φ	μ	Ym (m)	α	β	Z	Ys	Cota Socavada	Total, Socavado Recto
	260	660.97	653.80	7.17	359.40	138.98	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.59	1.71	1.24	0.34	12.14	648.83	4.97
	250	661.07	653.68	7.39	434.64	178.70	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.43	1.47	1.24	0.34	11.28	649.79	3.89
	240	661.07	653.89	7.19	451.54	192.65	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.34	1.45	1.24	0.34	10.79	650.28	3.61
	230	661.03	654.35	6.68	446.36	193.34	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.31	1.49	1.24	0.34	10.01	651.02	3.33
	220	661.00	653.61	7.39	456.81	191.78	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.38	1.42	1.24	0.34	10.98	650.02	3.59
	210	660.83	654.28	6.55	420.36	189.26	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.22	1.62	1.24	0.34	10.41	650.42	3.86
	200	660.82	653.68	7.14	429.79	184.47	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.33	1.53	1.24	0.34	11.13	649.69	3.99
	190	660.68	653.80	6.89	403.91	180.18	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.24	1.68	1.24	0.34	11.37	649.31	4.49
	180	660.57	653.69	6.87	382.21	161.39	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.37	1.71	1.24	0.34	11.49	649.08	4.61
	170	660.62	653.69	6.92	413.42	160.79	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.57	1.49	1.24	0.34	10.50	650.12	3.57
	160	660.66	653.69	6.97	442.16	166.09	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.66	1.36	1.24	0.34	9.90	650.76	2.93
	150	660.67	653.45	7.22	461.03	167.82	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.75	1.28	1.24	0.34	9.87	650.80	2.65
	140	660.60	653.42	7.19	452.32	167.45	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.70	1.32	1.24	0.34	10.05	650.55	2.87
	130	660.59	653.42	7.17	459.60	167.06	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.75	1.28	1.24	0.34	9.80	650.79	2.63
	120	660.57	653.36	7.21	461.67	166.03	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.78	1.27	1.24	0.34	9.79	650.78	2.58
	110	660.54	653.30	7.23	458.98	158.55	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.89	1.24	1.24	0.34	9.67	650.87	2.43
	100	660.41	653.28	7.13	429.44	155.30	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.77	1.37	1.24	0.34	10.21	650.20	3.08
	90	660.35	653.22	7.12	424.33	150.92	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.81	1.37	1.24	0.34	10.20	650.15	3.07
	80	660.38	653.23	7.15	448.78	147.52	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.04	1.23	1.24	0.34	9.46	650.92	2.31
	70	660.22	653.13	7.09	418.05	147.73	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.83	1.39	1.24	0.34	10.23	649.99	3.14
	60	660.20	653.02	7.19	422.90	146.54	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.89	1.35	1.24	0.34	10.22	649.98	3.04
	50	659.91	652.79	7.12	371.09	144.44	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.57	1.67	1.24	0.34	11.79	648.12	4.67
	40	659.97	652.61	7.35	400.38	145.81	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.75	1.48	1.24	0.34	11.21	648.76	3.85
	30	658.97	651.94	7.04	250.86	120.88	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.08	2.84	1.24	0.34	17.29	641.68	10.26
	20	658.64	651.55	7.10	234.66	77.66	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	3.02	2.36	1.24	0.34	15.24	643.40	8.15
	10	657.68	651.59	6.10	192.30	71.38	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.69	3.11	1.24	0.34	15.50	642.18	9.41
	0	657.29	651.71	5.67	182.41	71.77	10.00	1159.20	100.00	1.00	0.99	2.54	3.41	1.24	0.34	15.16	642.13	9.58
Quebrada Chimita	705.22	673.52	672.26	1.27	17.94	17.92	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.00	3.14	1.24	0.34	2.23	671.29	0.97
	700	673.26	672.11	1.14	16.27	17.69	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.92	3.66	1.24	0.34	2.18	671.08	1.03
	690	673.12	671.35	1.77	24.75	19.74	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.25	1.96	1.24	0.34	2.37	670.75	0.60
	680	672.90	671.43	1.47	21.46	19.91	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.08	2.50	1.24	0.34	2.25	670.65	0.78
	670	672.83	671.18	1.65	24.18	19.27	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.25	2.00	1.24	0.34	2.21	670.62	0.56
	660	672.77	670.92	1.85	26.26	19.23	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.37	1.74	1.24	0.34	2.29	670.48	0.44
	650	672.70	671.13	1.57	27.02	21.39	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.26	1.78	1.24	0.34	1.90	670.80	0.33
	640	672.27	670.80	1.47	17.78	13.69	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.30	2.66	1.24	0.34	2.36	669.91	0.89
	630	671.88	670.49	1.39	15.63	11.92	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.31	3.01	1.24	0.34	2.41	669.47	1.02

Sector	Abscisa	Cota inundación (m)	Cota de Fondo (m)	Y0 (m)	A (m2)	Be (m)	dm (mm)	Qd (m3/s)	Tr (años)	φ	μ	Ym (m)	α	β	Z	Ys	Cota Socavada	Total, Socavado Recto
	620	671.34	670.17	1.16	13.75	12.86	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.07	3.92	1.24	0.34	2.35	668.99	1.18
	610	671.02	669.64	1.38	14.68	13.29	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.10	3.59	1.24	0.34	2.73	668.29	1.35
	600	670.99	669.40	1.59	18.87	16.00	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.18	2.67	1.24	0.34	2.61	668.38	1.02
	590	670.84	669.31	1.52	19.78	18.04	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.10	2.68	1.24	0.34	2.47	668.37	0.94
	580	670.72	669.41	1.31	21.53	20.37	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.06	2.52	1.24	0.34	1.97	668.75	0.66
	570	670.63	669.24	1.39	23.79	21.44	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.11	2.21	1.24	0.34	1.92	668.71	0.53
	560	670.47	669.25	1.22	22.61	21.03	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.08	2.37	1.24	0.34	1.72	668.75	0.50
	550	670.36	669.08	1.28	23.90	22.11	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.08	2.24	1.24	0.34	1.75	668.61	0.47
	540	670.21	669.06	1.15	23.08	21.95	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.05	2.36	1.24	0.34	1.59	668.62	0.44
	530	670.16	668.81	1.35	27.22	24.10	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.13	1.91	1.24	0.34	1.66	668.50	0.31
	520	670.11	668.59	1.52	29.90	25.28	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.18	1.68	1.24	0.34	1.75	668.36	0.23
	510	670.01	668.50	1.51	27.89	22.66	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.23	1.76	1.24	0.34	1.79	668.22	0.28
	500	669.96	668.51	1.45	30.40	27.37	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.11	1.73	1.24	0.34	1.68	668.28	0.23
	490	669.89	668.33	1.56	30.88	27.49	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.12	1.69	1.24	0.34	1.81	668.08	0.25
	480	669.65	668.35	1.29	22.38	22.07	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.01	2.49	1.24	0.34	1.91	667.74	0.61
	470	669.52	668.21	1.30	23.62	25.23	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.94	2.49	1.24	0.34	1.93	667.59	0.62
	460	669.38	668.09	1.29	24.05	23.78	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.01	2.32	1.24	0.34	1.82	667.56	0.53
	450	669.05	667.97	1.09	19.42	21.16	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.92	3.07	1.24	0.34	1.81	667.24	0.73
	440	668.83	667.75	1.08	19.59	21.90	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.89	3.10	1.24	0.34	1.80	667.03	0.72
	430	668.89	667.55	1.34	33.87	47.62	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.71	2.09	1.24	0.34	1.76	667.13	0.42
	420	668.82	667.50	1.32	35.41	43.66	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.81	1.83	1.24	0.34	1.56	667.26	0.24
	410	668.70	667.41	1.30	32.68	47.63	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.69	2.21	1.24	0.34	1.77	666.93	0.48
	400	668.46	667.44	1.01	25.22	46.60	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.54	3.36	1.24	0.34	1.77	666.69	0.75
	390	668.38	667.26	1.12	35.83	61.95	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.58	2.26	1.24	0.34	1.50	666.88	0.38
	380	668.33	667.16	1.17	44.15	63.45	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.70	1.62	1.24	0.34	1.23	667.10	0.06
	370	668.21	667.00	1.21	38.92	62.13	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.63	1.98	1.24	0.34	1.49	666.72	0.28
	360	668.15	666.91	1.24	43.06	61.84	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.70	1.66	1.24	0.34	1.35	666.80	0.11
	350	668.00	666.61	1.39	34.01	59.72	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.57	2.41	1.24	0.34	2.05	665.95	0.66
	340	667.66	666.56	1.10	20.96	28.82	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.73	3.32	1.24	0.34	1.94	665.72	0.84
	330	667.71	666.10	1.61	35.11	43.41	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.81	1.85	1.24	0.34	2.02	665.69	0.41
	320	667.67	666.23	1.44	42.83	63.61	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.67	1.71	1.24	0.34	1.66	666.01	0.22
	310	667.66	665.95	1.72	61.19	69.76	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	0.88	1.00	1.24	0.34	1.39	666.27	-0.32
	300	667.65	666.14	1.51	71.73	71.25	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.01	0.78	1.24	0.34	0.98	666.67	-0.53
	290	667.65	665.99	1.66	79.67	69.21	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.15	0.64	1.24	0.34	0.96	666.69	-0.70
	280	667.64	665.66	1.98	89.44	72.79	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.23	0.55	1.24	0.34	1.06	666.58	-0.92
	270	667.64	665.47	2.17	100.58	73.13	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.38	0.45	1.24	0.34	1.03	666.61	-1.14

Sector	Abscisa	Cota inundación (m)	Cota de Fondo (m)	Y0 (m)	A (m2)	Be (m)	dm (mm)	Qd (m3/s)	Tr (años)	φ	μ	Ym (m)	α	β	Z	Ys	Cota Socavada	Total, Socavado Recto
	260	667.63	665.50	2.13	96.05	72.70	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.32	0.49	1.24	0.34	1.06	666.57	-1.07
	250	667.63	665.54	2.09	105.50	75.26	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.40	0.43	1.24	0.34	0.94	666.69	-1.15
	240	667.63	665.54	2.09	114.14	77.72	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.47	0.38	1.24	0.34	0.86	666.77	-1.23
	230	667.63	665.42	2.20	122.36	79.31	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.54	0.34	1.24	0.34	0.85	666.78	-1.36
	220	667.62	665.15	2.47	128.26	78.79	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.63	0.32	1.24	0.34	0.92	666.70	-1.55
	210	667.62	665.04	2.58	133.57	70.25	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.90	0.27	1.24	0.34	0.88	666.74	-1.70
	200	667.62	665.03	2.59	134.88	69.78	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.93	0.27	1.24	0.34	0.87	666.75	-1.72
	190	667.62	665.06	2.56	149.59	76.78	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	1.95	0.24	1.24	0.34	0.79	666.83	-1.77
	180	667.62	664.81	2.81	163.05	78.94	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	2.07	0.21	1.24	0.34	0.81	666.81	-2.00
	170	667.62	664.53	3.09	177.69	85.88	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	2.07	0.20	1.24	0.34	0.85	666.77	-2.24
	160	667.62	664.40	3.22	191.27	87.40	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	2.19	0.17	1.24	0.34	0.82	666.80	-2.40
	150	667.62	664.28	3.34	209.71	92.33	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	2.27	0.16	1.24	0.34	0.79	666.83	-2.55
	140	667.62	664.20	3.42	226.67	96.68	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	2.34	0.14	1.24	0.34	0.76	666.86	-2.66
	130	667.62	663.96	3.67	255.44	109.51	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	2.33	0.13	1.24	0.34	0.76	666.86	-2.90
	120	667.62	663.64	3.98	262.15	107.94	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	2.43	0.12	1.24	0.34	0.80	666.82	-3.18
	110	667.62	663.51	4.11	280.41	112.82	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	2.49	0.11	1.24	0.34	0.79	666.83	-3.32
	100	667.62	663.29	4.33	288.21	106.78	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	2.70	0.10	1.24	0.34	0.79	666.83	-3.54
	90	667.62	663.25	4.37	310.82	111.70	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	2.78	0.09	1.24	0.34	0.74	666.88	-3.63
	80	667.62	663.03	4.59	337.69	111.48	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	3.03	0.08	1.24	0.34	0.71	666.91	-3.88
	70	667.62	662.99	4.63	363.52	114.78	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	3.17	0.07	1.24	0.34	0.67	666.95	-3.96
	60	667.62	662.74	4.88	385.04	121.01	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	3.18	0.07	1.24	0.34	0.68	666.94	-4.20
	50	667.62	662.57	5.05	416.24	129.99	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	3.20	0.06	1.24	0.34	0.67	666.95	-4.38
	40	667.62	662.27	5.35	451.10	140.95	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	3.20	0.06	1.24	0.34	0.68	666.94	-4.67
	30	667.62	662.42	5.20	507.74	153.54	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	3.31	0.05	1.24	0.34	0.59	667.03	-4.61
	20	667.62	662.33	5.29	568.32	166.99	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	3.40	0.04	1.24	0.34	0.54	667.08	-4.75
	10	667.62	662.17	5.45	644.59	181.62	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	3.55	0.04	1.24	0.34	0.50	667.12	-4.95
	0	667.62	661.96	5.66	740.15	196.74	10.00	56.30	100.00	1.00	0.99	3.76	0.03	1.24	0.34	0.46	667.16	-5.20

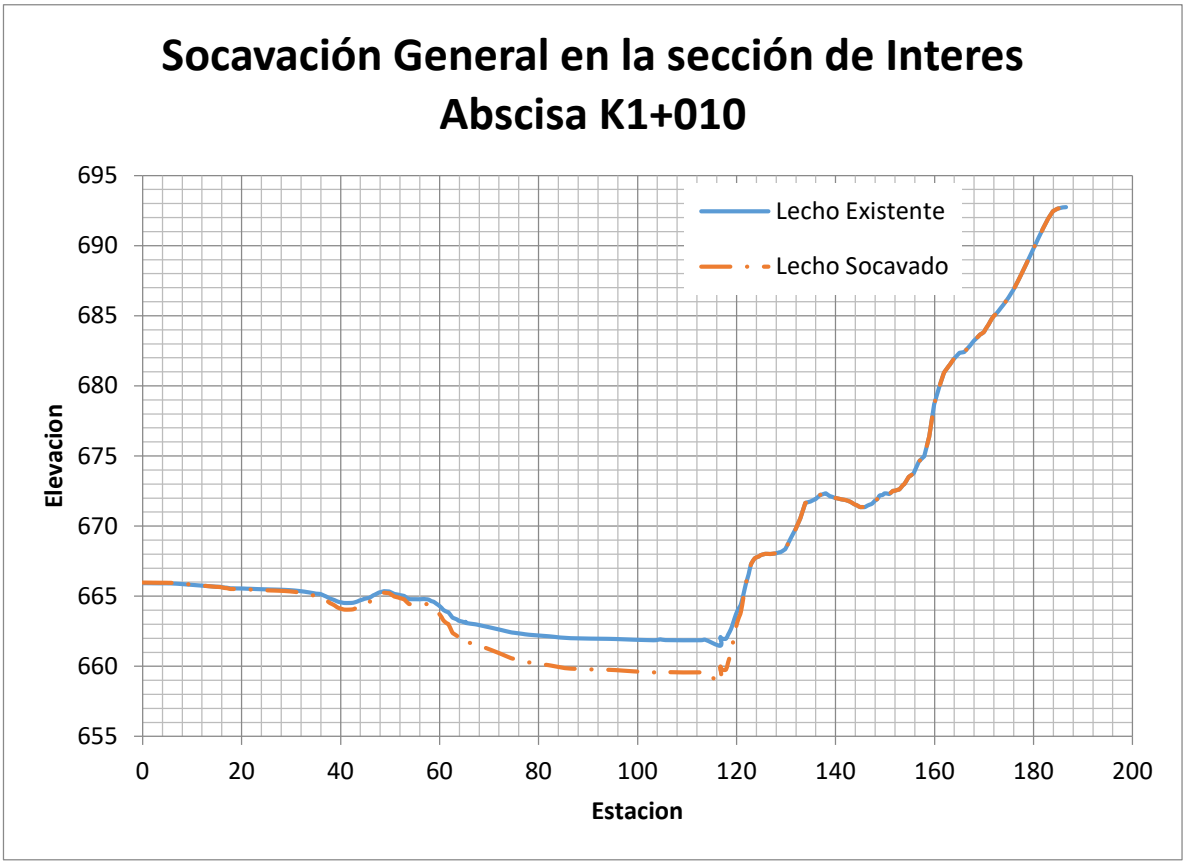


Figura 33.Socavación general para las obras en sección media de mayor profundidad (K1+010)

5. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

5.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El municipio de Bucaramanga está localizado al nororiente del país en el departamento de Santander sobre la Cordillera Oriental. La zona de estudio se encuentra ubicada al suroccidente de la ciudad, exactamente en el Barrio Gallineral junto a la quebrada Chimita frente a la planta de Norgas. Presenta coordenadas Origen Único N: 2.342.228,761 y E: 4.981.504,554.



Figura 34. Localización zona estudio, ubicado en el barrio Gallineral junto a la quebrada Chimita.
Fuente: Autores

5.2 GEOLOGÍA

5.2.1 Geología Regional

La zona de estudio ubicada en el Barrio Gallineral se localiza dentro del área de influencia de la plancha geológica del Servicio Geológico Colombiano Plancha geológica del departamento de Santander donde se presenta en la Figura 35.

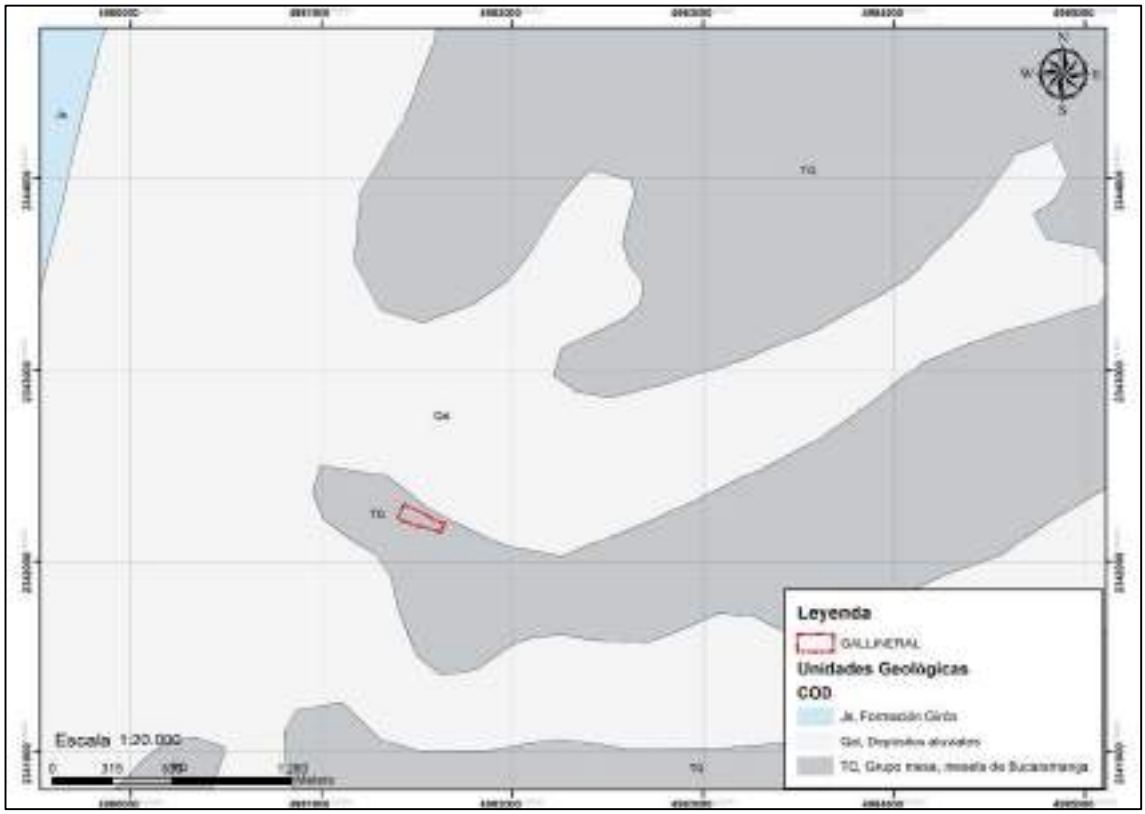


Figura 35. Localización zona estudio Barrio Gallineral (cuadro rojo) en la plancha Geología del Departamento de Santander.
Fuente: Tomado y adaptado del SGC, 1999

De acuerdo con lo observado en la Figura 35 el área de estudio se encuentra ubicado en medio Depósitos aluviales (Qal), por consiguiente, el Barrio Galán estará conformada en su mayoría por areniscas, limolitas y conglomerados débilmente consolidados y considerados como depósitos de origen fluvial.

Depósitos aluviales (Qal). Sedimentos recientes que han sido transportados y depositados por los ríos y quebradas, conformando los cauces activos, abandonados y llanuras de inundación. Están conformados por bloques, cantos, grava, arena y finos, compuestos por cuarzo, chert, cuarcitas y líticos de composición variada, con forma subredondeada a redondeada, por lo general clasto soportados, con tamaños y granulometría heterogénea, en condición suelta, embebidos en matriz areno limosa. Con espesor promedio entre 0.5 y 1.0 m.

Grupo Mesa, Meseta de Bucaramanga (TQ). La unidad está constituida por areniscas, limolitas y conglomerados débilmente consolidados y considerados como depósitos de origen

fluvial, los cuales están representados por el grupo Mesa y la Unidad Meseta de Bucaramanga, de edad pliocena-pleistocena.

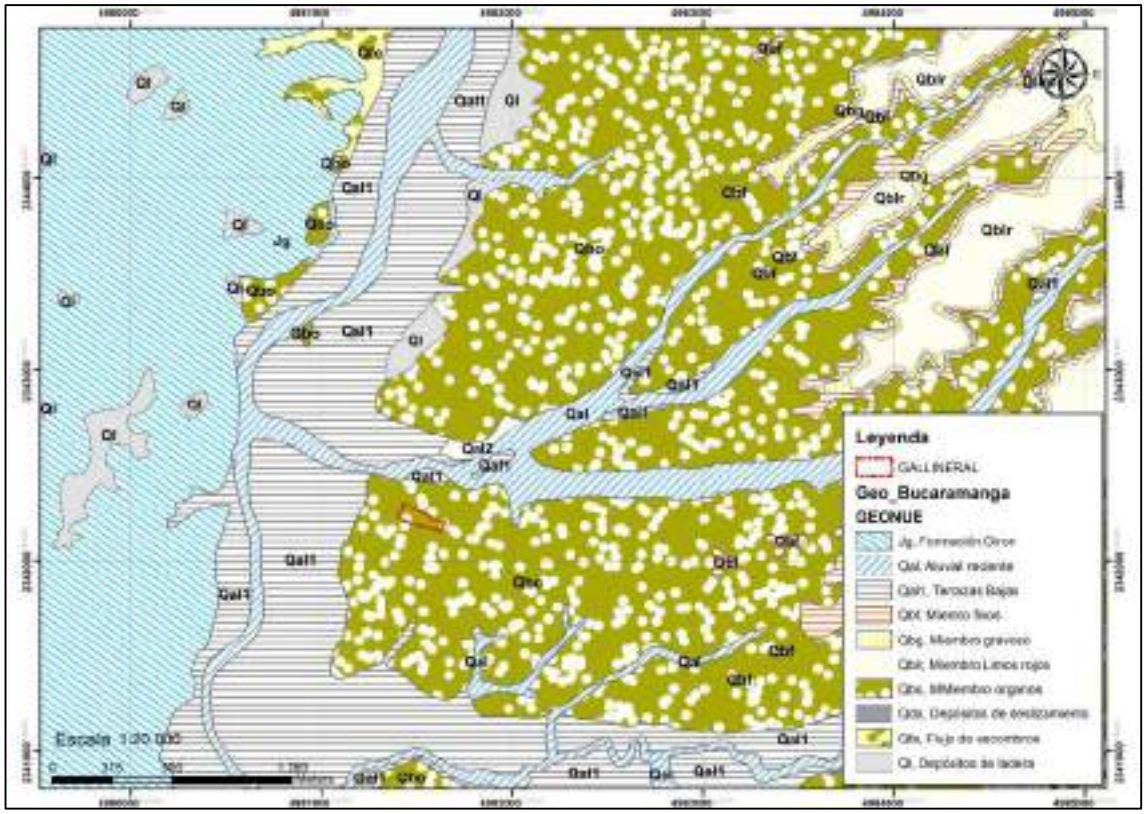


Figura 36. Localización Zona de estudio afectado en la zona del Barrio Gallineral (Cuadro rojo), en el mapa geológico de la zonificación sismo geotectónica del área metropolitana de Bucaramanga.
Fuente: Tomado y modificado del INGEOMINAS, 2001.

Depósitos de ladera (Ql): Depósitos de color amarillo claro y rojizo, con cantos y bloques de conglomerados y areniscas cuarzo feldespáticas, subangulares, en matriz areno-arcillosa.

Aluvial reciente (Qal): Cantos de areniscas silíceas, conglomerados cuarcitas y lodolitas, granito, granodiorita, diorita, gabro, neis y esquisto, en matriz areno lodosa.

Terrazas bajas (Qal1): Depósitos de cantos subredondeados a redondeados de areniscas cuarzosas y resistentes, guijos ígneo-metamórficos, areniscas violáceas y fragmentos de cuarzo lechoso, en matriz areno – arcillosa.

Miembro Órganos (Qbo). Definido por Hubach (1952). aflora en las laderas y escarpes de la parte occidental de la Meseta de Bucaramanga y el Área metropolitana. Se caracteriza por erosionarse fácilmente, formando surco, cárcavas y tierras malas que dan formas de estoraques que alcanzan alrededor de 15mdealturay sobre el se desarrolla un drenaje dendrítico subparalelo. De acuerdo con Bueno y Solarte (1994), corresponde a una serie monótona de niveles polimícticos de fragmentos gruesos, de aspecto conglomerático, en alternancia con capas y lentes limo arenosos, con variaciones laterales y verticales en composición y textura. Hubach (1952) describe niveles lenticulares limo arenosos, con espesores hasta de 5 m. los niveles de aspecto “conglomerático” conforman depósitos de gravas y bloques, débilmente consolidados, dispuestos en forma de capas gruesas a muy gruesas con espesores de hasta 15m.

5.2.2 Geología estructural

El nororiente colombiano de Los Andes es un territorio geológicamente complejo y tectónicamente dinámico; su conformación está relacionada con la interacción de las placas tectónicas Nazca, Caribe y Suramérica. El área de Santander por encontrarse dentro de este dominio despierta gran interés y genera discusiones sobre su origen y su conformación geológica.

El Departamento de Santander se encuentra localizado en una región tectónica compleja y dinámica, que representa a una zona de influencia entre los límites de las placas tectónicas del Caribe y la suramericana, conocida como bloque Andes del Norte o bloque Norandino en los trabajos de Kellogg (1984); Case, et al. (1984); Kellogg, et al. (1985); James (1985) y Boinet (1985), entre otros.

Para la caracterización tectónica del territorio de Santander se ha subdividido en tres provincias tectónicas como son la del Macizo de Santander, que está conformada por los bloques de Floresta, Cucutilla, Pamplona y de Ocaña; la del Valle Medio de Magdalena, y la de la Cordillera Oriental.

El área de estudio se encuentra en la provincia tectónica de la Cordillera Oriental (Figura 37). La cual se caracteriza por pliegues anticlinales y sinclinales amplios, limitados por fallas inversas y de cabalgamiento, de direcciones NE y NW, con inclinación predominante hacia el oriente.

Constituye una cobertera sedimentaria con cubrimiento de una gran extensión de la Cordillera Oriental. En el Departamento de Santander, está restringida a dos bloques, el principal localizado en la región central estructural y el menor ubicado en la región oriental. Esta provincia

está conformada por rocas sedimentarias generalmente plegadas, de edades jurásicas y cretácicas; el bloque principal o central está limitado al oriente por las fallas Riachuelo y Bucaramanga-Santa Marta, y al occidente por la Falla La Salina, mientras el bloque oriental está limitado al oriente por la Falla de Servitá y al occidente por las fallas Bucaramanga-Santa Marta y de Baraya.

El territorio santandereano se caracteriza por presentar tres estilos estructurales diferenciables, los cuales identifican tres regiones estructuralmente bien definidas del departamento: uno de fallamiento en bloques en la región oriental; otro de plegamientos en la región central, y el graben del Magdalena, en la región occidental (Figura 37) se toma como referencia la descripción en la memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001).

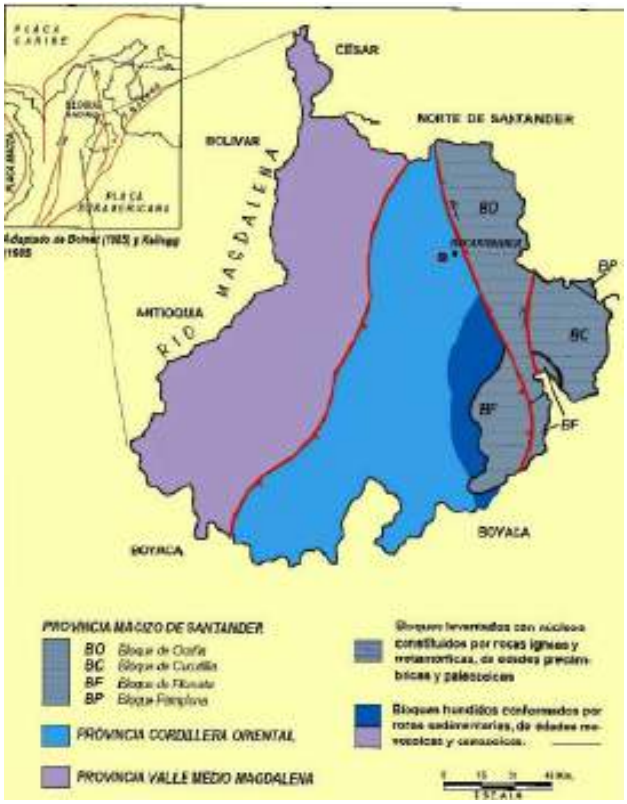


Figura 37. Esquema tectónico departamento de Santander, la zona de estudio esta demarcada en rojo.
Fuente: Tomado y modificado de memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001).

El área de estudio, Barrio Club Gallineral se encuentra en la región central (Figura 38) está al NW de la falla del Suarez.

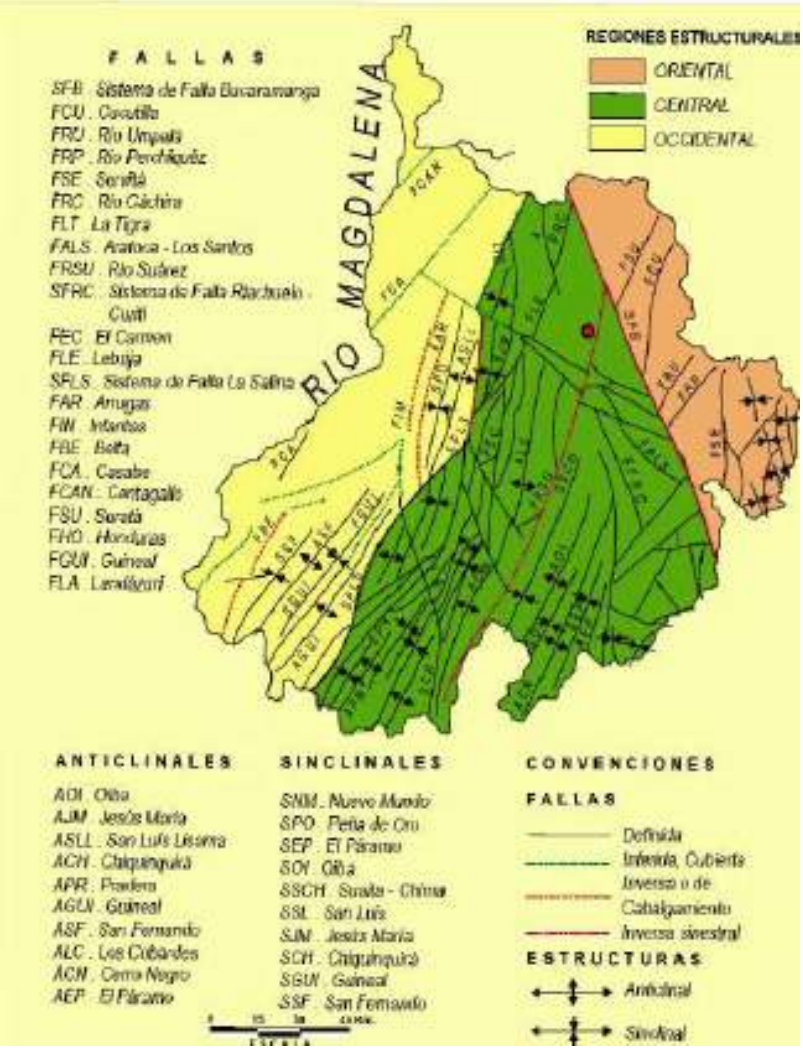


Figura 38. Esquema estructural departamento de Santander, la zona de estudio esta demarcada en rojo.
Fuente: Tomado y modificado de memoria explicativa del mapa geológico generalizado del departamento de Santander (INGEOMINAS, 2001).

De acuerdo con lo que se puede observar en el área de estudio está en cercanías de la falla del Suarez.

En Figura 38 la zona de estudio que está sobre el barrio Galán exactamente junto al rio de oro y cerca de la planta vidagas se encuentra al noroeste la falla del Suarez.
Geográficamente conforma la cadena montañosa de las estribaciones occidentales de la Cordillera Oriental, en donde se destacan amplias estructuras anticlinales y sinclinales, limitadas por fallas inversas y de cabalgamiento con inclinación hacia el oriente. En esta región se describen de oriente a occidente, los principales anticlinales, sinclinales y fallas geológicas.

La región central está localizada entre la Falla de Bucaramanga-Santa Marta al oriente y la Falla La Salina al occidente. Geográficamente conforma la cadena montañosa de las estribaciones occidentales de la Cordillera Oriental, en donde se destacan estructuras anticlinales y sinclinales amplias, limitadas por fallas inversas y de cabalgamiento con inclinación hacia el oriente.

- **Falla de Bucaramanga-Santa Marta**

Es el rasgo estructural más evidente y de gran extensión que cruza la región centro-oriental del Departamento de Santander, en dirección aproximada N20°W y cuyo trazo rectilíneo se expresa claramente en imágenes de satélites y fotografías aéreas. Es considerada un sistema de fallas de rumbo (CAMPBELL, 1965; LEON, 1991; VARGAS Y NIÑO, 1992; CLAVIJO et al., 1993; CLAVIJO, 1994ª), con movimiento sinestral, cuyo desplazamiento es calculado por Campbell (1965) y Tschanz, et al. (1969, 1974) en unos 100 a 110 km; tiene una componente vertical importante, según Julivert (1958, 1961), Ward, et al. (1973), Paris y Sarria (1988), Royero (1994), que hace que esta falla se comporte en algunos sectores como inversa y en su extremo meridional aún de cabalgamiento (BOINET, 1985; ULLOA, 1990, Comunicación verbal).

En el territorio del Departamento de Santander se ha encontrado evidencias de actividad neotectónica (lineamiento, facetas triangulares, lomos de ganchos, drenajes adaptados, laguna de falla, lomo de obturación) de la Falla Bucaramanga-Santa Marta, especialmente en la Meseta de Bucaramanga (donde afecta los niveles interiores de la secuencia estratigráfica) de edad Plioceno-Pleistoceno, según Julivert (1963), Paris y Sarria (1988), León (1992), Vargas y Niño (1992), Reyes y Barbosa (1993).
En el Cañón del Rio Chicamocha también se han encontrado evidencias de neotectonica de esta falla (drenaje desplazado, terrada basculada, cantos rotos, lomos de obturación), según Castro y Bernal (1992) y Carrillo y Bernal (1992).

- **Falla del Suarez**

Esta falla se extiende por una longitud de unos 120 km desde Barbosa al sur hasta la Falla Bucaramanga-Santa Marta 5km al norte de la capital santandereana; su trazo tiene una

dirección N20°E y N25°E, con inclinación al occidente y sigue el curso de los ríos Suarez y Río de Oro. Es una falla inversa de ángulo alto, con una componente vertical importante. París y Sierra (1988) calculan una velocidad de desplazamiento vertical de 0,1 mm/año; además, se trata de una falla de rumbo con desplazamiento sinestral. El desplazamiento vertical se ha calculado entre 400 y 2300 m (WARD, et al., 1973).

La Falla del Suárez, al occidente del pueblo de Girón afecta capas de la Formación Girón, las cuales se pliegan por arrastre, alcanzando posiciones verticales y en algunos casos invertidas. En cercanías de la falla se observa un fuerte fracturamiento y un alto grado de meteorización de las rocas hasta el punto de llegarse a confundir con depósitos cuaternarios (JULIVERT, 1963).

5.2.3 Unidades Geológicas para Ingeniería (Local)

Se caracterizaron y cartografiaron las Unidades Geológicas Superficiales a escala detallada, según las condiciones físico-mecánicas de los suelos en diferentes sitios, siguiendo la metodología y nomenclatura del INGEOMINAS (2007).

Las Unidades Geológicas Superficiales corresponden a un conjunto de materiales que incluyen suelos y rocas, cuyas propiedades se conservan por debajo de la superficie hasta algunas decenas de metros. Las UGS se utilizan como herramienta para evaluar el comportamiento mecánico de los terrenos ante diferentes usos, como desarrollo de obras de infraestructura, desarrollos mineros y demás usos definidos en los planes de ordenamiento territorial.

Factores considerados para caracterizar las Unidades Geológicas Superficiales (UGS)

En la cartografía geológica para ingeniería, la clasificación de rocas y suelos está basada en las propiedades físicas de dichos materiales en su estado actual, dependiendo de la combinación de factores como el origen, la diagénesis, la historia tectónica, el metamorfismo y los procesos de meteorización, los cuales gobiernan el comportamiento mecánico de dichos materiales (resistencia, deformabilidad, durabilidad, y permeabilidad, entre otros). Para la descripción y caracterización de las unidades geológicas superficiales, se tienen en cuenta cinco parámetros fundamentales: Litología (composición y textura), dureza o resistencia, condición de las discontinuidades, grado de meteorización y rasgos estructurales. Estas características se obtienen mediante la descripción de perfiles de afloramientos rocosos, exploración del subsuelo, muestreo de suelos y rocas, ensayos in situ y análisis de laboratorio, debido a las condiciones que se presentaron en el área de estudio algunas de estas características se restringen para el análisis y resultados a presentar.

La International Asociation of Engineering Geology (IAEG) recomienda usar propiedades geológicas que de alguna manera indican las características geológicas de ingeniería, como las que se relacionan a continuación:

Litología

Características de textura y estructura tales como la distribución del tamaño de las partículas, su correlación con el peso unitario y la porosidad.

Contenido de humedad, humedad de saturación, consistencia, diaclasamiento, alteración y grado de meteorización.

Composición mineralógica, la cual está estrechamente relacionada con el peso específico, los límites de Atterberg y el índice de plasticidad.

Grado de Meteorización

Es uno de los aspectos que juega un papel importante en la caracterización de las unidades superficiales, se define como la descomposición física y química In situ de los materiales cercanos a la superficie de la tierra. Influye en la formación de los suelos residuales, estabilidad de las laderas y en la acción de los procesos erosivos, al igual que sobre las propiedades físico–mecánicas de las rocas tales como densidad, esfuerzo a la comprensión inconfinada, esfuerzo a la tensión inconfinada, porosidad, permeabilidad, deformabilidad y consistencia. Para definir el grado de meteorización de las rocas se utilizaron los perfiles generalizados de Deere y Patton (1971) y Dearman (1974, 1991).

Grado de fracturamiento o discontinuidades

Se definen como planos o fracturas de origen mecánico o sedimentario que independizan o separan bloques de roca. En la Tabla 12, se muestra una de las clasificaciones del grado de fracturamiento tenida en cuenta en el estudio de las discontinuidades.

Tabla 12. Condición de fracturamiento de las rocas.

INTERVALO DE SEPARACION (espaciamiento)*	> 2 m (mayor de 200 cm)	60 - 200 cms	20 - 60 cm	6 - 20 cm	< 6 cm (menor de 6 cm)
CLASIFICACION (Grado de fracturación)	MASIVA	POCO FRACTURADA	FRACTURADA	MUY FRACTURADA	FRAGMENTADA o TRITURADA
CARACTERISTICAS	Discontinuidades bastante espaciadas (mayor de 2 m)	Fracturas regularmente espaciadas a ampliamente espaciadas	Fracturas próximas o moderadamente espaciadas	Fracturas muy próximas o estrechamente espaciadas. Las rocas se separan en bloques tabulares	La roca se presenta triturada, astillosa y se separan en lajas con facilidad

* Según Bieniawsky (1979), Dearman (1991) y Medina (1997).

De acuerdo con los factores considerados para caracterizar las Unidades Geológicas Superficiales (UGS) (según su origen, litología, grado de meteorización, y grado de fracturamiento o discontinuidades en roca, entre otros aspectos), en el sitio estudiado las UGS se dividieron en:

5.2.3.1.1 Unidades de Suelo

Para la clasificación de estas unidades se tomó como base la clasificación genética utilizada por el INGEOMINAS (2007) (Tabla 13).

Tabla 13. Clasificación genética de las unidades de suelo. Modificado de Montero (2001).

Tipo	Origen	Nombre de los depósitos
Residual	In situ	Suelo Laterítico y Suelo Saprolítico
Transportado	De Ladera	De gravedad: depósitos coluviales y flujos de tierra
	Aluvial – Fluvio torrencial	Aluviones en el lecho o fuera de él (Llanura de Inundación, Barras, Terrazas, Abanicos, Deltas)
	Glaciares	Fluvioglaciares

	Antrópico	Materiales diversos, naturales o no (Rellenos sanitarios, presas, escombreras y rellenos de disposición)

De acuerdo con la Tabla 13 en el sector estudiado, se presentan según la clasificación del INGEOMINAS 2007, en la zona estudiada:

Suelos transportados

Esta unidad corresponde a material que ha sufrido algún tipo de transporte, en este caso se refiere a materiales transportados por efectos de la gravedad, movimientos en masa, actividad antrópica, corrientes de agua y principalmente la lluvia, los suelos transportados están conformados por clastos de diferente composición litológica (rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas), se pueden hallar embebidos en una matriz arcillosa a arenosa, suelos varían de compactos a no compactos. Según lo anterior los suelos transportados se clasificaron de la siguiente manera:

De ladera

- **Suelos Coluvial reciente y antiguo (Sco1)**

Los coluviones son masas incoherentes de materiales sueltos y heterogéneos, de suelos y/o fragmentos de roca angulares a subangulares, depositados por la gravedad, lavado de la lluvia o movimientos en masa. Se caracterizan por materiales clasto-soportados o matriz-soportados según el origen de los sedimentos, su tamaño de grano varía desde grava hasta bloques de 1,5 m de diámetro, con consistencia muy baja a baja en coluviones antiguos y meteorización intermedia a alta. Los coluviones recientes se asocian a depositos de ladera, a movimientos en masa que presentan actividad o han tenido movimiento en épocas recientes. Son inconsolidados, permeables, con fragmentos poco alterados, susceptibles a ser erosionados. Figura 39.

Aluvial- Fluviotorrencial

- **Suelos Aluviales de cauce activo (Sal)**

Dentro del área de estudio se observó sedimentos recientes que han sido transportados y depositados por los ríos y quebradas, conformando los cauces activos, abandonados y llanuras de inundación. Están conformados por bloques, cantos, grava, arena y finos, compuestos por cuarzo, chert, cuarcitas y líticos de composición variada, con forma subredondeada a redondeada, por lo general clasto soportados, con tamaños y granulometría heterogénea, en condición suelta, embebidos en matriz areno limosa. Con espesor promedio entre 0.5 y 1.0 m.Figura 39



Figura 39. Se observa suelo aluvial de cauce activo (Quebrada chimita) y suelos coluviales recientes y antiguos.
Fuente : Elaboración propia.

- **Suelos de Terrazas Bajas (Sat1)**

Corresponden a depósitos aluviales, acumulados en forma de escalones en las márgenes de los ríos y arroyos, con tamaño de grano arena, grava, cantos y bloques, redondeados a subredondeados, con alta esfericidad, cuya composición varía según la litología de las zonas atravesadas por las corrientes. La matriz es principalmente areno-arcillosa, de consistencia baja a media, generalmente son matriz soportados, sueltos y permeables, con humedad baja, siendo fácilmente disgregables o erosionables. En la zona de estudio se encuentran terrazas bajas entre 1 a 2 m. ver Figura 39 y Figura 40.



Figura 40. Se observa terraza baja (Sat1) sobre el margen de la Quebrada Chimita. Fuente: Elaboracion propia.

De Origen antrópico

Corresponden a materiales heterogéneos dispuestos por el hombre, generalmente de manera caótica y sin ningún tratamiento o adecuación, con el objeto de cumplir los requerimientos de los diseños de obras de ingeniería. Están compuestos por materiales tamaño arena, arcilla, grava y son producto de residuos de construcción o para adecuación de terrenos generalmente como cimentación de la vivienda o vías (INGEOMINAS, 2001).

- **Suelos de llenos antrópicos de excavación y/o relleno (Stla)**

Se componen por material de excavación y/o relleno con el fin de adecuar el terreno para la construcción de viviendas y otras estructuras. El área de estudio se caracteriza por presentarse en cercanías a la vía nacional que de Girón conduce a café Madrid, norte de la ciudad de Bucaramanga.

A continuación, en la Tabla 14 se resumen las características principales de las unidades geológicas para ingeniería presentes en el área.

Tabla 14. Unidades geológicas de Ingeniería

UNIDAD GEOLÓGICA BÁSICA/EDAD	UNIDAD GEOLÓGICA SUPERFICIAL (Clase de material)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Cuaternario	Suelo coluvial reciente	Sco1	Materiales sueltos y heterogéneos, de suelos y/o fragmentos de rocas angulares a subangulares, depositados por la graedad, lavado de la lluvia o movimientos de masa.
	Suelos aluviales de cauce activo	Sal	Materiales sueltos y heterogéneos, de suelos y/o fragmentos de rocas angulares a subangulares, depositados por la graedad, lavado de la lluvia o movimientos de masa.
	Suelos aluviales de terraza baja	Sat1	Son depósitos clasto soportados a matriz soportados, originados principalmente por acción de la gravedad, sobresaturación de suelos residuales y depósitos de coluvión, en épocas de fuerte invierno. Están compuestos por gravas y una matriz limo arenosa
	Suelos de llenos antrópicos de excavación y/o relleno	Stla	Arenas arcillosas gravosas y limos de colores rojizos, amarillentos y naranjas. Existen esporádicos bloques angulares grandes, de arenisca, asociados superficialmente a este miembro.

A continuación, en la Figura 41 se presenta el mapa geológico de unidades para ingeniería del área de estudio Barrio Gallineral.

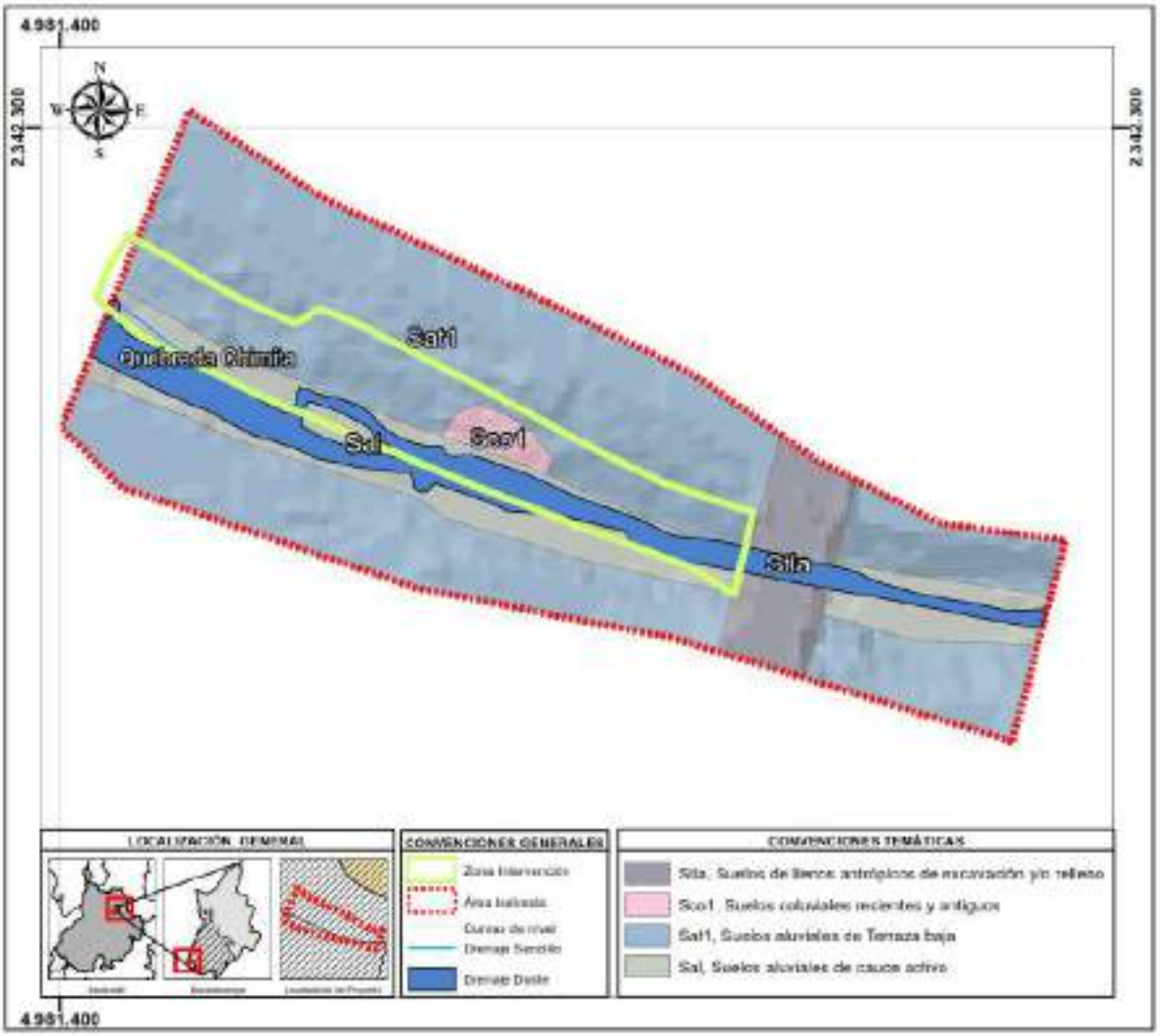


Figura 41. Mapas de Unidades Geológicas para Ingeniería área de estudio Barrio Gallineral.
Fuente: Elaboración propia.

5.2.4 Geomorfología

5.2.4.1 Metodología

En el estudio de las formas del terreno, fue indispensable la utilización de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), las imágenes satelitales, y el Modelo Digital del Terreno (MDT) elaborados, con el que se calcularon otros factores como las pendientes del terreno, el modelo de sombras, entre otros; con el fin de determinar por medio de interpretación, los tipos de materiales involucrados, los procesos morfodinámicos, y las formas predominantes del terreno. Para su caracterización se consideró la metodología de trabajo que desarrolla la entidad del estado cuya misión es la evaluación de las amenazas naturales (SGC-metodología Carvajal-2011), cuyo marco de jerarquía difiere ligeramente en los niveles de categorización y conceptualización genérica.

A continuación, se enlistan algunos de los insumos utilizados para la caracterización geomorfológica del área de estudio.

- ArcGIS 10.4
- Mapa Geológico (1:25.000): 109 – Zonificación Sismogeotécnica indicativa del área metropolitana de Bucaramanga
- Imagen Satelital: Lidar
- Modelo Digital del Terreno
- Modelo de Sombras

5.2.4.2 Geomorfología de la Zona de estudio según (SGC)

La zona de estudio se encuentra ubicado morfológicamente en la geomorfoestructura correspondiente al sistema Orogénico Andino, conformado a su vez por la provincia geomorfológica Cordillera Oriental (Carvajal, 2002-2002a, y Mendivelso 2009). En la Figura 42 se muestra el esquema de jerarquización geomorfológica propuesto para el estudio del área del barrio Gallineral.



Figura 42. Esquema de Jerarquización geomorfológica.
Fuente: Tomado y Modificado de Velásquez (1999), Carvajal (2002-2008).

5.2.4.2.1 Geomorfoestructura

La geomorfoestructura se refiere a grandes áreas geográficas o amplios espacios continentales o intra continentales caracterizados y definidos por estructuras geológicas y topográficas regionales que han tenido deformación o basculamiento y posiblemente metamorfismo o intrusión ígnea. Se consideran como geomorfoestructura: Los escudos, los bloques de origen continental (Plateaus Orogénicos o Epirogénicos), grandes cuencas de sedimentación, cuencas intracratónicas y rift valleys, plataformas y cinturones orogénicos. Corresponde según Velásquez (1999) a escalas de trabajo menores de 1: 2.500.000.



Figura 43. Localización zona estudio en el mapa Geomorfo estructural de Colombia. Fuente: Tomado y Modificado de Mendivelso (2009).

El área de estudio del barrio Galán se encuentra ubicada morfológicamente en la geomorfoestructura correspondiente al sistema orogénico andino (Figura 37) descrito por Mendivelso (2009) y dentro de este sistema hace parte la geomorfoestructura de cordillera (Carvajal 2011).

5.2.4.2.2 Provincia Geomorfológica

Corresponde a un conjunto de regiones con geoformas parecidas y definidas por un macro relieve y una génesis geológica similar. Localmente se relacionan con las regiones naturales y con los terrenos geológicos de Colombia los cuales están delimitados por el trazo de mega fracturas y suturas definidas o inferidas (Ingeominas 1999, Velásquez 1999, Irving 1971, Etayo y otros 1986, Villota 1997). El área de estudio se encuentra localizada en la Cordillera Oriental (Figura 38).



Figura 44. Localización zona de estudio en el mapa de Provincias de Colombia. Fuente: Tomado y Modificado de Mendivelso (2009).

El nombre propuesto para la provincia geomorfológica es compuesto y consiste en un término morfológico de macro relieve, combinado con un nombre geográfico definido por el nombre del terreno geológico o región natural respectiva Mendivelso (2008-2009).

5.2.4.2.3 Regiones

Las regiones hacen alusión a los ambientes morfogenético que predominan en el área de estudio, e involucra a las geoformas relacionadas a la génesis de los paisajes, y definidas por un marco de ambiente morfogenético definido y afectados por procesos dinámicos parecidos. Aquí se pueden agrupar áreas equivalentes a vertientes que estén contenidas dentro de una provincia geomorfológica y que representen un ambiente morfogenético particular con condiciones climáticas homogéneas: Eólico, lacustre, fluvial, volcánico, glaciar, denudativo, marino y costero, kárstico, estructural, estructural denudativo y antropogénico.

Tabla 15. Clasificación de unidades Geomorfológicas según su origen (Ingeominas, 2001).

ORIGEN PRINCIPAL	EJEMPLOS DE FORMAS CON UN ORIGEN ESPECIFICO
FLUVIAL (Erosión Fluvial y Sedimentación)	Geoformas de acumulación y complejas planicies aluviales, transicionales y erosiónales.
LACUSTRE (Erosión Lagunar y Sedimentación)	Geoformas producto de niveles de agua alta (Terrazas), fondos de lagos. (Evaporitas/Playa, no Evaporitas)
MARINO (Erosión Marina y Sedimentación)	Geoformas de ambientes de alta energía, (materiales de grano grueso); de ambientes de baja energía (materiales de grano fino); y asociadas a complejos levantamientos.
VOLCÁNICO (Actividad Volcánica)	Geoformas de conos, cráteres, escarpes volcánicos, flujos de lava y labradas en materiales piroclásticos.
DENUDACIONAL (Meteorización, desgaste de masa, Erosión Linear)	Geoformas asociadas a desgaste, efectos litológicos no mayores. Geoformas influenciadas por la litología y erosión fluvial linear asociadas con procesos denudativos específicos (desgaste de masas).
ESTRUCTURAL (Fallamiento)	Geoformas asociadas con las capas de roca estratificadas o estructuralmente controladas, relacionadas con plegamientos, fallamiento y levantamiento.
ESTRUCTURAL-DENUDACIONAL	Asociaciones denudacionales y estructurales.
KÁRSTICO (Solución y Redepositación)	Geoformas positivas (Colinas), negativas (Depresiones), estructurales y otras (Complejos).
EÓLICO (Erosión por el Viento y Sedimentación)	Geoformas de acumulación (Activas/No activas), y de deflación.
GLACIAL (Erosión y Sedimentación)	Geoformas erosiónales dominantemente de glaciación continental, glaciación de montañas y de acumulación (dominantemente morrenas, hielo, y lomos)
ANTROPOGÉNICO	Aquellas formas del relieve que son el producto de modificaciones causadas por intervención del hombre.

Según la Tabla 15, La zona de estudio (Barrio Gallineral) se encuentra caracterizada por dos regiones que representan los ambientes morfogenéticos, los cuales son: Ambiente Fluvial ,denundacional y Ambiente Antropogenico.

Tabla 16,. Unidades geomorfológicas de la zona de estudio (Carvajal 2011).

GEOMORFOESTRUCTURA	REGION	UNIDAD	SUBUNIDAD	SIMBOLO
Orógeno Andino	Ambiente Denudacional	Movimiento en Masa	depósitos de Movimiento en Masa	D15
	Ambiente Fluvial	Depósitos aluviales	Cauce o lecho actual del rio	F1
			Nivel de terraza Baja	F3
	Ambiente Antropogénico	Obras	Obras Civiles	A7

5.2.5 Unidades y Subunidades geomorfológicas de la Zona de estudio

De la zona de estudio se identificaron unidades y subunidades de los ambientes denuncial, fluvial y antropogénico. Estas Unidades se definieron con base en criterios genéticos, morfológico, geométrico, y en función de los procesos geomorfológicos específicos, ya sea de carácter erosivo o de acumulación. Para la delimitación de las geoformas se utilizaron imágenes satelitales y el modelo digital del terreno, las cuales evidenciaban todos los parámetros previamente mencionados junto a procesos dinámicos activos.

5.2.5.1 Geoformas de Origen Denudativo(D)

Dentro de las geoformas asociadas a los procesos denudativos exógenos se incluyen las geoformas cuya expresión morfológica está definida por la acción combinada de procesos moderados a intensos de meteorización, erosión y transporte de origen gravitacional y pluvial que han remodelado y dejado remanentes de las geoformas morfoestructúrales preexistentes y además crean nuevas geoformas por acumulación de sedimentos.

Dentro de la zona de estudio esta geoforma se distribuye en una zona específica, sin embargo, son características depósitos fluviales. Su origen obedece a los procesos de plegamiento y deformación intensa, durante la formación de la afectación posterior por procesos de meteorización y de denudación diferenciales intensos que generaron la formación local de suelos transportados y depósitos coluviales con los que generalmente se asocian. Morfológicamente presentan estas características generales:

Movimientos en masa

Geoformas asociadas a sectores inestables donde se han presentado desplazamientos del terreno a lo largo de superficies de ruptura.

- **Depósitos de movimientos en masa (D15)**

Son geoformas compuestas por masas de suelo o roca, o mezcla de ambos, cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla y en un tiempo relativamente corto, o por desgarre de una zona de poco espesor cuya masa movida muestra evidencia de actividad reciente. Por lo general este tipo de fenómenos muestra movimientos de pequeñas dimensiones muy superficiales, existiendo algunos de ellos que involucran volúmenes importantes como es el caso del movimiento de ellos que involucran volúmenes importantes como es el caso del movimiento enaproximadamente 2-3 m. Ver Figura 45



Figura 45. Vista del sector en donde se aprecia Deposito de movimiento en masa en birde de la Quebrada Chimita
Fuente: Elaboración propia.

5.2.5.2 Geoformas de Origen Fluvial (F)

Estas geoformas incluyen la superficie del abanico de Bucaramanga, que se distingue como la forma más representativa del terreno en el área y sobre el cual se ha construido más del 80% de la ciudad, así como las diferentes superficies de terraza, valles aluviales asociados a las quebradas y ríos de la región.

Las geoformas de origen fluvial, en la zona de estudio, son el producto de la intensa erosión y depositación por acción de las corrientes, que a su vez son afluentes, la quebrada Chimita cauce activo (F1), con depósitos formando algunas planicies o llanuras de inundación (F2). A continuación, se hace una breve descripción de las unidades aflorantes en la zona de estudio:

- **Cauce o lecho actual del rio (F1)**

Corresponde a las áreas por donde frecuentemente circulan las corrientes permanentes de agua. Dependiendo de la época del año estas geoformas pueden presentar una pequeña variación a la escala cartografiada, debido a la divagación de las corrientes.
En las zonas de San Antonio del Carrizal (municipio de Girón) se encuentran cauces activos de menos de 10 m de ancho, parcialmente canalizados y con algunas casas construidas muy cerca de su lecho. De otra parte, en los valles de los ríos Frío y de Oro, los cauces son bastante amplios con algunas casas construidas muy cerca del rio sobre las terrazas. Figura 45.

- **Nivel de terraza baja (F3)**

Presentan una morfología plana a ligeramente inclinada limitada por un talud o escarpe adyacente a los cursos actuales de ríos y quebradas. Se forman por la acumulación de material mediante procesos fluviales o fluvio torrenciales, dejando diferentes niveles con alturas menores a los 2 m. En perfil muestran los diferentes niveles que ha tenido el cauce a través de su evolución.



Figura 46.Se observa nivel de terraza baja sobre la Quebrada Chimita.

5.2.5.3 Geoformas de Origen Antrópico (A)

Son formas del terreno cuyo origen está ligado a las actividades humanas de explotación de recursos del subsuelo y al acondicionamiento del terreno tanto para la construcción de obras civiles como para la disposición de desechos tanto orgánicos como inorgánicos. En la zona de estudio predomina la geoforma de origen antrópico asociado a obras civiles (A7).

- **Obras Civiles (A7)**

Estas geoformas se distinguen en aquellos terrenos en donde se han realizado cortes para el desarrollo de vías de comunicación, obras de infraestructura, canalizaciones, entre otras.

A continuación, en la Figura 47 se presenta el mapa geomorfológico de la zona de estudio Barrio Gallineral.

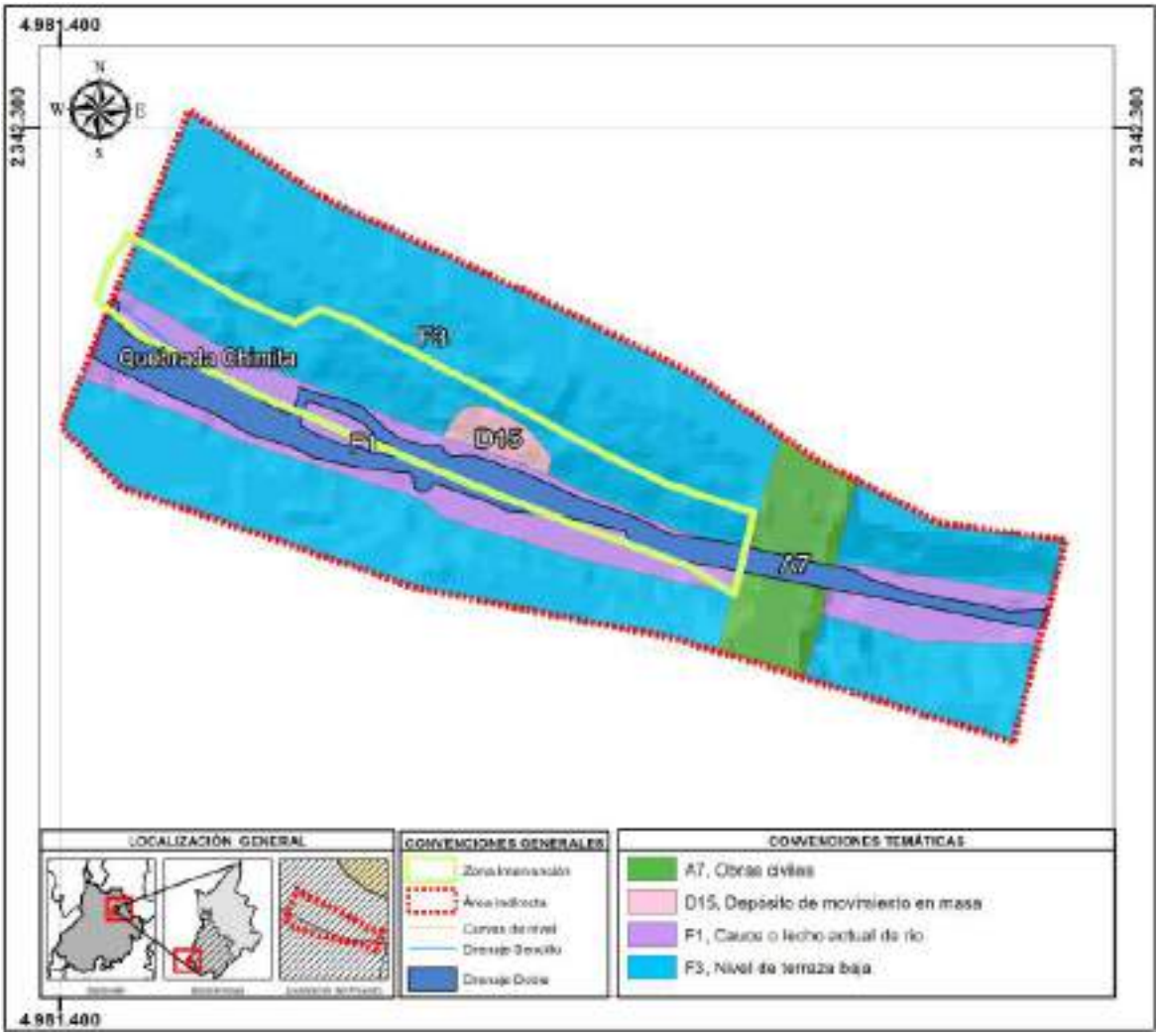


Figura 47. Unidades Geomorfológicas para zona de estudio Barrio Galán.

6. ANÁLISIS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR INUNDACIÓN

6.1 ANÁLISIS DE AMENAZA

De acuerdo a los niveles de inundación obtenidos en capítulos anteriores se presenta el mapa de amenaza por inundación de acuerdo a los siguientes criterios de la CDMB.

- **Amenaza Alta:** Se considera como amenaza alta todas aquellas áreas que se encuentran inundadas para un periodo de retorno de 100 años.
- **Amenaza Media:** Se considera como amenaza media todas aquellas áreas que al momento del análisis hidrodinámico están entre los niveles alcanzados para una frecuencia de ocurrencia de 100 y 500 años.
- **Amenaza Baja:** Todas aquellas áreas para las cuales no existe inundación alguna bajo los periodos de retorno considerados.

En la figura 42 se observa el mapa de amenaza por inundación para un periodo de retorno de 100 años, como se aprecia el barrio no se encuentra en amenaza alta, sin embargo, se deben proyectar obras para el control de socavación lateral y de fondo.

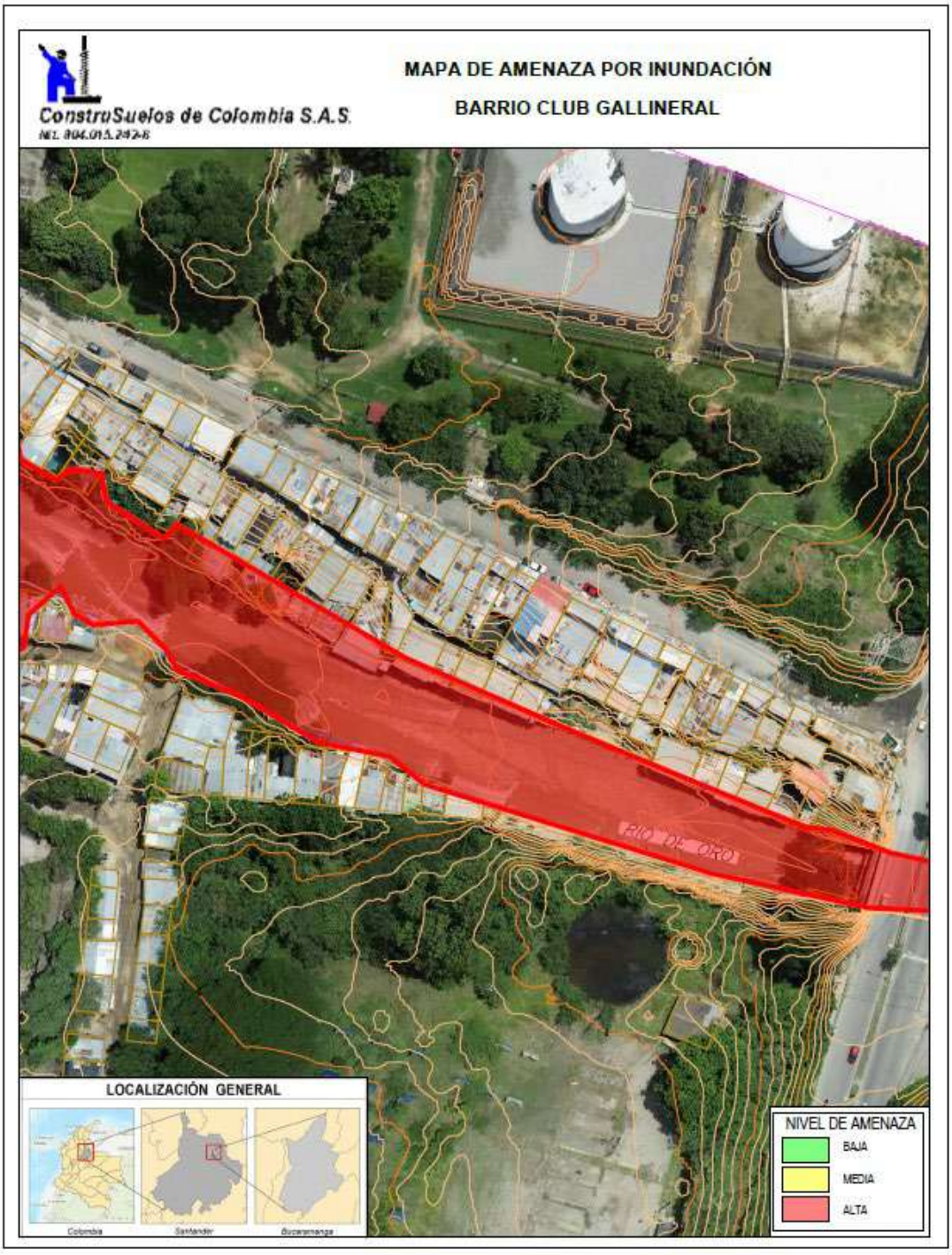


Figura 48. Mapa de amenaza por inundación periodo de retorno de 100 años

Durante las inspecciones de campo se identificaron procesos erosivos que han afectado el cauce de la quebrada Chimita. Los problemas identificados están relacionados con el colapso de algunos tramos de muros en gaviones y por la socavación marcada en los muros existentes y que están en riesgo de colapsar.



Figura 49. Zona afectada por erosión lateral y de fondo



Figura 50. Zona afectada por erosión lateral y de fondo

6.2 ANALISIS DE VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad puede comprenderse como aquel conjunto de condiciones a partir de las cuales una comunidad esta o queda expuesta al peligro de resultar afectada por una amenaza, sea de tipo natural, antrópica o socio-natural. Adicionalmente se define como el grado de pérdida o destrucción de un elemento señalado o de un grupo de elementos en riesgo, como resultado de la ocurrencia de un fenómeno natural de magnitud determinada (Varnes, 1984).

La valoración de la vulnerabilidad puede definirse como el nivel potencial de daño o grado de pérdida de un determinado elemento, expuesto en una escala de 0 a 1.

Con el objeto de evaluar la vulnerabilidad de los elementos dentro del área en estudio, se caracterizaron los diferentes parámetros que se consideran como los más relevantes e influyentes en la valoración de la vulnerabilidad bajo la acción de efectos por fenómenos de inundación.

6.2.1 Factores para determinar la vulnerabilidad

La vulnerabilidad entendida como debilidad frente a las amenazas y como incapacidad de recuperación después de que ha ocurrido un evento, no solo depende de la vecindad física de las poblaciones a las fuentes de las amenazas, sino de otros múltiples factores de distinta índole, todos presentes en las comunidades.

Teniendo en cuenta lo anterior se presenta a continuación los factores que se requieren para definir la vulnerabilidad:

- Exposición: Se refiere a la localización de los elementos con respecto a la amenaza.
- Resistencia: La capacidad de los elementos a resistir el impacto de los eventos amenazantes.
- Resiliencia: La capacidad de una sociedad de recuperarse después del impacto.
- Recuperación: La capacidad de una sociedad de reconstruir después de un desastre.
- Aprendizaje: La capacidad de una sociedad de aprender de los desastres ocurridos.
- Adaptación: La capacidad de una sociedad de cambiar sus patrones de conducta a raíz de la ocurrencia de desastres.

Considerando estos factores se puede hablar de la existencia de una vulnerabilidad global, la cual requiere de un proceso complejo, dinámico y cambiante que determina la probabilidad de que una comunidad quede expuesta o no a la ocurrencia e impacto de un desastre, o que tenga más o menos probabilidad de recuperación.

Sin embargo, para este estudio se hizo énfasis en la vulnerabilidad física y económica de las estructuras existentes (edificaciones y vías), que se encuentran en el área del sector urbano.

6.2.2 Análisis de la Vulnerabilidad

El valor de vulnerabilidad para una construcción depende tanto de las características y calidad de las construcciones como de la localización de las amenazas, por tal motivo en este análisis se enfoca exclusivamente en la vulnerabilidad física, tal como lo establece el Anexo Técnico, con el ajuste a la escala de trabajo (1:2.000) y viene definida por:

V= I x S

Dónde:

V: Vulnerabilidad
I: Intensidad del deslizamiento
S: Susceptibilidad de los elementos en riesgo
Este contempla la severidad de la acción del deslizamiento como la capacidad de resistencia brindada por los elementos. Los elementos en riesgo pueden dividirse en dos categorías, comúnmente, personas y elementos económicos.

6.2.2.1 Susceptibilidad de los elementos económicos

Los elementos económicos incluyen edificios, vías o rutas de transporte, y elementos naturales. La capacidad de resistencia para un grado de riesgo es asociada al tipo de estructura (o características de la misma) y el estado en que se encuentra, se aclara que, para el análisis sobre el tipo y estado de edificaciones, se hará con base en el predominio por manzana:

$$S_{eco} = 1 - \prod_{i=1}^{2}(1 - S_i)$$

Dónde:

Seco = Susceptibilidad de los elementos económicos.
Si = Factor de susceptibilidad que contribuye a la susceptibilidad de los elementos económicos, incluyendo Stipo y Smant

Para edificaciones el tipo de estructura define la capacidad para resistir la deformación e impacto ocasionados por las fuerzas del deslizamiento. Seis categorías de estructuras y valores del factor de susceptibilidad se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17.Valores propuestos para el factor de susceptibilidad asociada con el tipo de estructura.

Tipo de estructura	Resistencia	Stipo
Estructuras simples, ligeras	Ninguna	1,00
Estructuras livianas	Muy baja	0,90
Muros en roca, concreto o madera	Baja	0,70
Muros en ladrillo o estructuras en concreto	Media	0,50
Estructuras en concreto reforzado	Alta	0,30
Estructuras reforzadas	Muy alta	0,10

El factor de susceptibilidad debido al tipo de edificación se calcula utilizando la Tabla 17; dependiendo de las estructuras encontradas en la zona, estas se podrán agrupar de la siguiente manera:

- Estructuras simples, ligeras: Aquellas que están construidas con materiales de recuperación, tales como madera, zinc, barro o cartón.
- Estructuras livianas: Edificaciones en mampostería de arcilla cocida o cemento no reforzada y sin elementos estructurales.
- Estructuras con muros en mampostería confinada: Edificaciones en mampostería de arcilla cocida o concreto con algunos elementos estructurales tales como vigas o columnas, que le brindan cierto grado de confinamiento.
- Estructuras en concreto reforzado: Edificaciones con sistema estructural a porticado que le brindan un alto grado de confinamiento.

El factor de susceptibilidad debido al mantenimiento puede asignarse de manera subjetiva, como el estado promedio de las edificaciones por manzanas, como se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18.Valores propuestos para el factor de susceptibilidad por el estado de la edificacion

Estado de la edificación	Smant
Deficiente	0,50
Malo	0,40
Medio	0,25
Bueno	0,10
Muy bueno	0,00

Con el objetivo de implementar la metodología propuesta en el anexo técnico se procedió a evaluar y calcular la susceptibilidad mediante visitas técnicas en las cuales se identificaron diferentes estructuras y sus condiciones de mantenimiento.

En el sector de Club Gallineral, en la zona de influencia se identificó un tipo de vivienda, en las que se evidencio estructuras livianas, edificaciones en mampostería o cemento no reforzada y sin elementos estructurales.

6.2.2.2 Intensidad

Para este parámetro de acuerdo a los anexos técnicos está relacionado con la posición de los elementos expuestos con respecto a la amenaza. Sin embargo, para este parámetro se deben tener en cuenta características cinéticas y cinemáticas de las inundaciones y estas dependen de las precipitaciones en las cuencas y caudales en las fuentes hídricas, se propone como ajuste a la intensidad la evaluación de la posición de los elementos expuestos con respecto a la amenaza por inundación.

Tabla 19.Valores de intensidad para cada nivel de amenaza por inundación.

Amenaza	Intensidad
Alta	0,5
Media	0,3
Baja	0,1

Basados en los resultados del estudio de amenaza por inundación, se asignó un valor de intensidad a cada una de los elementos del sector Club gallineral del municipio de Bucaramanga, de acuerdo al nivel de amenaza en el que se encuentran catalogados.

6.2.2.3 Resultados de la Vulnerabilidad

Para toda la infraestructura pública, privada y la población que se encuentra dentro del sector del área de influencia de Club Gallineral se calculó la vulnerabilidad aplicando la siguiente metodología, en donde se asignó un porcentaje de relevancia a cada uno de los parámetros analizados.

$$Veco = Intensidad\ x\ Selementos\ en\ riesgo$$

$$Seco = 1 - (1 - Stipo)(1 - Smant)$$

Teniendo en cuenta las anteriores formulas se zonificaron las áreas de manera cualitativa de acuerdo a los siguientes criterios, los cuales se plasman en el mapa de vulnerabilidad.

Tabla 20.Calificación de la Vulnerabilidad.

Categoría de Vulnerabilidad	Rango
Alta	0.25<
Media	0,15 – 0,25
Baja	<0,15

Dado que, en las áreas catalogadas con amenaza alta por inundación, no hay presencia de elementos expuestos, la zonificación de vulnerabilidad es de nivel bajo.

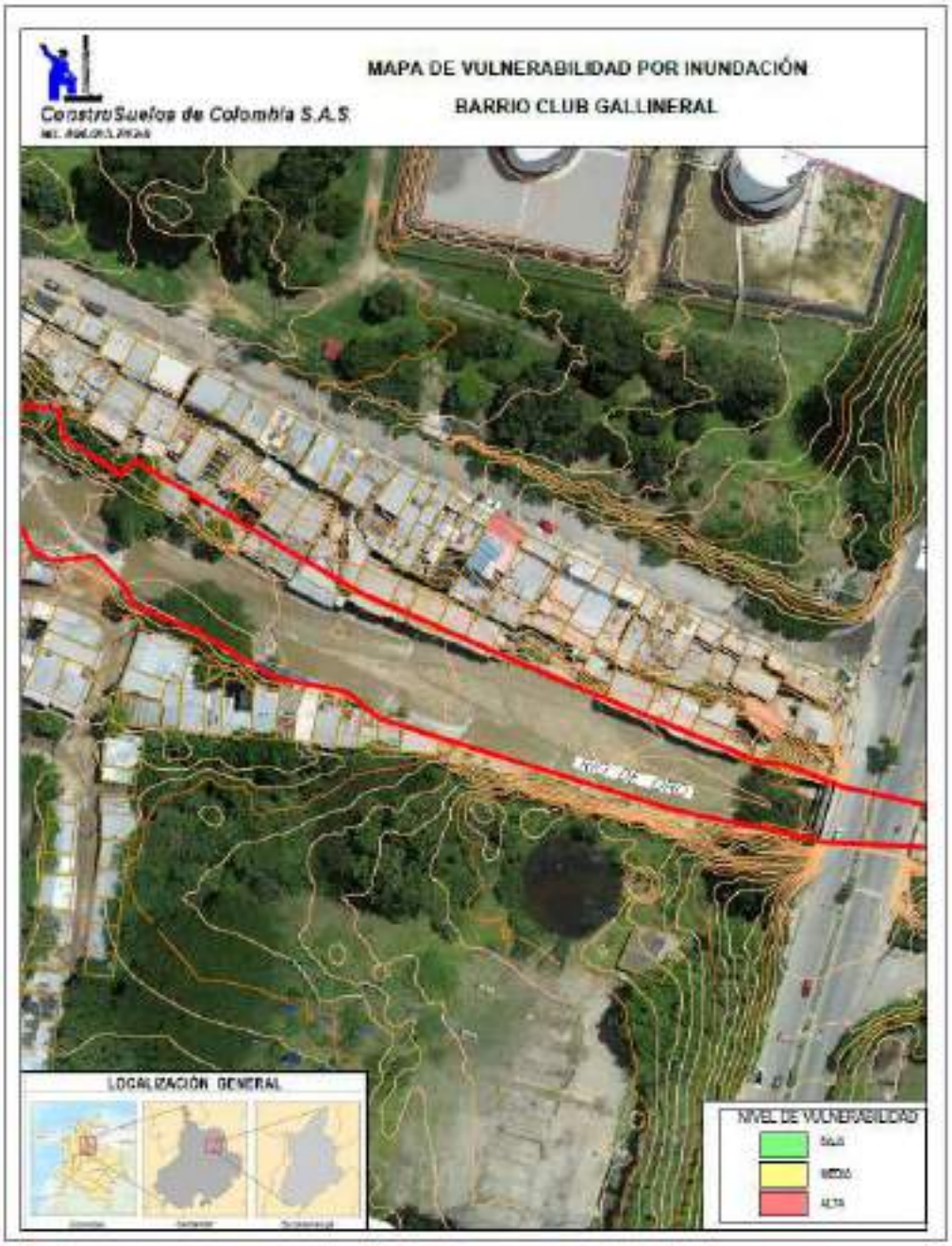


Figura 51.Mapa de vulnerabilidad a inundación en el Sector de Club Gallineral.

Tabla 21.Clasificacion de los niveles de vulnerabilidad.

Nivel de Vulnerabilidad	Descripción
Vulnerabilidad Baja	Los elementos con vulnerabilidad baja corresponden generalmente a estructuras en buen estado y que no se encuentran cerca a ningún drenaje.
Vulnerabilidad Media	Los elementos con vulnerabilidad media son aquellos que presentan una mayor susceptibilidad y adicionalmente se encuentran en zonas de drenaje propensas a presentar inundación.
Vulnerabilidad Alta	Los elementos que presentan vulnerabilidad alta se encuentran junto a los drenajes principales o en las zonas de divagación.

6.3 EVALUACIÓN DE RIESGO

El riesgo es el desastre potencial, definido como el daño, destrucción o pérdida esperada obtenida de la convolución de la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales amenazas, matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas y sociales en un cierto sitio y en un cierto período de tiempo. (Cardona, 1997a).

El riesgo se relaciona con algo que aún no ha sucedido, se refiere a una situación potencial y suele definir como las posibles consecuencias desfavorables económicas, sociales y ambientales que se pueden presentarse a raíz de ocurrir un evento dañino en un contexto de debilidad social y física ante el mismo.

Debido a la complejidad del fenomeno de inundacion y a la dinámica de los elementos expuestos, hay una variedad de posibilidades tanto en la amenaza como en la vulnerabilidad que hace necesario enriquecer el estudio para que sirva como herramienta en la planificación territorial y la prevención de desastres.

Se presenta una propuesta de zonificación del riesgo por inundación y se traduce metodológicamente en la combinación de la amenaza con los indicadores de vulnerabilidad que le son propios, para producir la estimación del riesgo ante esta amenaza.

La propuesta se apoya en la construcción de mapas temáticos para las amenazas y vulnerabilidades específicas.

En el caso particular de este estudio se estimó el riesgo como el producto de la probabilidad de la amenaza por las consecuencias para los elementos en riesgo.

$$R = A \times V$$

Dónde: R: Riesgo
A: Amenaza por fenómenos de inundación
V: Vulnerabilidad

6.3.1 Resultados de la Evaluación del Riesgo

El objetivo final del estudio es establecer los elementos en riesgo, para la generación del mapa de riesgo se cruzaron el mapa de amenaza y el mapa de vulnerabilidad además de las observaciones que se van generando en el cruce de estos mapas.

Conocido el valor de los elementos, así como su afectación acumulada, pueden determinarse las consecuencias, las cuales se presentan en el mapa de riesgo. El proceso de clasificación del riesgo se realizó a partir de la Tabla 22.

Tabla 22.Matriz de riesgos.

	Niveles de Amenaza		
Niveles de Vulnerabilidad	**Alta**	**Media**	**Baja**
Alta	Alto	Alto	Medio
Media	Alto	Medio	Medio
Baja	Medio	Medio	Bajo

Como resultado del proceso metodológico realizado y teniendo en cuenta que el riesgo está en función de la amenaza y la vulnerabilidad, se presenta a continuación el mapa de riesgo por inundación para el sector de Club gallineral. ver Figura 52

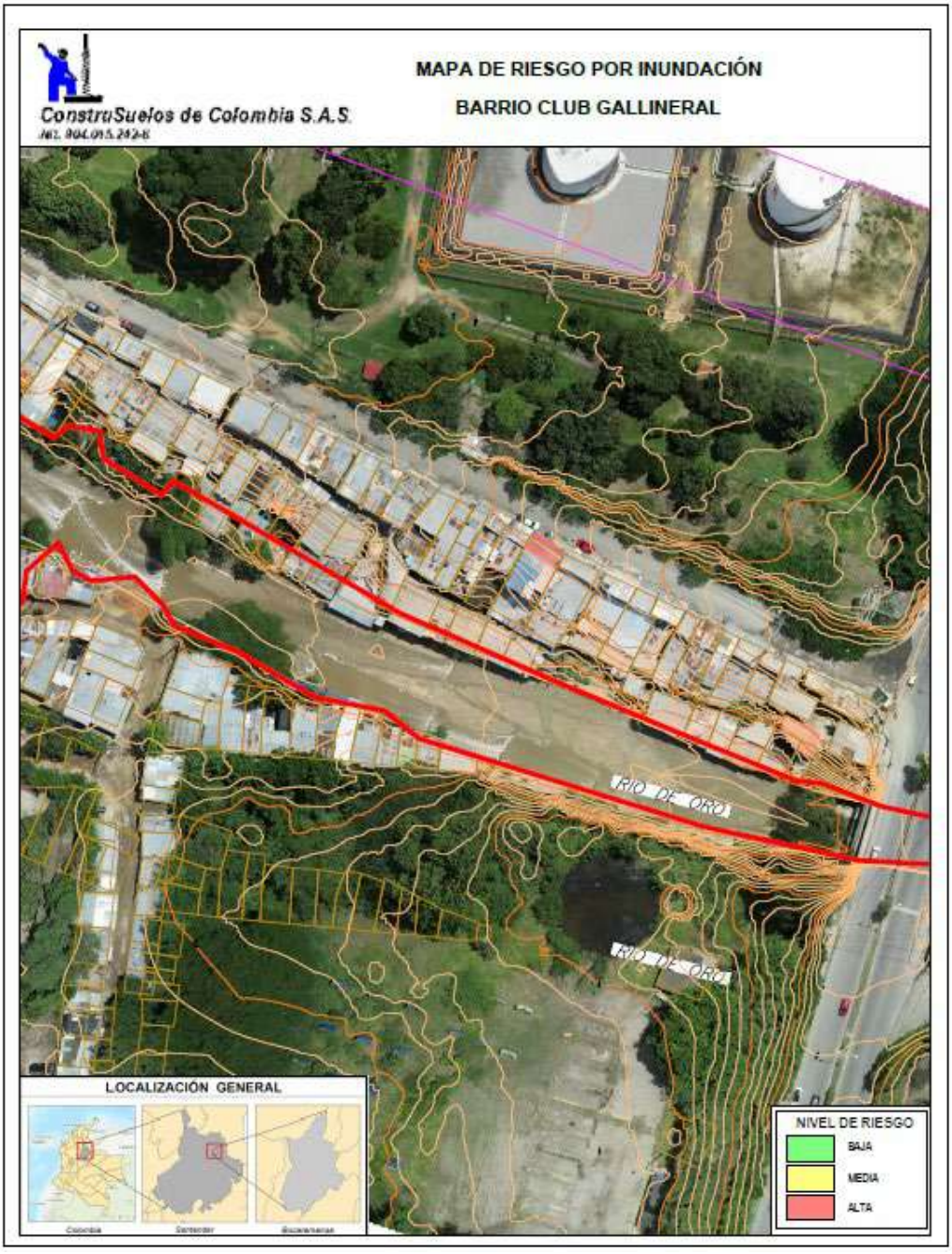


Figura 52. Mapa de riesgo por inundación

Dado que en las áreas catalogadas con amenaza alta por inundación, no hay presencia de elementos expuestos, la zonificación de riesgo es de nivel bajo.

Tabla 23.Clasificación de los niveles de Riesgo.

Nivel de Riesgo	Descripción
Riesgo Bajo	Corresponde a zonas donde los elementos no se encuentran expuestos a inundación y las estructuras presentan una baja susceptibilidad.
Riesgo Medio	Los sectores donde se presentan zonas de riesgo medio generalmente se encuentran cercanos a los drenajes o sus estructuras son susceptibles estos fenómenos.
Riesgo Alto	Las zonas de riesgo alto se encuentran principalmente junto a los drenajes principales o sobre el área de amenaza alta a inundación

6.4 PLANTEAMIENTO, ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN

De acuerdo con los resultados de zonificación de amenaza por inundación, se presenta a continuación la definición de las medidas mitigación.

Criterios Adoptados:

- En aquellos sectores zonificados con amenaza media y alta por inundación, en donde se han identificado procesos de socavación lateral y de fondo sobre las estructuras de protección existentes con evidencias de colapsos recientes, se implementarán obras de mitigación conformadas por nuevos muros de contención en gaviones con protección ante efectos de socavación.

6.4.1 Medidas estructurales

De acuerdo a las alturas de inundación obtenidas en los modelos y de acuerdo a la zonificación de amenaza, se propone la construcción de un muro de contención en gaviones de 26m de longitud y de 4.0m de altura para la zona en donde colapso el muro existente, para el muro se proyecta la construcción de un dentellón de 2.0m de altura. De manera adicional y para proteger el muro existente ante los procesos de socavación lateral y de fondo se recomienda la construcción de un dentellón en concreto ciclópeo de 130 m de longitud con un ancho de 1.50 m y altura de 3.00 m.

6.4.2 Medidas No estructurales

Dentro de las zonas afectadas por procesos de inestabilidad no se identificaron viviendas que requieran ser reubicadas, las obras propuestas se plantean construir sobre la margen derecha de la quebrada Chimita para proteger las viviendas existentes.

6.5 ALTERNATIVA DE OBRAS DE MITIGACIÓN

De acuerdo a las alturas de cota de inundación, a los problemas de socavación lateral y de fondo y a los colapsos de algunos tramos de muro, se estudiaron dos alternativas de intervención así:

- Muros en concreto reforzado: se analizó la posibilidad de implementar muros en concreto reforzado tipo cantiléver, sin embargo, constructivamente requiere mayores anchos de zarpa y por tanto las excavaciones afectarían los elementos expuestos

localizados en la corona, adicionalmente, para las alturas requeridas, los costos son mucho más elevados que un muro en gaviones.

- Muros en gaviones: esta alternativa de muros en gaviones recubiertos en concreto, apoyados sobre dentellones en concreto ciclópeo para controlar efectos de socavación y de fondo, es la la mejor alternativa desde el punto de vista de efectividad del método, viabilidad constructiva y costos.

7. DISEÑOS DE OBRAS DE MITIGACIÓN

7.1 ESCENARIO DE DISEÑO

De acuerdo a las alturas de inundación obtenidas en los modelos y de acuerdo a la zonificación de amenaza, se propone la construcción de un muro de contención en gaviones de 26m de longitud y de 4.0m de altura para la zona en donde colapso el muro existente, para el muro se proyecta la construcción de un dentellón de 2.0m de altura. De manera adicional y para proteger el muro existente ante los procesos de socavación lateral y de fondo se recomienda la construcción de un dentellón en concreto ciclópeo de 130 m de longitud con un ancho de 1.50 m y altura de 3.00 m.

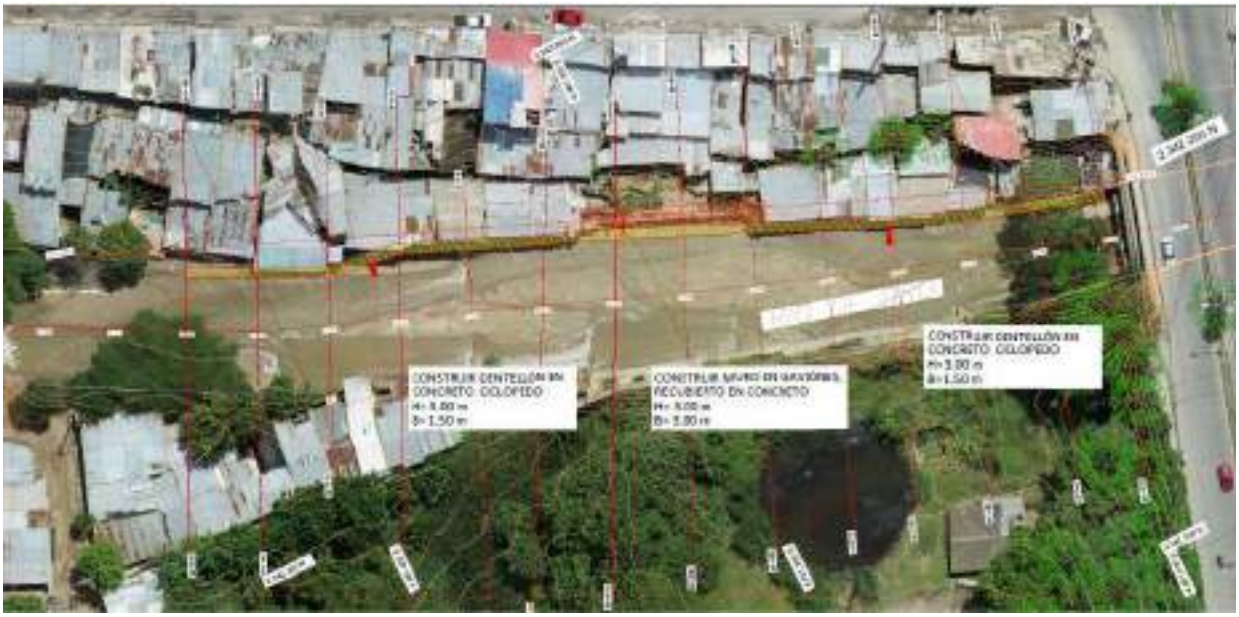


Figura 53.Muro en gaviones propuesto a lo largo de la margen derecha – Barrio Club Gallineral.

Con base en la configuración del muro en gaviones propuesto, se contempla que el escenario critico de diseño sería el que se muestra en la Figura 54. En este escenario se tiene un nivel máximo del rio para el periodo de retorno de diseño, un nivel de socavación máximo y adicionalmente, se espera que la comunidad genere algunos rellenos sobre la cara interna del muro para conformar nuevos lotes como se ha observado en otros sitios a lo largo de la Quebrada Chimita.

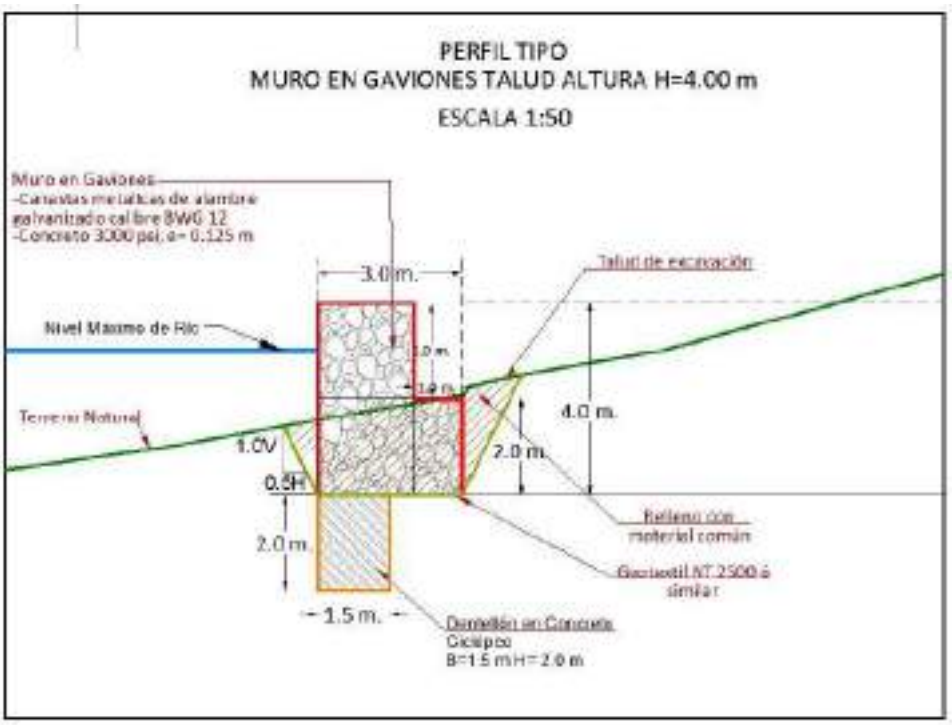


Figura 54.Escenario de diseño – Muro H = 4.00 m

7.2 EVALUACIÓN GEOTÉCNICO DE EFECTOS SÍSMICOS

7.2.1 Información para espectro de diseño NSR -10

El diseñador estructural debe tener en cuenta los diseños sismo resistentes, para zonas de amenaza sísmica alta, ***Aa = 0.25*** y ***Ad = 0.09***.

De acuerdo a los estudios realizados, el perfil de suelo se clasifica como perfil ***Tipo D***.

Departamento de Santander

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Bucaramanga	68001	0.25	0.25	Alta	0.15	0.09

Figura 55. Valores de Aa, Av, Ae y Ad y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos.

Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplen con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s > $\bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplen con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (≈1 kg/cm²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplen con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplen cualquiera de las dos condiciones	50 > $\bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈1 kg/cm²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (≈0.5 kg/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\bar{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w ≥ 40% 50 kPa (≈0.50 kg/cm²) > $\bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

Figura 56. Clasificación de los perfiles de suelo, D.

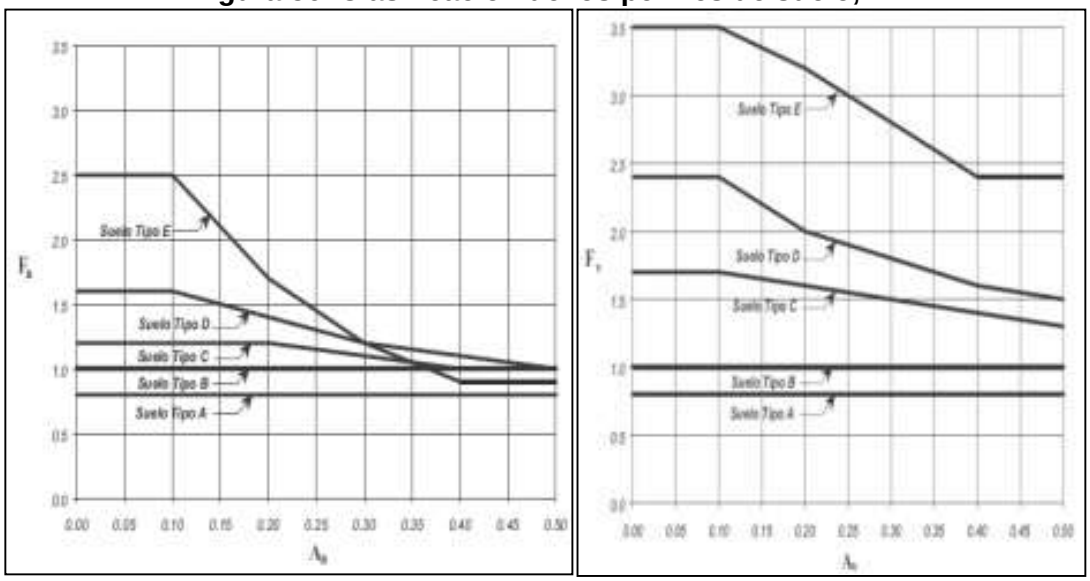


Figura 57. Coeficiente de amplificación Fa y Fv del suelo para la zona de periodos cortos del espectro

7.2.2 Parámetros para análisis seudo estático de taludes

Para la realización de análisis seudo estático de taludes se evaluará la aceleración horizontal de acuerdo a criterio de la norma NSR 2010.

H.5.2.5 — **SISMO DE DISEÑO** — Para efectos del análisis y diseño de taludes, se debe emplear la aceleración máxima del terreno, a_{max}, obtenida bien sea de un espectro (aceleración del espectro de diseño para periodo cero) o por medio de análisis de amplificación de onda unidimensionales o bidimensionales, correspondiente a los movimientos sísmicos definidos en el Capítulo A.2, particularmente en los numerales A.2.1, A.2.2, A.2.3, A.2.4 Y A.2.5. En caso de que el sitio objeto de análisis haga parte de un estudio de microzonificación sísmica aprobado, se utilizará la aceleración máxima superficial del terreno establecida en el espectro de diseño respectivo en lugar de lo estipulado en la sección A.2. El coeficiente sísmico de diseño para análisis seudoestático de taludes KST tiene valor inferior o igual al de a_{max} y se admiten los siguientes valores mínimos de K_{ST}/a_{max}, dependiendo del tipo de material térreo (reforzado o no) y del tipo de análisis.

Tabla 24. Valores mínimos para análisis seudo estáticos de taludes

Tabla H.5.2-1
Valores de K_{ST}/a_{max} Mínimos para Análisis Seudoestático de Taludes

Material	K_{ST}/a_{max} Mínimo	Análisis de Amplificación Mínimo
Suelos, enrocados y macizos rocosos muy fracturados (RQD < 50%)	0.80	Ninguno
Macizos rocosos (RQD > 50%)	1.00	Ninguno
Todos los materiales térreos	0.67	Amplificación de onda unidimensional en dos columnas y promediar
Todos los materiales térreos	0.50	Amplificación de onda bidimensional

Debido a que, para este estudio, no se contempla en los términos de referencia realizar análisis de amplificación de onda, se establecerá la aceleración máxima del terreno a_{max}, mediante un espectro de aceleraciones.

De acuerdo a la Figura 58, la aceleración máxima del terreno a_{max}, está dada por la aceleración del espectro de diseño para periodo cero así,

$a_{max} = A_a * F_a * I$ Ecuación (1)

A_a= coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño.
F_a=coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos de sitio, adimensional.
I= Coeficiente de importancia.

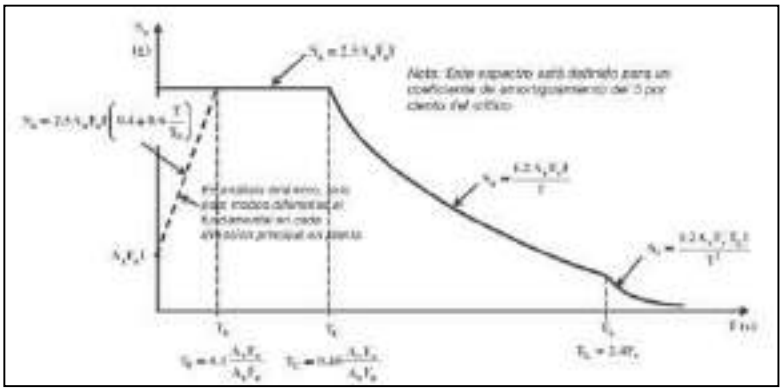


Figura 58. Espectro elástico de aceleraciones de diseño como fracción de g.

Para el municipio de Girón, el valor de Aa corresponde a 0.20. De acuerdo al tipo de perfil de suelo, basados en la clasificación de los perfiles de suelo NSR – 10, el tipo de perfil corresponde al D y se asumió un coeficiente de importancia de 1.0.

$a_{max} = 0.25 * 1.30 * 1.0$
$a_{max} = 0.325$

Por lo anterior expuesto, el coeficiente sísmico de diseño Kx, se estimó como el 80% del valor de la aceleración máxima amax, que está dada por la aceleración del espectro de diseño para periodo cero, ***Kx=0.26g.***

Por otro lado, para análisis temporales, los parámetros sísmicos seudo estáticos de Construcción serán el 50% de los de Diseño.

7.2.3 Evaluación de condiciones de estabilidad de muros de contención en gaviones

Los análisis de los estados límite de falla del muro, comprenden la evaluación de los factores de seguridad por volteo, deslizamiento, falla por capacidad de carga y estabilidad general requeridos por la NSR – 10 utilizando el algoritmo o programa GAVIÓN WALL de Geo5.

Se recomienda la construcción de muros en gavión de 4.0 metros de altura, el cual debe estar enterrado 1.0 metro.

Los factores de seguridad a volcamiento, deslizamiento Capacidad portante y excentricidad, son superiores a los admisibles. Ver la tabla a continuación.

Tabla 25. Factores de seguridad mínimos de la NSR-10

Condición	Construcción	Estático	Sismo	Seudo estático
Deslizamiento	1.60	1.60	Diseño	1.05
Volcamiento: el que resulte más crítico de				
Momento Resistente/ Momento Actuante	≥ 3.00	≥ 3.00	Diseño	≥ 2.00
Excentricidad en el sentido del momento (e/B)	≤ 1/6	≤ 1/6	Diseño	≤ 1/4
Capacidad portante	Iguales a los de la Tabla H.4.1			
Estabilidad intrinseca materiales térreos (reforzados o no)	Iguales a los de la Tabla H.2.1			
Estabilidad Intrinseca materiales manufacturados	Según material (Concreto-Titulo C; Madera-Titulo G; etc.)			
Estabilidad general del sistema:				
Permanente o de Larga duración (> 6 meses)	1.20	1.50	Diseño	1.05
Temporal o de Corta duración (< 6 meses)	1.20	1.30	50% de Diseño	1.00
Laderas adyacentes (Zona de influencia > 2.5H)	1.20	1.50	Diseño	1.05

A continuación, se muestran los resultados de los análisis de estabilidad del muro de protección en gaviones propuesto como alternativa de obra de mitigación.

7.2.3.1 Parámetros de diseño muro

- Inclinación del muro: 0°
- Peso específico de las piedras: 20.0 KN/m3.
- Porosidad de los Gaviones: 30%.
- Uso de Geotextil en Terraplén.
- Reducción por fricción: 10%.
- Malla y diámetro del alambre: 8x10, ϕ 2.7mm CD.
- Altura del Gavión: 4.0 metros.
- Ancho del Gavión: 3.0 metros.

Material de conformación - rellenos

- Soil Model: Mohr-Coulomb
- Peso volumétrico: 18.0 kN/m3
- Cohesión: 0.0 kPa
- Ø:30.0°

Suelo de fundación – depósitos aluviales

- Soil Model: Mohr-Coulomb
- Peso volumétrico: 18.0 kN/m3
- Cohesión: 0.0 kPa
- Ø:34°

7.2.3.2 Análisis de Estabilidad Gavión WALL DE GEO5 (Condición Estática)

De acuerdo a la configuración del muro en gaviones propuesto en los diseños iniciales, se contempla que el escenario critico de diseño sería el que se muestra en la Figura 54.En este escenario se tiene un nivel máximo de la Quebrada para el periodo de retorno de diseño y adicionalmente, se espera que la comunidad genere algunos rellenos sobre la cara interna del muro para conformar nuevos lotes como se ha observado en otros sitios a lo largo de la Quebrada chimita

Como se observa en la figura 18, el muro no tendría presión pasiva ya que se esperan niveles de socavación entre 1.0 y 2.0m.

A continuación, en la siguiente figura se presentan las fuerzas que se contemplan en los análisis:

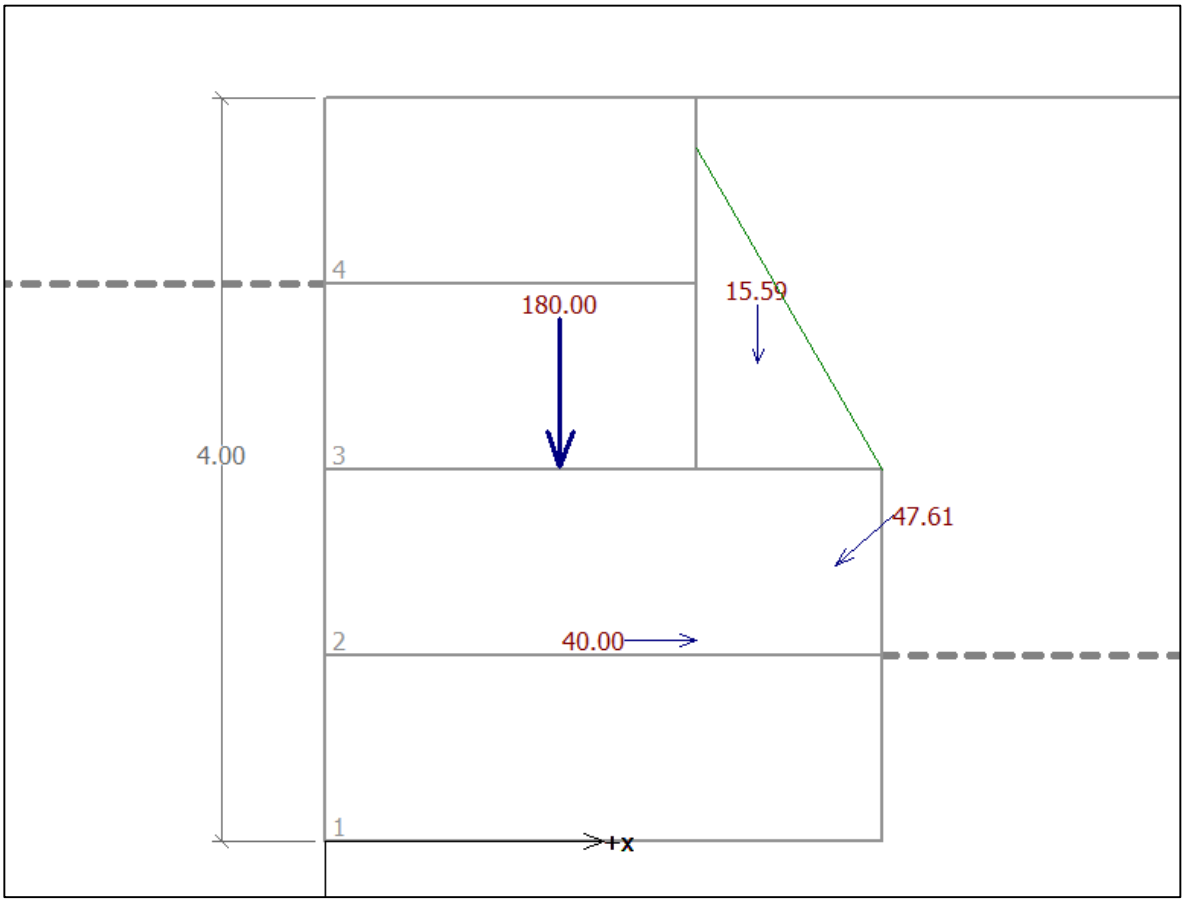


Figura 59.Análisis de estabilidad en condición estática Muro H = 4.00 m.

Gabion analysis

Input data

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Verification No. 1

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{ver} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-2.02	180.00	1.27	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.58	15.59	2.33	1.000
Active pressure	36.30	-1.49	30.81	2.75	1.000
Water pressure	-40.00	-1.08	0.00	2.00	1.000
Uplift pressure	0.00	-4.00	0.00	2.00	1.000

Verification of complete wall

Check for overturning stability
Resisting moment M_{res} = 349.13 kNm/m
Overturning moment M_{act} = 10.68 kNm/m

Safety factor = 32.69 > 3.00
Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip
Resisting horizontal force H_{res} = 152.71 kN/m
Active horizontal force H_{act} = -3.70 kN/m

Safety factor = 1000.00 > 1.60
Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Bearing capacity of foundation soil

Design load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [-]	Stress [kPa]
1	1.15	226.40	-3.70	0.002	75.72

Service load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	1.15	226.40	-3.70

Figura 60. Análisis de estabilidad en condición estática. Muro H= 4.00 m

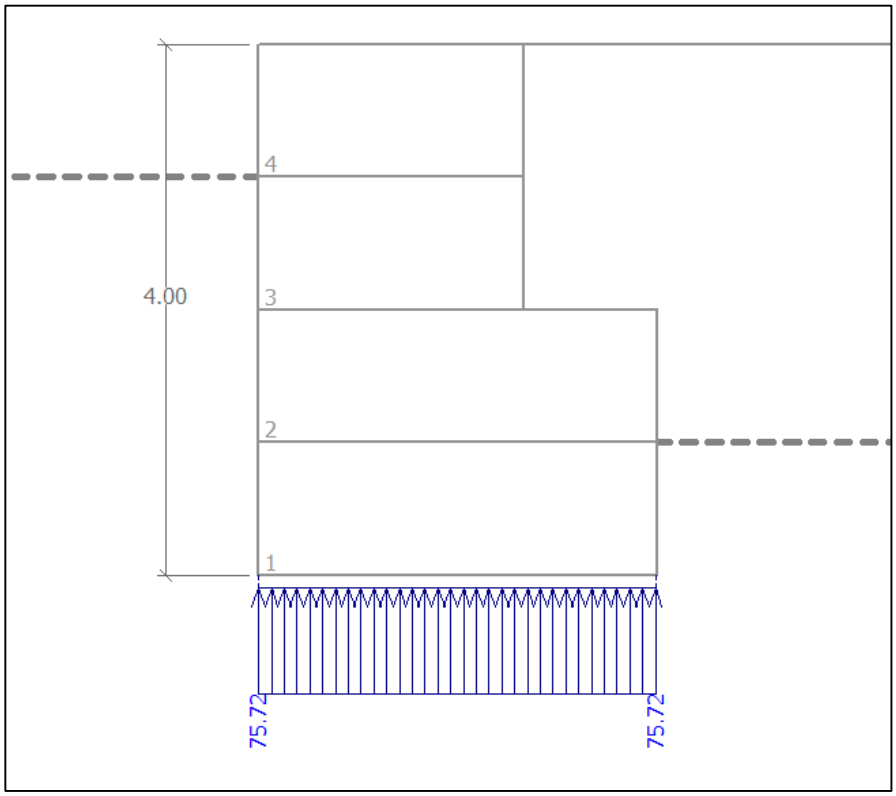


Figura 61. Presión máxima en condición estática. Muro H= 4.00 m

7.3 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD GAVIÓN WALL GEO5 (CONDICIÓN SEUDO-ESTATICA)

A continuación, en la siguiente figura se presentan las fuerzas que se contemplan en los análisis:

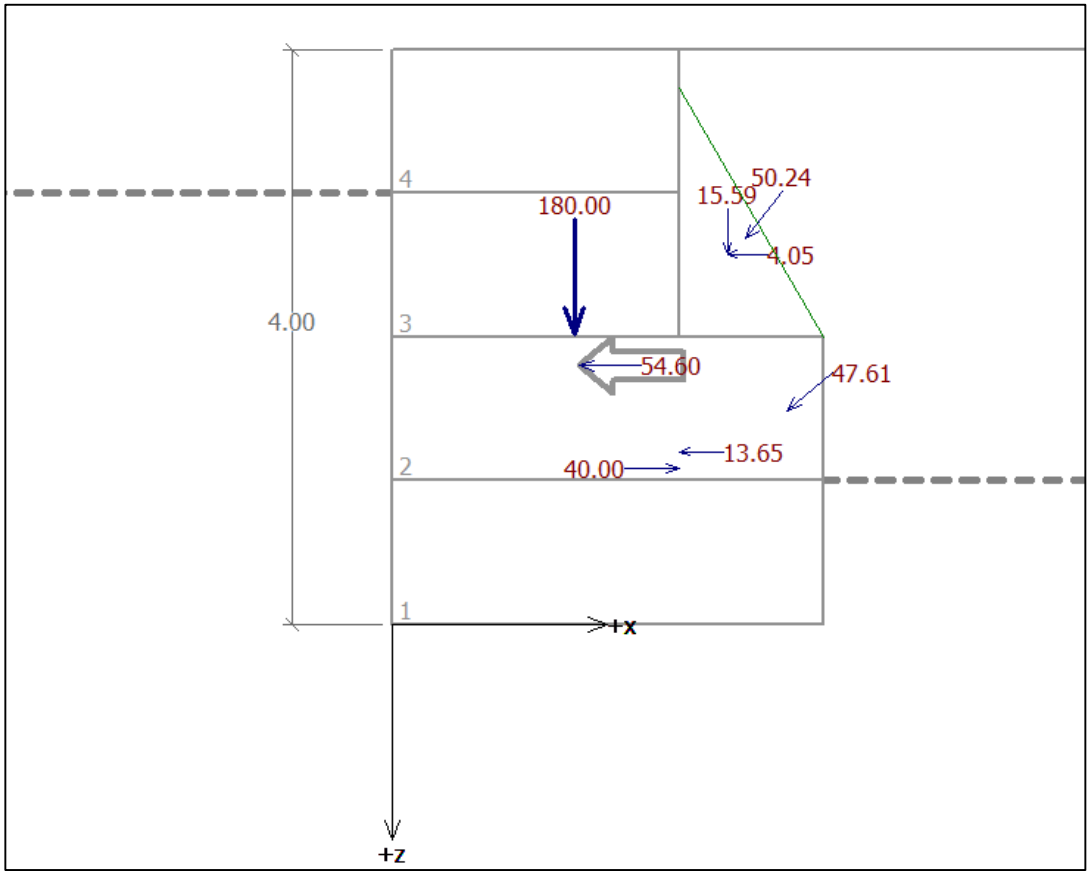


Figura 62. Análisis de estabilidad en condición seudo estática. Muro H= 4.00 m

Gabion analysis

Input data

Earthquake

Factor of horizontal acceleration K_h = 0.2600
Factor of vertical acceleration K_v = 0.0000

Water below the GWT is restricted.

Verification No. 1

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0.00	-2.02	180.00	1.27	1.000
Earthq.- constr.	54.60	-1.80	0.00	1.30	1.000
Weight - earth wedge	0.00	-2.58	15.59	2.33	1.000
Earthquake - soil wedge	4.05	-2.58	0.00	2.33	1.000
Active pressure	36.30	-1.49	30.81	2.75	1.000
Water pressure	-40.00	-1.08	0.00	2.00	1.000
Uplift pressure	0.00	-4.00	0.00	2.00	1.000
Earthq.- act.pressure	30.63	-2.68	39.82	2.46	1.000
Dyn. water pressure at the front	13.65	-1.20	0.00	2.00	1.000

Verification of complete wall

Check for overturning stability
Resisting moment M_{res} = 447.26 kNm/m
Overturning moment M_{ovr} = 217.99 kNm/m

Safety factor = 2.05 > 2.00
Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip
Resisting horizontal force H_{res} = 179.56 kN/m
Active horizontal force H_{act} = 99.24 kN/m

Safety factor = 1.81 > 1.05
Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Bearing capacity of foundation soil

Design load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [–]	Stress [kPa]
1	170.05	266.21	99.24	0.213	154.56

Service load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	170.05	266.21	99.24

Figura 63. Presión máxima en condición seudo estática.Muro H =4.0 m

Adicionalmente se presenta la presión máxima que transmiten los gaviones al terreno en condición seudo estática en la situación más crítica con saturación de los suelos contenidos por el muro.

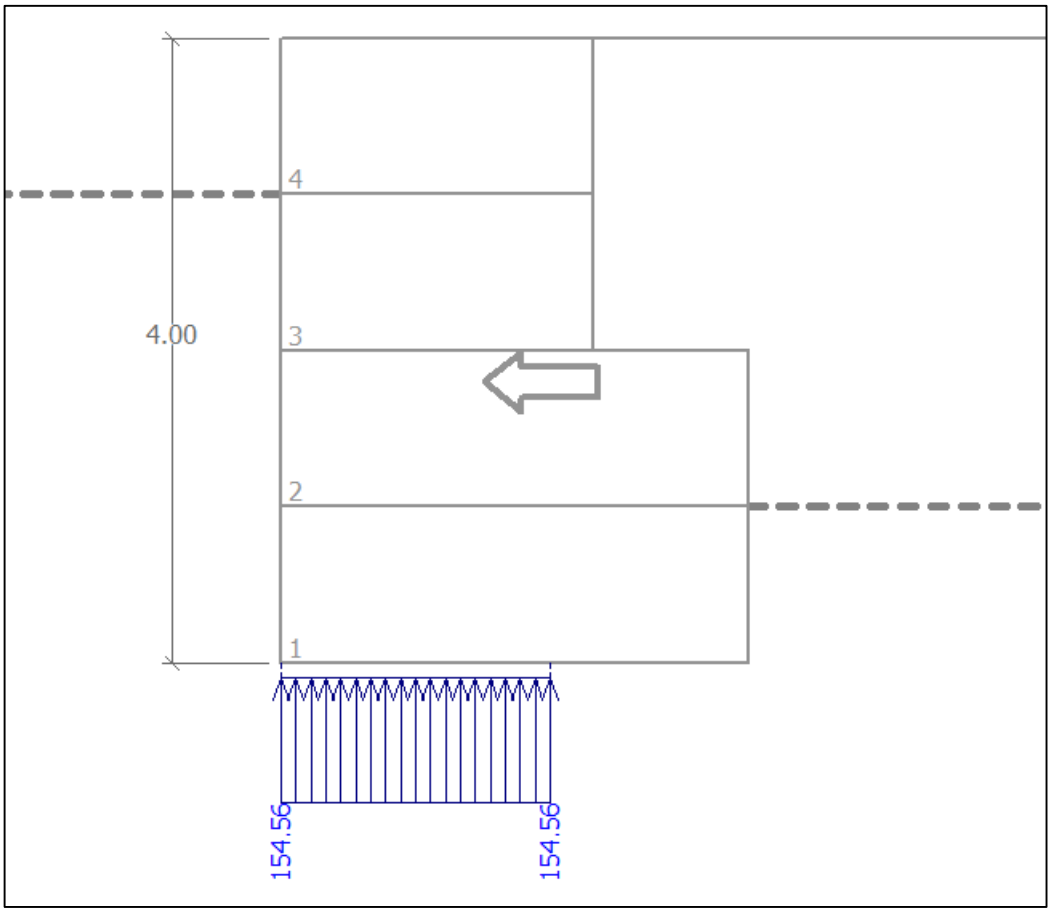


Figura 64.Presión máxima en condición seudo estatica.

7.4 CAPACIDAD DE SOPORTE

7.4.1 Caracterización geomecanica de depósito de suelo: parámetros de deformidad

Como se observa en la Figura 65, los materiales que conforman el perfil estratigráfico, presentan contenido de finos de los suelos (pasante del Tamiz #200) menores al 30%, por lo que se espera un comportamiento drenado de estos materiales para un incremento dado de esfuerzos. Los modelos implementados para evaluación de los estados límite de falla y servicio de las cimentaciones, se realizarán en términos de esfuerzos efectivos.

Los valores de ángulo de fricción utilizados, fueron inferidos mediante la implementación de correlaciones con el número de golpes del ensayo SPT corregido por energía y esfuerzo de confinamiento N1,60.

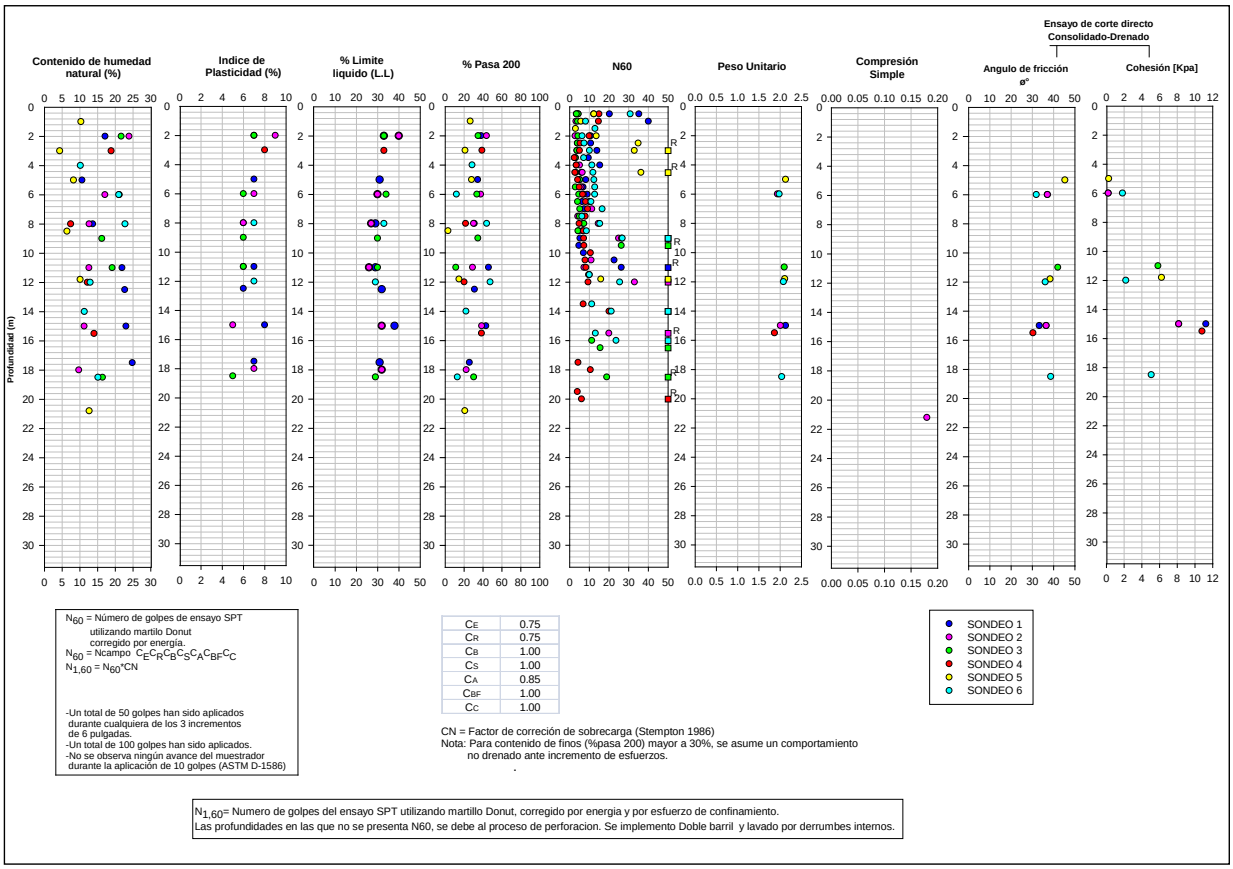


Figura 65.Caracterización geotécnica sondeos.

- **SUELO 1 - ALUVIAL**

- $N_{1,60}$: 30
- Peso volumétrico: 18.0 KN/m^3
- Cohesión: 0.0 KPa
- Ø: 34°
- Df: 1.0 m

Para este estrato y con base el número de golpes del ensayo SPT corregidos por energía y por esfuerzo de confinamiento, N1,60, de 30 y haciendo uso de correlaciones para arenas con base a AASHTO, se obtendría un módulo de elasticidad E=30.000 kPa, con base la correlación E=1000xN1,60.

Soil Type	Equivalent Elastic Modulus (kPa)
Silts, sandy silts, slightly cohesive mixtures	400 $(N_1)_{60}$
Clean fine to medium sands and slightly silty sands	700 $(N_1)_{60}$
Coarse sands and sands with little gravel	1,000 $(N_1)_{60}$
Sandy gravels	1,200 $(N_1)_{60}$

Figura 66. Correlación entre N1,60 y módulo de elasticidad (AASHTO 1996)

7.4.2 Evaluación preliminar de los estados límites de alta y servicio de la cimentación del muro de contención

A Continuación, se presenta un análisis de los estados límite de falla y servicio de la cimentación del muro proyectada.

H.4.2.3 — CAPACIDAD ADMISIBLE —La capacidad admisible de diseño para la cimentación deberá ser el menor valor entre el esfuerzo límite de falla (Véase H.4.2.1), reducido por el factor de seguridad, y el que produzca asentamientos iguales a los máximos permitidos (Véase H.4.8). Esta capacidad debe ser claramente establecida en los informes geotécnicos.

7.4.2.1 Evaluación de los estados límite de Falla

- **Cimentaciones superficiales en suelos granulares**

Basados en los estudios publicados por Meyerhof 1951, para la obtención de la capacidad de carga en cimentaciones superficiales, se consideró una superficie de falla bajo una cimentación continúa. La capacidad de carga última qu, expresada de la siguiente manera:

$$q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$$

De esta manera se estimó una capacidad de carga admisible, qadm=qu/FS = para un factor de seguridad de 3.0.
Se realizó un análisis de capacidad de carga para diferentes anchos de cimentación B del muro proyectado.

Tabla 26.Capacidad de carga de cimentaciones superficiales, estado límite de falla suelo aluvial.

CAPACIDAD DE CARGA		
γ_1	1,8	T/m^3
ϕ_1	34	°
c_1	0,0	T/m^2
FS	3	
Nγ		31,15
Nq		29,44
Ncr		
L		m
Df	1,0	m
ANCHO B (m)	qult T/m^2	qadm T/m^2
4,00	165,1	55,04
4,50	179,1	59,72
5,00	193,2	64,39
5,50	207,2	69,06

- **Evaluación de los estados límites de servicio**

Los asentamientos iníciales (elásticos), son considerados mediante la teoría elástica desarrollada por Jambu, Bjerrum y Kjaernsli (1971).

$$\rho_{i=} I_o I_i \frac{qB}{E}(1-\nu^2)$$

Mediante esta teoría se estiman los asentamientos inmediatos como resultado de la distorsión o cambio de forma del estrato bajo la influencia de la carga.

Tabla 27.Asentamientos inmediatos, suelo aluvial.

$$\rho_{i=} I_o I_i \frac{qB}{E}(1-\nu^2)$$

u	0,4	
Su		T/m2
K		
E	3000	T/m2

ANCHO	factor		q servicio	asentamiento
B	Io	Ii	maxima (ton/m2)	ρi
(m)				cm
4,00	1	0,1	55,0	0,616
4,50	1	0,1	59,7	0,752
5,00	1	0,1	64,4	0,901
5,50	1	0,1	69,1	1,064

ESFUERZO DE CONTACTO **30** **ton/m2**

ANCHO	factor		q servicio	asentamiento
B	Io	Ii	maxima (ton/m2)	ρi
(m)				cm
4,00	1	0,1	30,0	0,336
4,50	1	0,1	30,0	0,378
5,00	1	0,1	30,0	0,420
5,50	1	0,1	30,0	0,462

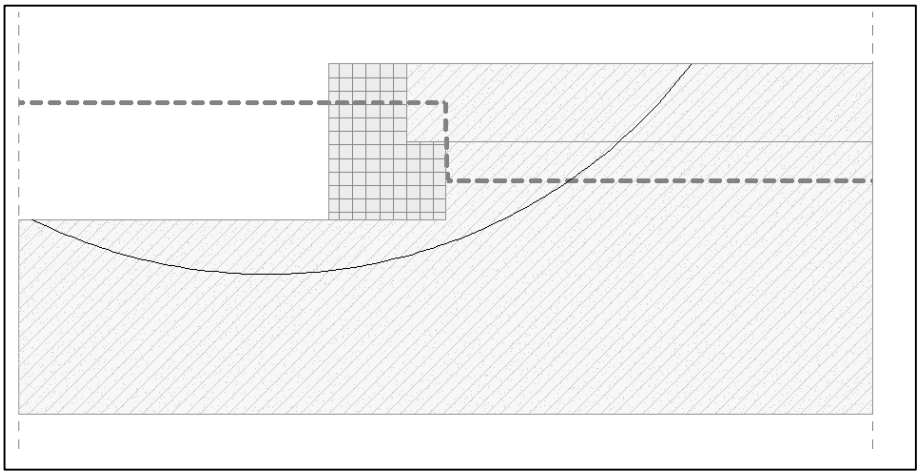
En la tabla anterior se presentan los resultados de la evaluación de los estados límite de falla (capacidad de carga) para alternativa de cimentaciones superficiales sobre suelos granulares, para diferentes anchos (B) de cimentación.

Se aclara, que de acuerdo con lo establecido en el artículo H.4.2.3, para determinar la capacidad de carga admisible, se deben evaluar los estados límite de falla y servicio en función del comportamiento que puede presentar el suelo ante un incremento dado de esfuerzos, por tal motivo, la capacidad de carga recomendada se limita a un nivel de asentamientos iguales a los máximos permisibles.

7.5 EVALUACIÓN ESTABILIDAD GLOBAL

La estabilidad global del muro de contención debe evaluarse utilizando métodos de análisis basados en el equilibrio límite cumpliendo con los factores de seguridad mínimos exigidos por la normatividad vigente.

A continuación, se presenta el resultado del análisis de estabilidad realizado en el programa Geostructural Analysis – Slope Stability.



Slope stability analysis

Input data

Tensile crack

Tensile crack not inputted

Earthquake

Earthquake not included.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1

Circular slip surface

Slip surface parameters					
Center :	x =	-3.59 [m]	Angles :	α_1 =	-26.20 [°]
	z =	8.31 [m]		α_2 =	52.72 [°]
Radius :	R =	13.72 [m]			
The slip surface after optimization.					

Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces : F_a = 181.46 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 363.48 kN/m

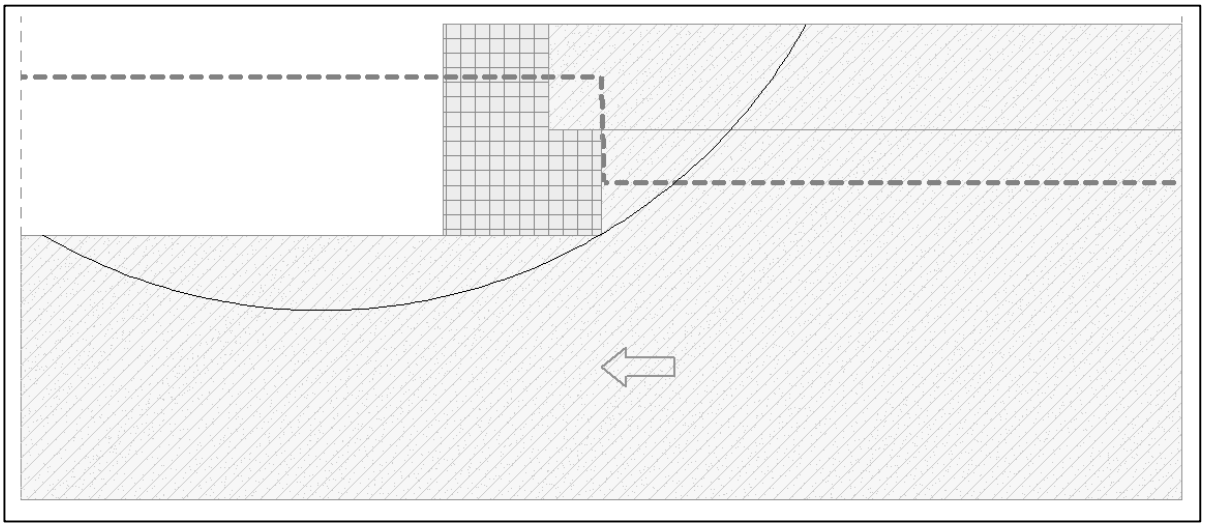
Sliding moment : M_a = 2489.69 kNm/m

Resisting moment : M_p = 4986.88 kNm/m

Factor of safety = 2.00 > 1.50

Slope stability ACCEPTABLE

Figura 67.Análisis de estabilidad global condición estatica.Muro H =4.00 m



Slope stability analysis

Input data

Tensile crack

Tensile crack not inputted.

Earthquake

Horizontal seismic coefficient : K_h = 0.25
Vertical seismic coefficient : K_v = 0.00

Settings of the stage of construction

Design situation : seismic

Results (Stage of construction 1)

Analysis 1

Circular slip surface

Slip surface parameters					
Center :	x =	-4.30 [m]	Angles :	α_1 =	-30.16 [°]
	z =	5.07 [m]		α_2 =	61.10 [°]
Radius :	R =	10.49 [m]			

The slip surface after optimization

Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces : F_a = 234.56 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 251.06 kN/m

Sliding moment : M_a = 2460.52 kNm/m
Resisting moment : M_p = 2633.66 kNm/m
Factor of safety = 1.07 > 1.00
Slope stability ACCEPTABLE

Figura 68.Análisis de estabilidad global condición seudo estatica.Muro H = 4.00m

8. PLANES DE GESTIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL

8.1 PLAN AMBIENTAL

Normas Generales			
Norma	Numero	Fecha	Alcance
Ley	23	1973	Plantea la necesidad de proteger los recursos naturales renovables, fija límites mínimos de contaminación y establece sanciones por violación de las normas. Se faculta al Presidente de la República para expedir el Código de los Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente
Decreto-Ley	2811	1974	Código nacional de los recursos naturales renovables RNR y no renovables y de protección al medio ambiente. Regula el manejo de los RNR la defensa del ambiente y sus elementos.
Ley	09	1974	Código Sanitario Nacional, regula los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de los descargos de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente.
Decreto	1715	1978	Por el cual se reglamentan parcialmente el Decreto-Ley 2811 de 1974, la Ley 23 de 1973 y el Decreto- Ley 154 de 1976, en cuanto a protección del paisaje.
Constitución Política de Colombia	-	1991	El capítulo II recoge las disposiciones consignadas en la Constitución Política Colombiana respecto a la protección del medio ambiente, las cuales están encaminadas a la conservación y protección de los recursos naturales con el fin de garantizar la supervivencia de las generaciones futuras.

Ley	99	1993	La ley crea mecanismos para una estructuración de la legislación existente como es el Sistema Nacional Ambiental (SINA). Reglamenta lo referente a sus competencias y funciones y define la estructura del Ministerio y las Corporaciones, así como las fuentes y recursos económicos para el manejo y la recuperación del medio ambiente
Ley	388	1997	Ordenamiento Territorial Municipal y Distrital y Planes de Ordenamiento Territorial, que reglamenta los usos del suelo.
Ley	491	1999	Define el seguro ecológico y delitos contra los recursos naturales y el ambiente y se modifica el Código Penal
Ley	1333	2009	Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones.
Decreto	3930	2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
Decreto	3678	2010	Define los criterios que deben tener en cuenta las autoridades para imponer sanciones de tipo ambiental.
Decreto	2820	2010	Por el cual se reglamenta el Titulo VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
Ley	1454	2011	Por la cual se dictan normas orgánicas sobre ordenamiento territorial y se modifican otras disposiciones.
Ley	1444	2011	Por la cual se escinde y reorganiza el Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo territorial, convirtiéndose en el Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible.
Decreto	2041	2014	Por el cual se reglamenta el Titulo VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. (Compilado en Decreto Único Sector Ambiente 1076 /15)

Ley	2111	2021	El Congreso de la República expidió la ley mediante la cual se reemplazó y adoptó el nuevo Título XI del Libro II de la Ley 599 de 2000 (Código Penal), “De los delitos contra los recursos naturales y el medio ambiente”.
Recurso Hídrico			
Decreto	2811	1974	Es el reglamento sobre aguas no marítimas, de recursos hidrobiológicos, de cuencas hidrográficas y de áreas de manejo especial.
Decreto	3930	Octubre de 2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo 11 del Título VI - Parte 11I - Libro 11 del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones" (Compilado en Decreto Único Sector Ambiente 1076 /15)
Decreto	4728	2010	Por el cual se modifica parcialmente el decreto 3930 de 2010 Articulo 35 Plan de Contingencia para el manejo de derrames de hidrocarburos o sustancias nocivas.
Residuos Sólidos			
Decreto Reglamentario	2462	1989	Reglamenta los procedimientos sobre explotación de materiales de construcción
Documento CONPES	2750	1994	Políticas sobre manejo de residuos sólidos
Decreto	1973	1995	Aprueba y reglamenta la vigencia del convenio 170 frente a la utilización de los productos químicos en el trabajo.
Ley	430	1998	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.
Decreto	1505	2003	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones
Decreto	4741	2005	Establece toda la reglamentación frente a la gestión integral para prevenir la generación de residuos o desechos peligrosos.

Ley	1259	2008	Creación e implementación el Comparendo Ambiental como instrumento de cultura ciudadana, sobre el adecuado manejo de residuos sólidos y escombros, previendo la afectación del medio ambiente y la salud pública
Resolución	1362	2007	Expide los requisitos y el procedimiento para realizar el registro de generadores de los residuos o desechos peligrosos en Colombia.
Ley	1252	2008	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones
Resolución	472	2017	Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos de construcción y demolición.
Resolución	2184	2019	Por el cual se reglamenta el nuevo código de colores para el manejo y separación de residuos en Colombia.
Flora			
Ley	2	1959	Reserva forestal y protección de suelos y agua
Decreto	877	Mayo 10/1976	Por el cual se señalan prioridades referentes a los diversos usos del recurso forestal, a su aprovechamiento y al otorgamiento de permisos y concesiones y se dictan otras disposiciones.
Decreto	2787	1980	Reglamenta parcialmente el Decreto Ley 2811 de 1974, aprovechamiento de bosques nacionales y compensación de los mismos
Ley	299	1995	Por la cual se protege la flora Colombiana
Resolución	192	2014	Por la cual se establece el listado de especies silvestres amenazadas de la biodiversidad biológica Colombiana que se encuentran en el territorio Nacional.
Aire			
Decreto	948	1995	Normas para la protección y control de la calidad del aire. (Compilado en Decreto Único Sector Ambiente 1076 /15)

Ley	769	2002	Expide el código nacional de tránsito. Art. 50 Condiciones mecánicas, ambientales y de seguridad. Art 51. Revisión periódica de los vehículos. Art 52. Primera revisión de los vehículos automotores. Art 103. Niveles permisibles de emisión de fuentes móviles. Art 104. Normas para dispositivos sonoros.
Resolución	910	2008	Reglamenta niveles permisibles de emisión de contaminantes por fuentes móviles terrestres en Colombia.
Ley	1383	2010	Reforma la Lay 769 de 2002 código nacional de tránsito.
Resolución	2254	2017	Norma de calidad del aire ambiente.
Ley	1972	2019	Reglamenta los niveles máximos permisibles para la emisión de contaminantes que den cumplir las fuentes móviles.
Ruido			
Decreto	948	1995	En relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.
Resolución	627	2006	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
Resolución	2154	2010	Por la cual se ajusta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones.
Materiales de Construcción			
Ley	685	2001	Por medio de la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones.
Ley	1382	2010	Por la cual se modifica la ley 685 de 2001 Código de Minas.
Campamentos			

Resolución	2400	2010	Por la cual se establecen las disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad industrial en establecimientos de trabajo. Esta resolución busca preservar y mantener la salud física y mental, prevenir accidentes y enfermedades profesionales, para lograr las mejores condiciones de higiene y bienestar de los trabajadores en las diferentes áreas en las que se realizan actividades de obra o actividades conexas con la misma.
Plan de manejo de tráfico			
Resolución	1050	2004	Por medio de la cual se adopta el Manual de Señalización Vial – Dispositivos para la regulación de Tránsito en calles, carreteras y ciclo rutas de Colombia.
Resolución	2800	2005	Por la cual se establecen unas medidas de tránsito vehicular tendientes a garantizar la movilidad en las vías del país.
DECRETO ÚNICO REGLAMENTARIO SECTOR AMBIENTE			
Decreto	1076	2015	Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible
Legislación Internacional adoptada por Colombia			
Convenio sobre el comercio internacional de especies amenazadas: fauna y flora silvestre. Washington, 1973			

8.1.1 Descripción de actividades

En este sector las crecientes de la quebrada Chimitá, históricamente han generado inundaciones y afectaciones en gran parte del barrio.

Los efectos erosivos del cuerpo hídrico, han generado afectaciones sobre los estribos del puente de la vía Bucaramanga – Café Madrid y el colapso de un tramo de muro de contención de la canalización existente. Por las observaciones de campo, se presume que estos muros en gaviones carecen de un adecuado sistema de protección anti-socavación.

En este sector se plantean las siguientes obras de mitigación:

- Se recomienda la construcción de un muro en gaviones de 4.0 metros de altura. El muro estará compuesto por cuatro (4) filas. Deberá ser enterrado mínimo a una profundidad de 1.0 metro del nivel actual del terreno y la cara expuesta deberá ser

protegido por medio de un recubrimiento en concreto de 12.5cm de espesor. La estructura proyectada, no presenta problemas de estabilidad local ni global, los factores de seguridad por Volteo, Deslizamiento y Falla por capacidad de carga son Admisibles.

- Para garantizar el funcionamiento del muro de contención en gavión, se recomienda retirar los suelos transportados de basuras y escombros, con el fin de que el muro en gavión se construya sobre suelo competente.

- Como elemento de protección ante los efectos de socavación lateral y de fondo, se recomienda implementar un dentellón en concreto ciclópeo de 2.0m de altura y 1.50m de ancho. Adicionalmente, este dentellón mejora el factor de seguridad a deslizamiento para el escenario de diseño.

8.1.2 Definición el área de influencia

8.1.2.1 Área de influencia directa

El área de influencia directa es el lugar donde se producirán los principales impactos del proyecto.



Figura 69. Zona de confluencia con la quebrada Chimitá.



Figura 70. Zona de influencia directa

8.1.2.2 Área de influencia indirecta

El área de influencia directa corresponde a la vía de acceso al barrio asentamiento humano Club Gallineral, vía de acceso que comunica al barrio Jose Antonio Galán.



Figura 71. Vías de acceso Barrio José Antonio Galán

8.1.3 Caracterización ambiental del área de influencia

8.1.3.1 componente abiótico

8.1.3.1.1 Climatología

Esta área está muy influenciada por la presencia del río de Oro a su paso por Girón, se encuentra en una región de clima tropical de montaña. La zona de inundación del río está influenciada por esta condición climática y por las características propias de los ríos y su entorno fluvial.

En términos generales, tiene un clima cálido y húmedo. Las temperaturas promedio varían entre los 18 °C y los 24 °C a lo largo del año. Sin embargo, las temperaturas pueden ser más altas durante la época seca y más moderadas durante la época lluviosa.

La época lluviosa en esta zona se extiende de abril a noviembre, con un pico de precipitaciones en los meses de mayo a julio. Durante esta temporada, se pueden esperar fuertes lluvias y un aumento en el caudal del río de Oro, lo que puede provocar inundaciones en su zona adyacente. Estas inundaciones suelen ser temporales y están relacionadas con eventos de lluvia intensa.

Durante la época seca, que comprende los meses de diciembre a marzo, las precipitaciones disminuyen significativamente. Durante este período, es menos probable que se produzcan inundaciones en la zona de inundación del río de Oro. Sin embargo, la vegetación y los cultivos en la zona pueden requerir riego adicional debido a la menor disponibilidad de agua.

8.1.3.1.2 Climatología

El área de estudio se encuentra ubicado en medio del grupo mesa, meseta de Bucaramanga (TQ), por consiguiente, el Barrio Gallineral estará conformada en su mayoría por areniscas, limolitas y conglomerados débilmente consolidados y considerados como depósitos de origen fluvial

8.1.4 Componente biótico

8.1.4.1 Componente flora

En el área de estudio carece de cobertura vegetal, se observan algunos rastrojos y algunos arbustos frutales como papayos introducidos por los lugareños o de crecimiento espontaneo.

8.1.4.2 Componente fauna

La poca o casi nula vegetación no permite que exista presencia de fauna en el sitio de intervención. El agua de la quebrada chimitá tiene un proceso de contaminación importante lo que llama la presencia principalmente eventualmente de gallinazos.

8.1.5 Componente socio económico

El área de estudio se encuentra dentro del asentamiento humano Club Gallineral, esta zona hace parte de los barrios de la periferia donde los asentamientos informales son factor de importancia social, hay falta de espacios públicos, cobertura incompleta de servicios básicos, ausencia de infraestructuras de importancia como centros de salud, colegios y centros de interés comunitario.

Hace más de un año se vienen presentando emergencias derivadas de las crecientes de la quebrada Chimitá, donde muchas personas han perdidos sus viviendas y principales enseres.

8.1.6 Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales

Para la ejecución de las obras se deberán tramitar los siguientes permisos:

Tabla 28. Permisos a tramitar en el proyecto

Tipo de recurso	Tramite o permiso
Agua	Se deberá tramitar el respectivo permiso de ocupación de cauces para el desarrollo de las obras en el cauce de la quebrada.
Suelo	Solicitar licencias de explotación para las canteras de donde se extraerán los materiales. Licencias o permisos para la disposición de residuos y RCD generados en el proyecto.

8.1.7 Evaluación ambiental

8.1.7.1 Descripción De Actividades e Identificación de impactos Ambientales

A continuación, se relacionan las actividades proyectadas a ejecutar en el proyecto y se definen los aspectos ambientales que pueden generar impactos a los componentes biótico, abiótico y social.

Tabla 29. Identificación de aspectos ambientales asociados a las actividades

	ACTIVIDADES	ASPECTOS AMBIENTALES
1	Extracción de suelos, basuras o escombros.	Remoción de vegetación Remoción capa orgánica del suelo Generación de residuos Generación de RCD
2	Construcción muro en gaviones de 7 metros de altura.	Intervención del cauce Construcción de campamentos Transporte de materiales Consumo de agua Consumo de materiales Generación de residuos Generación de RCD Presencia de personal en el sector
3	Dentellón en concreto	Consumo de agua Consumo de materiales Consumo de materiales Generación de residuos Generación de RCD

8.1.7.2 Relación de componentes ambientales y posibles impactos con proyecto

Tabla 30. Listado de impactos ambientales por componente

MEDIO	COMPONENTES/ ELEMENTOS	IMPACTOS
ABIÓTICO	AGUAS SUPERFICIALES	Alteración de la capacidad de transporte del agua
		Cambios en las características físicas del agua
		Cambios en la calidad del recurso hídrico superficial
		Alteración de la hidrogeomorfologia de la dinámica fluvial
	ATMOSFÉRICO	Alteración de la calidad del aire por gases y material particulado
		Alteración de los niveles de ruido

	SUELOS, GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo
		Alteración de la calidad del suelo
		Alteración del suelo orgánico o agrológico
		Contaminación por generación de residuos y RCD
	PAISAJE	Alteración del paisaje
BIÓTICO	FAUNA Y FLORA	Variación de la cobertura vegetal
		Desplazamiento de especies
		Alteración de las comunidades de fauna terrestre
SOCIOECONÓMICO	CULTURAL	Alteración de patrones culturales
		Intervención del patrimonio arqueológico histórico o arquitectónico
	ECONÓMICO	Modificación del nivel de ingresos de la población
		Variación del presupuesto de la región
		Cambio en la oferta laboral
		Alteración del valor de la propiedad
	ESPACIAL	Alteración de infraestructura existente
		Variación en la cobertura y calidad de servicios públicos
		Variación en el volumen del tránsito vehicular
	POLITICO - ORGANIZATIVO	Fortalecimiento institucional y comunitario
		Generación de expectativas en la comunidad
		Cambio en el uso de un recurso natural

8.1.7.3 Metodología para la evaluación ambiental

Para el proceso de evaluación ambiental se utilizó la metodología de desarrollada por Arboleda, también conocida como metodología EPM la cual permite el análisis completo en el área de influencia teniendo en cuenta las siguientes etapas:

Etapa 1. Desagregación del Proyecto en Componentes. En esta etapa se divide el proyecto en las actividades que se requieren para la etapa constructiva.

Etapa 2. Identificación de los Impactos. En esta etapa se procede a identificar los impactos que se pueden generar en cada uno de los procesos definidos en el paso anterior. Para ello se utiliza un método de valoración de impactos por medio del cual se determina la magnitud de la relación proyecto ambiente.

Cada diagrama está compuesto por tres elementos básicos que permiten elaborar el proceso secuencial que identificará los impactos.

Estos elementos son los siguientes:

1. Acción: Es el conjunto de actividades necesarias para la ejecución del proyecto.

2. Aspecto: Es el proceso físico, biótico, social económico o cultural que puede ser activado, suspendido o modificado por una determinada acción del proyecto y puede producir cambios o alteraciones que gobiernan la dinámica de los ecosistemas.

3. Impacto: Es el cambio neto o resultado final (benéfico o perjudicial) que se produce en alguno de los elementos ambientales por una determinada acción del proyecto.

Etapa 3. Evaluación de los impactos. Los diagramas de identificación permiten obtener una lista de impactos ambientales que pueden ser generados por una determinada acción del proyecto, pero no indican nada de su significado y jerarquía. Es por eso que en esta etapa se procede a evaluar cada impacto individualmente.

Los atributos ambientales o criterios utilizados para la calificación son:

• Clase • Presencia o Probabilidad • Duración • Evaluación • Magnitud

La estimación de los factores de la evaluación ambiental se basa en la utilización de conceptos de profesionales especialistas.

Para la calificación ambiental, se utilizó igualmente el método definido por Arboleda.

De acuerdo con este método la calificación ambiental es la expresión de la interacción o acción conjugada de los criterios o factores que caracterizan los impactos ambientales y está definida por la siguiente ecuación: Ca = C (P [E x M + D]) Dónde: Ca: Calificación Ambiental (varía entre 0.1 y 10) C: Clase expresado por el signo + o – de acuerdo al tipo de impacto

P: Presencia (Varía entre 0.0 y 1.0)

E: Evolución (Varía entre 0.0 y 1.0)

M: Magnitud (Varía entre 0.0 y 1.0)

D: Duración (Varía entre 0.0 y 1.0)

Aplicando el análisis de sensibilidad se determinaron las siguientes constantes de ponderación:

a = 7.0 y b = 3.0.

Luego; Ca = C (P[axEM+bxD]) reemplazando a y b Obtenemos Ca = C (P[7.0xEM+3.0xD])

El índice denominado Calificación Ambiental (Ca), se obtiene a partir de cinco criterios o factores característicos de cada impacto, los cuales se explican de la siguiente manera:

Clase (C). Define el sentido del cambio ambiental producido por una determinada acción del proyecto. Puede ser positiva o negativa dependiendo si se mejora o degrada el ambiente actual o futuro.

Presencia (P). Como no se tiene certeza absoluta de que todos los impactos se presenten, la presencia califica la probabilidad de que el impacto pueda darse, se expresa entonces como un porcentaje de la probabilidad de ocurrencia.

En la mayoría de los impactos hay certeza absoluta de que se van a presentar, pero otros pocos tienen un nivel de incertidumbre que debe determinarse. Este criterio califica la posibilidad de que el impacto pueda darse y se expresa como un porcentaje de la probabilidad de ocurrencia, de la siguiente manera:

- Cierta: si la probabilidad de que el impacto se presente es del 100% (se califica con 1.0)
- Muy probable: si la probabilidad está entre 70 y 100 % (se califica entre 0.7 y 0.99)
- Probable: si la probabilidad está entre 40 y 70 % (0.4 y 0.69)
- Poco probable: si la probabilidad está entre 20 y 40 % (0.2 y 0.39)
- Muy poco probable: si la probabilidad es menor a 20 % (0.01 y 0.19)

Duración (D). Evalúa el periodo de existencia activa del impacto y sus consecuencias, se expresa en función del tiempo que permanece el impacto (muy larga, larga, corta, etc.).
Con este criterio se evalúa el período de existencia activa del impacto, desde el momento que se empiezan a manifestar sus consecuencias hasta que duren los efectos sobre el factor ambiental considerado. Se debe evaluar en forma independiente de las posibilidades de reversibilidad o manejo que tenga el impacto.

Se expresa en función del tiempo de permanencia o tiempo de vida del impacto, así:

- Muy larga o permanente: si la duración del impacto es mayor a 10 años (se califica con 1.0)

- Larga: si la duración es entre 7 y 10 años (0.7 – 0.99)
- Media: si la duración es entre 4 y 7 años (0.4 y 0.69)
- Corta: si la duración es entre 1 y 4 años (0.2 y 0.39)
- Muy corta: si la duración es menor a 1 año (0.01 y 0.19

Evolución (E). Evalúa la velocidad de desarrollo del impacto, desde que aparece hasta que se hace presente plenamente con todas sus consecuencias, se expresa en unidades relacionadas con la velocidad con la que se presenta el impacto.
Califica la rapidez con la que se presenta el impacto, es decir la velocidad como éste se despliega a partir del momento en que inician las afectaciones y hasta que el impacto se hace presente plenamente con todas sus consecuencias.

Se expresa en términos del tiempo trascurrido entre el inicio de las afectaciones hasta el momento en que el impacto alcanza sus mayores consecuencias o hasta cuando se presenta el máximo cambio sobre el factor considerado, así:

- Muy rápida: cuando el impacto alcanza sus máximas consecuencias en un tiempo menor a 1 mes después de su inicio (se califica con 1.0)
- Rápida: si este tiempo está entre 1 y 12 meses (0.7 – 0.99) Media: si este tiempo está entre 12 y 18 meses (0.4 y 0.69)
- Lenta: si este tiempo está entre 18 y 24 meses (0.2 y 0.39)
- Muy lenta: si este tiempo es mayor a 24 meses (0.01 y 0.19)

Magnitud (M). Califica la dimensión o tamaño del cambio ambiental producido por la actividad o proceso constructivo u operativo. Los valores de magnitud absoluta, cuantificados o referidos se transforman en términos de magnitud relativa, que es una expresión mucho más real del nivel de afectación del impacto.

Este criterio califica la dimensión o tamaño del cambio sufrido en el factor ambiental analizado por causa de una acción del proyecto.

Se expresa en términos del porcentaje de afectación o de modificación del factor (por este motivo también se denomina magnitud relativa) y puede ser:

- Muy alta: si la afectación del factor es mayor al 80%, o sea que se destruye o cambia casi totalmente (se califica con 1.0)
- Alta: si la afectación del factor está entre 60 y 80 %, o sea una modificación parcial del factor analizado (se puede calificar 0.7 – 0.99)
- Media: si la afectación del factor está entre 40 y 60 %, o sea una afectación media del factor analizado (0.4 y 0.69)

- Baja: si la afectación del factor está entre 20 y 40 %, o sea una afectación baja del factor analizado (0.2 y 0.39)
- Muy baja: cuando se genera una afectación o modificación mínima del factor considerado, o sea menor al 20 % (0.01 y 0.19).

Tabla 31. Criterios para la valoración de impactos

Criterio	Rango	Valor
Clase	Positivo	(+)
	Negativo	(-)
Presencia	Cierta	1,0
	Muy probable	0,7-0,99
	Probable	0,4-0,69
	Poco probable	0,2-0,39
	Muy poco probable	0,01-0,19
Evolución	Muy rápida: Si es < de 1 mes	1,0
	Rápida: Si es < de 12 meses	0,7-0,99
	Media: Si es < de 18 meses	0,4-0,69
	Lenta: Si es < de 24 meses	0,2-0,39
	Muy lenta: Si es > de 24 meses	0,01-0,19
Magnitud	Muy alta: Si Mr > del 80 %	1,0
	Alta: Si Mr varia entre 60 y 80 %	0,7-0,99
	Media: Si Mr varia entre 40 y 60 %	0,4-0,69
	Baja: Si Mr varia entre 20 y 40 %	0,2-0,39
	Muy baja: Si Mr < del 20 %	0,01-0,19
Duración	Muy larga o permanente: Si es > de 10 años	1,0
	Larga: Si es > de 7años	0,7-0,99
	Media: Si es > de 4 años	0,4-0,69
	Corta: Si es > de 1 año	0,2-0,39
	Muy corta: Si es < de 1 año	0,01-0,19

Tabla 32. Rangos de valores evaluación ambiental del impacto

CALIFICACIÓN AMBIENTAL	IMPORTANCIA	MEDIDA DE MANEJO
<2.5	Poco significativo o irrelevante (PS – I)	Preventivos
>2.5 y < 5.0	Moderadamente significativo o moderado (MS – M)	Control
>5.0 y < 7.5	Significativo o relevante (S – R)	Compensación
>7.5	Muy significativo o Grave (MS – G)	Restauración

8.1.7.4 Matriz de valoración de impactos

ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	RECURSO NATURAL AFECTADO						IMPACTO AMBIENTAL	PARÁMETROS DE VALORACIÓN									
		AIRE	AGUA	SUELO	FLORA	FAUNA	SOCIO AMBIENTAL		CLASE	PRESENCIA (P)	EVOLUCIÓN (E)	MAGNITUD (M)	DURACIÓN (D)	a	b	CALIFICACIÓN DEL IMPACTO	IMPORTANCIA	MEDIDA DE MANEJO
Limpieza del terreno. Retiro de suelos transportados	Remoción capa organica del suelo			x				Alteración de las propiedades fisicoquimicas del suelo	-	0,4	0,8	0,6	0,19	7	3	1,6		Cumplimiento de PMA
				x				Alteración del suelo organico o agrologico	-	0,4	0,8	0,6	0,19	7	3	1,6		Cumplimiento de PMA
	Generacion de residuos solidos			x				Alteracion de las propiedades fisicoquimicas del suelo	-	0,4	0,8	0,6	0,19	7	3	1,6		Cumplimiento de PMA
	Generacion de RCD			x				Contaminacion del suelo	-	0,4	0,8	0,19	0,19	7	3	0,7		Cumplimiento de PMA
Construccion muro en gaviones	Intervencion cauce			x				Alteracion de la hidrogeomorfologia	-	0,4	1,0	1,0	1,00	7	3	4,0		Cumplimiento de la compensación solicitada en el permiso de ocupacion de cauces. Diseños de obras por especialistas. Construcción de proyectos diseñados.
			x					Alteración de la capacidad de transporte del agua	-	0,4	0,8	0,6	0,19	7	3	1,6		Cumplimiento del PMA
			x	x				Cambios en los cursos de los cuerpos de agua	-	1,0	0,8	0,6	0,19	7	3	3,9		Cumplimiento de la compensación solicitada en el permiso de ocupacion de cauces.
			x					Cambio en las caracteristicas fisicoquimicas del agua	-	0,7	0,8	0,19	0,19	7	3	1,1		Cumplimiento del PMA
	Construccion de campamentos			x			x	Alteracion de la infraestructura existente	-	0,4	1,0	0,6	0,19	7	3	1,9		Cumplimiento del PMA
				x				Contaminacion del suelo	-	0,4	0,8	0,6	0,19	7	3	1,6		Cumplimiento del PMA
	Generacion de residuos solidos			x				Alteracion de las propiedades fisicoquimicas del suelo	-	0,4	0,8	0,19	0,19	7	3	0,7		Cumplimiento del PMA
	Generacion de residuos liquidos		x					Contaminacion del agua	-	0,2	0,8	0,19	0,19	7	3	0,3		Cumplimiento del PMA
	Suspensión de actividades de extraccion de materiales del rio						x	Cambio en las actividades economicas tradicionales	-	0,6	0,8	0,19	0,19	7	3	1,0		Cumplimiento del PMA
Dentellon en concreto	Transporte de materiales						x	Aumento en los niveles del trafico vehicular	-	1,0	0,8	0,19	0,19	7	3	1,6		Cumplimiento del PMA
		x						Alteracion de la calidad del aire	-	0,6	0,8	0,19	0,19	7	3	1,0		Cumplimiento del PMA
		x						Alteracion de los niveles de ruido	-	0,6	0,8	0,19	0,19	7	3	1,0		Cumplimiento del PMA
	Intervencion del cauce del rio		x	x				Alteracion de la hidrogeomorfologia	-	0,4	0,8	1,0	1,00	7	3	3,4		Cumplimiento de la compensación solicitada en el permiso de ocupacion de cauces.
	Generacion de RCD			x				Alteracion de las propiedades fisicoquimicas del suelo	-	0,4	0,8	0,19	0,19	7	3	0,7		Cumplimiento del PMA
	Generacion de residuos			x				Contaminación del suelo	-	0,4	0,8	0,19	0,19	7	3	0,7		Cumplimiento del PMA
	Construcción de obras preventivas						x	Disminucion de riesgos para la comunidad	+	1	1,0	0,6	1,00	7	3	7,2		Socializacion de las obras a la comunidad y sus impactos positivos.

8.1.7.4.1 Análisis de impactos

Se identificaron 20 impactos, 19 de ellos negativos y 1 impacto positivo. Los impactos negativos corresponden principalmente a los cambios en la geomorfología del suelo y a la posible contaminación del mismo.

El área de trabajo es una zona bastante intervenida antrópicamente, se observan estructuras de protección existentes por lo que las obras no generan un impacto mayor a la afectación ya existente, por esta razón la evaluación de impactos no concluye ningún impacto significativo o relevante, todos se encuentran en la categoría moderada o poco significativo, lo que permite que con la implementación adecuada de los programas de manejo se controlen y mitiguen.

El impacto positivo identificado y evaluado como relevante, corresponde a la disminución de los riesgos de la comunidad derivados de la construcción de las obras, impacto para el que se recomienda una adecuada socialización con la comunidad.

8.1.8 Programas de manejo ambiental

En este capítulo se presentan los programas de manejo ambiental que se definen para el proyecto, teniendo en cuenta la línea base ambiental de los componentes biótico, abiótico y social y las actividades proyectadas para el área de estudio.

Con la implementación de los programas aquí contenidos, se espera que los impactos sobre el área de influencia puedan controlarse o minimizarse. Para el caso de actividades cuyos efectos son irreversibles se establecerán medidas de compensación.

Los programas aquí contenidos deberán ser implementados y monitoreados por un profesional en el área ambiental.

PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL	
COMPONENTE BIÓTICO	
PMB 1.	Programa de compensación forestal y manejo paisajístico
COMPONENTE ABIÓTICO	
PMA 1.	Programa para el manejo de excavaciones, rellenos y afirmados
PMA 2.	Programa para el manejo ambiental de materiales de construcción
PMA 3.	Programa para el manejo integral de residuos sólidos y RCD
PMA 4.	Programa para el manejo de campamentos e infraestructura temporal
PMA 5.	Programa para el manejo de emisiones atmosféricas y ruido
PMA 6.	Programa para el manejo de señalización y aislamiento del área de construcción
PMA 7.	Programa para el Manejo ambiental de los vehículos, maquinaria y equipos.
COMPONENTE SOCIOECONÓMICO	
PMS 1.	Programa para la capacitación ambiental y la seguridad y salud en el trabajo
PMS 2.	Programa de información comunitaria
GESTIÓN AMBIENTAL	
PGA 1.	Programa de seguimiento y monitoreo ambiental

Tabla 33. PMB-1

Programa de compensación forestal y manejo paisajístico – MEDIO BIÓTICO	**PMB - 1**
Descripción	
Este programa contiene las medidas necesarias para dar cumplimiento a la compensación forestal que se requiera para el proyecto y el manejo de los residuos de descapote y limpieza.	
Metas Relacionadas	
• Disponer y manejar adecuadamente los residuos de limpieza del terreno. • Realizar la compensación forestal correspondiente a la ocupación de cauces.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
Perdida de la cobertura vegetal	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Inicio de las actividades de descapote / frentes de obra
Plan de Acción	
Manejo de residuos de descapote y limpieza 1. Se deberá realizar un adecuado manejo de los residuos de limpieza y descapote, delimitando un área temporal de almacenamiento alejada del cauce de la quebrada. 2. Los residuos deberán evacuarse oportunamente y disponerse en sitios autorizados para este fin. **Medidas de compensación forestal** • El permiso de ocupación de cauces requiere el cumplimiento de una compensación forestal, que una vez otorgado el permiso debe presentarse en 1 mes el respectivo plan de siembra. • Se deberá presentar el respectivo plan de compensación definidos por la autoridad ambiental. • Se deberá realizar la siembra del total de las especies solicitadas como compensación. • Entregar antes de finalizar las obras el respectivo informe de siembra de la compensación solicitada.	

Tabla 34. PMA -1

Programa para el manejo de excavaciones, rellenos y afirmados – MEDIO ABIÓTICO	**PMA -1**
Descripción	
El programa busca establecer los requerimientos y procedimientos para el manejo ambiental de las actividades rellenos y afirmados, cumpliendo con las normas técnicas y ambientales establecidas	
Metas Relacionadas	
• Número de accidentes de obra relacionados con el manejo de excavaciones = 0 • Cumplimiento al 100% de las medidas de manejo ambiental establecidas para la intervención con actividades de excavación.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
Aporte de sedimentos a la corriente de agua Alteración de la calidad visual del paisaje Accidentes a los trabajadores y la comunidad	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades de excavación y rellenos.
Plan de Acción	
Se debe aislar y señalizar completamente las áreas de excavación y relleno. Las actividades de excavación y movimiento de tierra deben realizarse procurando la estabilidad de las áreas aledañas a las zonas de intervención. Debe definirse un sitio adecuado para la ubicación temporal de los materiales retirados, evitando la cercanía con el cauce de la quebrada. Se deben ubicar adecuadas protecciones o barricadas para protección de las zonas excavadas y prevenir el acceso de agua de la quebrada. Los materiales excavados se deberán disponer en sitios autorizados para tal fin, en el programa para manejo de RCD se mencionan los sitios autorizados en la ciudad de Bucaramanga. Se debe llevar registro adecuado de los materiales generados, dispuestos y reutilizados. Se debe suspender todo tipo de actividades ante la presencia de lluvias.	

Tabla 35. PMA – 2

Programa para el manejo ambiental de materiales de construcción – MEDIO ABIÓTICO	**PMA - 2**
Descripción	
El programa busca definir los controles a tener en cuenta para la adquisición, transporte y manejo de los materiales de construcción.	
Metas Relacionadas	
• Evitar las emisiones de material particulado. • Disponer el total de los escombros y materiales en sitios autorizados. • Evitar la ocupación de áreas no permitidas por la disposición inadecuada de escombros.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
Disminuir la generación de material particulado en la zona. Evitar la ocupación del espacio público. Afectación de los sistemas de drenaje y de las fuentes hídricas del sector. Evitar el desperdicio de materiales Garantizar la obtención de materiales de fuentes autorizadas	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.
Plan de Acción	

Adquisición de materiales

Los materiales de construcción grava, gravilla, arena, agregados minerales deben provenir de los sitios debidamente avalados, con sus licencias ambientales y mineras vigentes.

Almacenamiento de Materiales de construcción

Los materiales de construcción ubicados dentro del frente de trabajo o almacenados temporalmente en los sitios aprobados para tal fin deben permanecer perfectamente demarcados y cubiertos con plástico.

La ubicación temporal de materiales debe realizarse teniendo en cuenta medidas de precaución para evitar disponerlos cerca del cauce de la quebrada y prevenir así el arrastre de los mismos.

La preparación de los concretos en obra, se debe realizar exclusivamente sobre

formaletas metálicas para evitar vertimientos y caídas de este tipo de producto.

Medidas para el transporte de materiales

Todos los vehículos deberán contar con sus documentos y principalmente revisión tecnicomecanica al día.

Asegurar que los vehículos que transportan escombros o materiales tengan los platones o carrocerías adecuados para asegurar que la carga quede contenida en su totalidad, evitando perdidas de material durante el traslado.

Se debe tener presente que al cargar la volqueta el material no debe sobrepasar el nivel de enrase del volcó para evitar así el derrame de materiales.

Es obligatorio cubrir la carga transportada con el fin de evitar dispersión de la misma o emisiones fugitivas, la cobertura debe caer sobre el contenedor 30 cm a partir del borde superior del platón vehículo.

El contenedor o platón debe estar constituido por una estructura continua que en su contorno no contenga roturas, perforaciones, ranuras o espacios.

En caso de presentarse algún derrame accidental de concreto o algún material, éste deberá recogerse de forma inmediata.

Para la programación del transporte de materiales de construcción, desde el proveedor hacia el frente de obra, se deberá tener en cuenta las normas de tránsito, el tráfico vehicular y las restricciones de flujo de los vehículos de carga, principalmente porque para el acceso a los sitios de obra se deberá transitar por el barrio y hay gran presencia de peatones y niños.

Señalización

La señalización vial para el cargue y descargue de materiales es de vital importancia teniendo en cuenta que la vía de acceso al barrio es estrecha, para ello se deberá contar con paleteros o controladores de tráfico.

Las áreas de almacenamiento temporal de material deberán estar debidamente demarcadas y señalizadas.

Tabla 36. PMA – 3

Programa para el manejo integral de residuos sólidos – MEDIO ABIÓTICO	**PMA - 3**
Descripción	
El programa define las pautas que se deben seguir en las actividades de separación, almacenamiento, clasificación y disposición final de residuos sólidos y RCD.	
Metas Relacionadas	
• Evitar la ocupación del espacio público. • Realizar el aprovechamiento de los residuos reciclables generados durante la etapa de construcción. • Disponer los residuos de construcción de la forma adecuada según la normatividad legal vigente.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
Aumento en la generación de residuos. Contaminación del suelo Deterioro del paisaje Pérdida de la cobertura vegetal. Invasión u ocupación del espacio público Evitar molestias en la población que transita por el sector. Contaminación visual Taponamiento del sistema de drenaje del sector. Contaminación de cuerpos de agua.	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.
Plan de Acción	
Identificar la empresa que presta el servicio de recolección de residuos en el sector con el fin de establecer convenio para la recolección de los residuos NO APROVECHABLES durante el proyecto. Se deberán identificar los diferentes gestores de los otros tipos de residuos peligrosos, reciclables y RCD. Y solicitar los respectivos permisos o autorizaciones para su gestión. **Clasificación en la fuente**	

La actividad de separación de residuos se debe realizar preferiblemente en el lugar de generación.

Se ubicarán puntos de acopio de residuos en cada uno de los frentes de trabajo de acuerdo con el código de colores establecido mediante la resolución 2184 de 2019.



Imagen 1. Código de colores

De acuerdo con las características del proyecto los residuos más comunes podrían ubicarse de la siguiente forma:

Se marcarán los recipientes así:

A. **Residuos ordinarios o comunes (Color negro).** Dentro de este recipiente se ubicarán todos los residuos de tipo ordinario que no representan valor comercial tales como: Residuos de alimentos, papel y plástico contaminados con alimentos, icopor papel aluminio, papeles sanitarios entre otros.
B. **Reciclaje de vidrio, papel y cartón. (color blanco).** Dentro de este recipiente se ubicarán aquellos residuos de cartón provenientes de los empaques de los insumos del proyecto, papel de oficinas, envases de vidrio entre otros materiales reciclables.
C. **Residuos Orgánicos aprovechables. (Color verde).** Todos los residuos de comida, cascaras, alimentos preparados, huesos etc.
D. **Residuos Peligrosos (Color Rojo):** Los residuos de tipo peligroso tales como envases o elementos contaminados con combustibles, residuos de enfermería, pegantes u otros insumos que hayan tenido con sustancias químicas peligrosas deberán disponerse en este tipo de color. Así como los elementos contaminados con combustibles y sustancias químicas.

E. **RCD:** Los RCD que puedan generarse tales como chatarra, sobrantes de excavación y escombros deberán manejarse de manera separada en los sitios de generación.

Los puntos ecológicos deberán ubicarse cerca de las fuentes de generación, con sus respectivas bolsas de colores.

Almacenamiento

Se deberá contar con puntos de acopio temporal para el almacenamiento temporal de residuos aprovechables tales como cartón, papel, PVC entre otros.

a) Requerimientos de los recipientes de residuos

- Los recipientes o canecas deben contar con todas las características de seguridad e higiene, con el fin de que se evite la entrada de agua, roedores o insectos; deberán estar en buen estado de modo que no permita el escape de líquidos por sus paredes o por el fondo.
- Los recipientes deberán estar rotulados de acuerdo al color y tipo de residuo.
- Los residuos peligrosos deberán ser rotulados de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana NTC 1692, que corresponde al transporte de mercancías peligrosas, definiciones, clasificación, marcado, etiquetado y rotulado, o aquella que la modifique o sustituya.
- Los contenedores o canecas podrán ubicarse al lado de las oficinas, campamentos o donde se consideren necesarios. En lo posible los contenedores deben quedar cerca al sitio de generación.
-

Disposición final

Se deberán indagar las rutas, horarios y empresas de recolección de residuos y realizar acuerdos con la empresa de aseo para la entrega de los residuos generados durante las obras.

Los residuos aprovechables que puedan generarse, como cartón, PET, PVC deberán entregarse a un gestor autorizado.

Los residuos peligrosos deberán ser entregados a un gestor autorizado del municipio y se deberán anexar a los informes los certificados de esta disposición.

Para la disposición de los escombros y material sobrante, en el área metropolitana se cuenta actualmente con las siguientes escombreras autorizadas:

- Escombrera “Rancho Grande”, ubicada en el Km 2 Vía Piedecuesta – Bogotá antiguo INTRA, en el municipio de Piedecuesta. Autorizado mediante Radicado CDMB 11581 de 2009.

- Escombrera “El Parque”, ubicada en la escarpa del costado sur occidental de la meseta de Bucaramanga sobre la calle 104 del Barrio Porvenir de la ciudad de Bucaramanga. Autorizado mediante Radicado CDMB 11877 de 2013.

- Escombrera Cemex Suratá, ubicada en el Km4 de la vía al mar desde el municipio de Bucaramanga. Autorizado mediante Radicado CDMB 12235 de 2020.

Tabla 37. PMA - 4

Programa para el manejo de campamentos e infraestructura temporal – MEDIO ABIÓTICO	**PMA - 4**
Descripción	
El programa tiene como objetivo definir las medidas ambientales que se deben implementar para ubicar y mantener la infraestructura temporal de las obras.	
Metas Relacionadas	
Cumplir el 100% de las actividades de manejo ambiental para la instalación de la infraestructura temporal. Asegurar que el campamento cumpla con espacios adecuados para sus trabajadores.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
Aumento en la generación de residuos. Contaminación del suelo Deterioro del paisaje Pérdida de la cobertura vegetal. Invasión u ocupación del espacio público Evitar molestias en la población que transita por el sector. Contaminación visual Contaminación de cuerpos de agua.	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.
Plan de Acción	
Previo al inicio de las obras, se deberán definir los sitios para las instalaciones temporales de obra, teniendo en cuenta que no debe ocuparse el espacio público que es limitado en el sector. Se debe garantizar que las condiciones de los campamentos cumplan con las condiciones higienicosanitarias mínima para el personal. Se debe contar con agua potable para la hidratación del personal y lavado de manos. Se deberá contar con unidades sanitarias fijas conectadas a la red de alcantarillado del municipio o con baños portátiles de una empresa que cuente con permiso de	

funcionamiento y vertimientos. (Los certificados de disposición de residuos líquidos deben presentarse mensualmente en los informes ambientales).

Se deberán realizar jornadas de organización y aseo de los espacios destinados para campamentos.

Los campamentos deberán contar con elementos para la atención de emergencias como botiquín, camilla y extintor, acordes y suficientes con la cantidad de personal vinculado.

Si se requiere la ubicación de espacios para el almacenamiento de combustibles, estos deben estar demarcados, alejados de la corriente de agua, contar con un dique perimetral para evitar la dispersión ante un eventual derrame.

Se deberá contar con un kit de derrames y capacitar al personal frente a su uso adecuado.

Si se requiere abastecimiento de combustible para la maquinaria pesada en el frente de obra, éste se debe realizar mediante la utilización de bombas manuales o mecánicas que cumpla con el Decreto 1609/02 y las normas NTC para transporte de sustancias peligrosas y las disposiciones contenidas en el Decreto 1521 de 1998 del Ministerio de Minas y Energía.

Tabla 38. PMA - 5

Programa para el manejo de emisiones atmosféricas y ruido – MEDIO ABIÓTICO	**PMA - 5**
Descripción	
El programa busca establecer las medidas necesarias para prevenir, controlar, mitigar y reducir la alteración de la calidad del aire y niveles de ruido debido a las fuentes móviles y emisiones de material particulado durante las fases de construcción.	
Metas Relacionadas	
• Establecimiento de medidas para controlar las fuentes de emisiones y ruido. • Cero quejas de la comunidad por ruido o contaminación del aire.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
• Alteración de la calidad del aire por gases y material particulado. • Alteración de los niveles de ruido	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.
Plan de Acción	

1. Manejo y control de material particulado

Los vehículos deberán cumplir con las normas de tránsito y acatar las velocidades establecidas en el tránsito por las vías del barrio con el fin de disminuir el levantamiento de material particulado.

Los vehículos deberán cubrir la carga transportada de acuerdo a lo establecido en el programa para el manejo y transporte de materiales de construcción y demolición.

Se debe asegurar que todos los materiales sueltos almacenados en obra, se cubran adecuadamente para evitar su dispersión.

Se deberán aislar adecuadamente las áreas de trabajo para el control de emisiones de material particulado hacia las viviendas vecinas.

Todos los vehículos involucrados en la obra deberán tener la documentación legal al día, SOAT y revisión tecnicomecanica. Así mismo los vehículos deberán recibir el mantenimiento para un adecuado funcionamiento.

2. Control del ruido

Garantizar el uso de elementos de protección auditiva para los trabajadores del proyecto en las actividades que sea necesario. (uso de taladros, maquinaria y equipo).

Las actividades generadoras de altos niveles de ruido deberán desarrollarse en horarios adecuados, suspendiendo actividades durante las horas de descanso, con el fin de evitar molestias a la comunidad.

Tabla 39. PMA – 6

Programa para el manejo de señalización y aislamiento del área de construcción – MEDIO ABIÓTICO	**PMA - 6**
Descripción	
Las actividades de este programa buscan prevenir el riesgo ocasionado por la realización de las obras y disminuir la afectación visual de la misma.	
Metas Relacionadas	
• Cero accidentes derivados de la señalización inadecuada de la obra.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
• Alteración del paisaje	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.
Plan de Acción	
La obra debe estar completamente aislada para evitar la presencia en los frentes de trabajo de personas externas de la comunidad o niños. Se deberá contar con señalización preventiva interna en todas las zonas de riesgo. Se deberá contar con señalización que promueva el uso de los elementos de protección personal por parte de los trabajadores. Todas las sustancias químicas y combustibles deberán estar señalizados y rotulados. Se deberán ubicar barreras activas en el cauce de la quebrada para evitar el acceso del agua a los sitios de obra. Deberá contarse con una ruta de evacuación definida y señalizada. Todos los puntos de acopio y de interés de la obra deberán estar debidamente señalizados. Toda la señalización temporal deberá retirarse una vez finalicen las obras.	

Tabla 40. PMA – 7

Programa para el manejo de Programa para el Manejo ambiental de los vehículos, maquinaria y equipos.– MEDIO ABIÓTICO	**PMA - 7**
Descripción	
Este programa busca garantizar que la maquinaria y vehículos vinculados al proyecto cumplan con la normatividad ambiental y se incorporen sin causar mayor deterioro en el área de influencia del proyecto.	
Metas Relacionadas	
• Cumplir el 100% de las medidas ambientales establecidas para minimizar los impactos ambientales en la operación de los vehículos maquinarías y equipos. • Cumplir con los mantenimientos y seguimiento preventivos programados de los equipos.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
• Alteración de la calidad del aire • Alteración de los niveles de ruido	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.
Plan de Acción	

1. Documentos del vehículo y estado general:

- En la obra solo se vincularán vehículos que tengan actualizados los Certificados de Revisión Técnico Mecánica y el Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito, SOAT.
- Previo al inicio de una maniobra u operación, se verificará el estado de mantenimiento y conservación de los vehículos, la maquinaria y equipo destinado para atender las actividades de construcción, ordenando, si es del caso, su retiro del área de trabajo, al encontrar una novedad que no se le pueda dar solución en el sitio.
- Todos los vehículos deben estar en buen estado general e integridad.

2. Medidas de control y seguridad para la operación de maquinarias, equipos y vehículos de construcción

Los vehículos y maquinarias estarán provistos de señales ópticas y auditivas (pito) de reversa.

Los vehículos que transporten material tendrán incorporados en su carrocería los contenedores con platones apropiados, a fin de que la carga depositada en ellos quede contenida en su totalidad de forma tal que se evite el derrame pérdida parcial del material y escurrimiento durante el transporte; para evitar la dispersión del

material o emisiones furtivas será necesario cubrirla con un material resistente que se sujetará a las paredes exteriores del contenedor cumpliendo con todos los requerimientos de la resolución 541 de 1994 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Los vehículos que operen para la obra deberán cumplir con las normas de tránsito vigentes.

Ruido

El uso de equipos con alta generación de ruido debe operarse dentro de los horarios de trabajo y evitar la realización de actividades en horarios comunes de descanso de la comunidad para evita la perturbación por ruido.

Para el control del ruido es necesario que se respeten los horarios de trabajo diurnos. De requerirse extensión de trabajos en horas nocturnas se deberá informar previamente a la comunidad y contar con los respectivos permisos de trabajo ante la entidad territorial y el ministerio de trabajo.

Combustibles y lubricantes:

No se autorizará el suministro de combustible o lubricante en el área de trabajo: los vehículos deberán realizar su llenado de tanque de combustible y/o cambio de aceite en un sitio autorizado.

El mantenimiento de vehículos o equipos se ejecutarán únicamente en talleres especializados, el área de trabajo no cuenta con espacios para estas actividades.

Tabla 41. PS-1

Programa para el manejo de Programa para la capacitación ambiental y la seguridad y salud en el trabajo.– MEDIO SOCIAL	**PS - 1**
Descripción	
Este programa busca que todo el personal involucrado en el proyecto reciba capacitación adecuada sobre la implementación de los programas de manejo ambiental.	
Metas Relacionadas	
• 100% personal de obra capacitado en el proyecto en temas de manejo ambiental. • Proteger al personal y a la comunidad de la ocurrencia de accidentes leves. • Mantener la integridad de las personas y la comunidad.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
• Afectación de la salud del personal de la obra por ocurrencia de accidentes de trabajo o enfermedades profesionales. • Afectación de la salud de la comunidad que reside o transita por el sector.	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.
Plan de Acción	
1. Capacitación de personal De manera general se sugiere capacitar al personal en los siguientes temas: • Socialización de los programas de manejo ambiental. • Legislación ambiental vigente • Ahorro del agua y la energía • Normas generales de conducta dentro del proyecto. • Manejo de la fauna silvestre en la zona del proyecto. • Leyes normativas sobre protección de fauna y las sanciones existentes para quienes las infrinjan. • Manejo integral de residuos sólidos. • Manejo ambiental de campamentos e instalaciones provisionales • Orden y aseo. • Capacitaciones diarias en temas de seguridad y salud en el trabajo. Realizar como mínimo 2 capacitaciones mensuales dirigidas al personal.	

2. Seguridad y salud en el trabajo

Se deberá contar con un programa de Seguridad y Salud en el trabajo para la ejecución del proyecto.

Se deberán realizar inspecciones de seguridad y suministrar los elementos de protección personal requeridos por el personal para cada una de sus actividades.

Se deberá contar con los elementos de atención de emergencias. (Extintor, camilla y botiquín).

Se deberá contar con kits de derrames y un plan de manejo de combustibles.

Se deberá garantizar la ubicación de señalización de zonas de riesgo, ruta de evacuación y uso de elementos de protección personal.

Tabla 42. PS-2

Programa para el manejo de Programa para la información comunitaria – MEDIO SOCIAL	**PS - 2**
Descripción	
El objetivo de este programa es establecer canales de comunicación con las comunidades aledañas a las obras para garantizar que se encuentren informadas y atendidas y disminuir así los impactos asociados a la presencia y desarrollo de las actividades.	
Metas Relacionadas	
• Atender las PQR de las comunidades que puedan generarse en el desarrollo de las obras. • Definir un canal de comunicación adecuado con la comunidad durante la duración de las obras.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
• Quejas o reclamos de la comunidad • Generación de expectativas en la comunidad • Dispersión de información inadecuada sobre la obra.	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental o social – Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.
Plan de Acción	
1. Información a la comunidad Se deberá promover con los líderes comunitarios una reunión de inicio el proyecto, donde se informe duración de las obras, beneficios de la misma y los impactos ambientales y sociales que pueden generarse por su ejecución. Socializar principalmente los planes de manejo de tráfico, los horarios de ingreso de vehículos y las medidas de prevención principalmente para peatones. **2. Actas de vecindad** Previo al inicio de las obras se deberá realizar una revisión adecuada de las viviendas aledañas al sitio de ejecución de las obras registrar su estado actual y elaborar un acta de vecindad. Es importante determinar oportunamente el grado de las afectaciones que puedan generarse a las viviendas. Si se requiere la intervención de una vivienda o alguna de sus áreas deberá realizarse el respectivo proceso con la alcaldía de Bucaramanga para la	

reubicación o intervención de la vivienda, teniendo en cuenta que se trata de asentamientos humanos cuya ubicación de la ronda del rio no es legal.

Tabla 43.PGA1

Programa para el manejo de Programa de seguimiento y monitoreo ambiental – GESTIÓN AMBIENTAL	**PGA - 1**
Descripción	
Este programa tiene como objetivo principal revisar la implementación de los planes de manejo establecidos, verificando su efectividad y aplicabilidad en el desarrollo de las actividades del proyecto.	
Metas Relacionadas	
• Garantizar el cumplimiento de las actividades establecidas en los planes de manejo ambiental. • Prevenir sanciones o requerimientos por parte de la autoridad ambiental.	
Impactos por Prevenir o Mitigar	
• Afectaciones a los medios Bióticos, abióticos y sociales presentes en el área de influencia del proyecto.	
Responsable de la Ejecución	**Cronograma de ejecución / Lugar**
Profesional ambiental– Residente de obra	Desde el inicio hasta el final de las actividades constructivas.
Plan de Acción	
En el desarrollo de las obras se deberá contar con un profesional idóneo en el área ambiental, con el fin de realizar el seguimiento y la implementación de los programas de manejo ambiental contenidos en este documento. El profesional en el área ambiental tiene las siguientes responsabilidades: • Efectuar comprobaciones, chequeos, inspecciones para verificar la ejecución de los programas. • Consignar las observaciones en una bitácora o libro de obra sobre los hallazgos que afecten el cumplimiento del PMA. • Verificar el cumplimiento de los correctivos, compromisos y responsabilidades que surjan de la entidad contratante o la autoridad ambiental. • Cumplir con las compensaciones solicitadas por la autoridad ambiental en la autorización del permiso de ocupación de cauces. • Consignar en la bitácora las actividades realizadas, las inconsistencias de tipo ambiental que se detecten, solicitando las oportunas reparaciones y correcciones, según el caso. • Constatar las sugerencias, inquietudes y reclamos relacionados con los asuntos ambientales formulados por los empleados y trabajadores, por la comunidad en	

general, por la entidad contratante, por la Autoridad Ambiental, o demás Autoridades, dejando constancia de ellas en la bitácora.

- Elaborar los informes mensuales de cumplimiento de las medidas establecidas en el plan de manejo.
- Atender los requerimientos de las comunidades relacionadas con temas de manejo ambiental.
- Participar de las reuniones de socialización con las comunidades.
- Establecer planes de acción si las metas y objetivos de los planes de manejo ambiental no se cumplen a conformidad.
- Identificar gestores de residuos y solicitar oportunamente los certificados de gestión.

8.2 PLAN DE MANEJO DE TRANSITO

8.2.1 Tipo de obra

Este proyecto pretende realizar obras de mitigación en el sector debido a que las crecientes de la Quebrada Chimita, generaron inundaciones y afectaciones en gran parte del barrio. Los diferentes estudios realizados para la Quebrada Chimita, han arrojado un nivel de amenaza alta por inundación para la mayor parte del barrio, sin embargo, en estos estudios, no se han realizado el diseño detallado de las obras que puedan mitigar la amenaza.

La zona a estudiar abarca un área aproximada de 12.0 hectáreas, y se localiza sobre las dos márgenes de la Quebrada Chimita hasta el inicio de las instalaciones de Centro abastos.En este sector se plantean las siguientes obras de mitigación:

- Se recomienda la construcción de un muro en gaviones de altura de 4.0 m.El muro estará compuesto por cuatro (4) filas. Deberá ser enterrado mínimo a una profundidad de 1.0 metro del nivel actual del terreno y la cara expuesta deberá ser protegido por medio de un recubrimiento en concreto de 12.5cm de espesor. La estructura proyectada, no presenta problemas de estabilidad local ni global, los factores de seguridad por Volteo, Deslizamiento y Falla por capacidad de carga son Admisibles.
- Para garantizar el funcionamiento del muro de contención en gavión, se recomienda retirar los suelos transportados de basuras y escombros, con el fin de que el muro en gavión se construya sobre suelo competente.
- Como elemento de protección ante los efectos de socavación lateral y de fondo, se recomienda implementar un dentellón en concreto ciclópeo de 2.0m de altura y 1.50m de ancho. Adicionalmente, este dentellón mejora el factor de seguridad a deslizamiento para el escenario de diseño.

8.2.2 Tiempo de ejecución

El tiempo de ejecución del proyecto es de quince (15) meses, contados desde la fecha establecida mediante la orden de inicio impartida por la entidad contratante.

Cronograma de obra

Horario de trabajo: de 7:00 am a 05:00 pm de lunes a viernes y sábados de 07:00 am a 12:00 pm

8.2.3 Equipo a emplear

En esta etapa de construcción del proyecto se empleará la siguiente maquinaria, las cuales tendrán inspecciones permanentes para verificar el cumplimiento de la señalización, transporte de materiales, entre otras, dando cumplimiento al Código Nacional de Tránsito.

Tabla 44.Relación de Maquinaria

HERRAMIENTAS Y EQUIPOS MÍNIMOS PARA OBRA CIVIL		
DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS	CANTIDAD
Volquetas	Capacidad mínima de 6 metros cúbicos	3
Mezcladora Concreto	Capacidad Mínimo de un (01) bulto	3
Vibrador de Concreto	Eléctrico tipo agua	3
Retroexcavadora	Automática	1
Compactador Manual tipo rana	Compactador manual (saltarín) peso operación mayor 52 (Kg).	3
Martillo demoledor	Demoledor hexagonal mínimo 30 Jis	3
Pulidora	Manual de 7 a 9 pulgadas	6

8.3 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE INFLUENCIA

8.3.1 Zona de influencia

De acuerdo con los lineamientos establecidos en el Manual de Señalización en su capítulo 4, Numeral 4.7, relacionado con planes de manejo de tráfico, la zona de influencia para obras de interferencia baja como lo es este proyecto.

A partir de la anterior consideración y de acuerdo con las características de la vialidad y los usos del suelo predominantes (Residencial 4, Comercio 3 y Múltiple 1).



Figura 72. Área de Influencia del proyecto.
Fuente:POT ONLINE.

Tabla 45.Usos del suelo por sector
Fuente: Elaboración propia.

ID	DIRECCIÓN	USO DEL SUELO								
		R1	R2	R3	R4	C1	C2	C3	M1	D
1	Barrio Galiineral				X			X	X	

8.3.2 Normativas de ordenamiento territorial

De acuerdo con el Plan de Ordenamiento territorial de Bucaramanga tenemos que el área objeto de la intervención del proyecto, corresponde a los siguientes subsistemas normativos.

De acuerdo con el Plan de Ordenamiento territorial de Bucaramanga tenemos que el área objeto de la intervención del proyecto, corresponde a los siguientes subsistemas normativos.

- **Subsistema de Infraestructura Vial**



Figura 73. U1 Subsistema de infraestructura.
Fuente:POT 2da generación Bucaramanga.

El proyecto se encuentra a inmediaciones la vía anillo vial y esta corresponde a una red vial nacional de orden 1.

Tabla 46.Tipología vial por sectores
Fuente: Elaboración propia.

ID	DIRECCIÓN	Red Local Nivel 2	Red Local Nivel 1	Arteria Terciaria	Arteria secundaria	Arteria Primaria	Red Vial Nacional Orden 1
1	Parque Gallineral que se encuentra ubicado entre la vía que del café Madrid conduce a el palenque km 11 + 747.						**X**

8.3.3 Sitios especiales de influencia

En el área de influencia descrita se ubican lugares que por su actividad afectan de manera particular la movilidad del sector.

- **Inventario de sitios especiales sobre zona de influencia**

En la zona de influencia se encuentran locales comerciales y viviendas residenciales, los cuales generan conflictos por el manejo de los peatones los cuales hacen referencia a estudiantes y visitantes, también cuenta con un número importante de vehículos que transitan por los diferentes sectores.

Tabla 47.Sitios especiales
Fuente: Elaboración propia

ID	DIRECCIÓN	Sitios Especiales
1	**Parque Gallineral que se encuentra ubicado entre la vía que del café Madrid conduce a el palenque km 11 + 747.**	**Arintia Group, Sub estación Electrica palenque ESSA**

8.3.4 Señalización existente y sentidos viales

Debido al tipo de proyecto, no se pudo establecer un inventario de todas las señales existentes; sin embargo, se aclara que toda señal vertical que implique el desmonte con el fin de realizar las adecuaciones en los andenes, debe ser nuevamente instalada en la posición inicial para no generar conflictos de movilidad y garantizar la seguridad vial en el sector.

El inventario de señalización afectada se ira adelantando en los comités de tráfico mensuales y debidamente reemplazadas por otras definitivas.

Tabla 48.Señalización existente
Fuente: Elaboración propia

Ítem	Ubicación	Descripción
a		Vía con sentido Sur Norte, cuenta dos calzadas de un carril con líneas blancas e los extremos y línea amarilla continua en su interior, lo que indica que es una vía con doble flujo. La ubicación de la zona es en el parque Gallineral que se encuentra ubicado entre la vía que del café Madrid conduce a el palenque km 11 + 747 y se trata de una zona residencial, rodeada de edificios y casas residenciales, por lo cual su velocidad es de 30 km.
b		Vía con sentido occidente oriente, cuenta dos calzadas de un carril con líneas blancas e los extremos y línea amarilla continua en su interior, lo que indica que es una vía con doble flujo. La ubicación de la zona es en el parque Gallineral que se encuentra ubicado entre la vía que del café Madrid conduce a el palenque km 11 + 747 y se trata de una zona residencial, rodeada de edificios y casas residenciales, por lo cual su velocidad es de 30 km.

8.3.5 Perfiles viales

A continuación, se presentan los diferentes perfiles viales encontrados en las vías directamente afectadas por la obra. Cabe aclarar que se tomaron medidas tipo y que la sección transversal puede cambiar en algunos segmentos de la vía.

Tabla 49.Perfiles viales
Fuente: Elaboración propia

ID	DIRECCIÓN	Anden 1	Calzada	Anden 2	Pavimento	Estado	Sentido Vial
1	parque Gallineral que se encuentra ubicado entre la vía que del café Madrid conduce a el palenque km 11 + 747.	**1,7**	**6**	**2**	**FLEXIBLE**	**REGULAR**	**BIDIRECCIONAL**

El inventario especifico se ira registrando en los comités mensuales de tránsito y que serán evaluados para su debida implementación.

8.3.6 Accidentalidad

Los accidentes se deben prevenir, evaluando sus causas se toman previsiones que mejoren las condiciones de operación a los conductores y establezcan elementos de seguridad para los peatones. Se debe determinar puntos críticos de accidentalidad se deben llevar estadísticas de los accidentes y localización a fin de tomar las medidas correctivas a que haya lugar.

8.3.7 Manejo de tipología de transporte

Las obras que se realizan en las vías públicas representan un riesgo a la seguridad de los usuarios, ya sea peatones, conductores y/o trabajadores. Por lo tanto, es necesario establecer medidas de control y mitigación, de tal forma que se minimice la posibilidad de ocurrencia de accidentes o bien disminuir sus consecuencias.

La legislación vigente indica claramente que quien ejecute trabajos en las vías públicas, está obligado a instalar y mantener de día y de noche la señalización, además de seguridad adecuada a la naturaleza de los trabajos. Con el fin de orientar de manera precisa a los usuarios de la vía, se debe implantar señales informativas, reglamentarias y preventivas, junto con la debida señalización de primer nivel, aproximación a obra y la canalización mediante dispositivos canalizadores de tránsito.

En cuanto a la responsabilidad ante daños producidos en accidentes por incumplimiento de esta legislación, ésta recae en los que ejecutan la obra y en los que la encargan.

8.3.7.1 Tránsito vehicular particular

El proyecto no contempla intervención de las vías adyacentes al proyecto, por lo que la circulación se mantendrá sobre los carriles existentes; Así mismo si es necesario resaltar que debido al alcance del proyecto no se generaran desvíos sobre este tránsito.

8.3.7.2 Tránsito de peatones

En caso de presentarse restricciones al espacio público, se dispondrá de todos los elementos necesarios exigidos por las normas para dar seguridad y accesibilidad a los peatones, se implementarán señales verticales y horizontales.
En caso tal de que un peatón presente alguna discapacidad o se presente una emergencia, se le prestara la debida ayuda por medio del personal encargado especialmente para dichos eventos.
Este proyecto abarca todo el campo peatonal directo y que dispondrá de senderos perimetrales a la zona de obra, debidamente señalizados con pendones informativos, cinta y colombinas.
Cada uno de los esquemas específicos serán presentados en los comités de tránsito mensuales.

8.3.7.3 Transito vehículos de carga

- Para la circulación de vehículos de carga, se mantendrán en circulación con paso restringido, igual que los demás tipos de vehículos, de acuerdo a la restricción de 2.5 y superiores a 5 Toneladas para las vías del Área Metropolitana, de acuerdo a las disposiciones vigentes determinadas por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga. En caso de requerir cierre parcial de un carril con el fin de realizar maniobras de cargue y descargue de materiales, se podrá realizar la restricción vial en los horarios permitidos por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga, de acuerdo a la normatividad vigente.

- El Contratista gestionará por escrito a la Dirección de Tránsito de Bucaramanga (DTB) el permiso especial para la movilidad de los vehículos de carga, para lo cual deberá presentar, la documentación de las volquetas vinculadas al proyecto.

- Igualmente es responsabilidad del Contratista realizar un procedimiento para el transporte de maquinaria dentro y fuera de la zona de obra, el cual será avalado por la DTB, así mismo deberá gestionar el permiso especial para el tránsito de los vehículos de carga superiores a 15 Toneladas, en la cual se presenta la relación de los vehículos a utilizar, con las respectivas copias de SOAT, Revisión Técnico Mecánica, SIMIT y Tarjeta de Propiedad.

8.3.7.4 Ruta evacuación de escombros

Para las zonas de cargue, descargue de materiales y retiro de escombros, el contratista dispondrá espacios suficientes dentro de la zona donde se realiza la actividad cumpliendo con las medidas de seguridad industrial y normatividad ambiental para este tipo de actividades asegurando que no se genere ninguna clase de impacto en el flujo vehicular ni peatonal en la zona de influencia directa donde se llevaran a cabo las actividades, igualmente, con el objeto

de mitigar alguna posibilidad de conflicto con el peatón y demás usuarios de las vías al sitio donde estarán las actividades el contratista mantendrá ubicado en el cerramiento de la zona un paletero debidamente capacitado para garantizar el paso seguro de los peatones.

NOTA: En ningún caso se hará uso de corredores viales donde se señala expresamente la prohibición del paso de vehículos de carga, en especial, sobre las indicadas en la Resolución 080 y las que la señalización lo indique. Se recomienda trazar variantes que se unan a los corredores viales en los horarios dispuestos para el transporte y acarreo de materiales indicados en la Resolución 080 de 2021 de la DTB.

Para efectuar el desplazamiento de escombro y/o residuos de las actividades se dispondrá de las rutas generales de la Resolución 080 del 2021 expedida por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga para realizar respectiva disposición en Escombrera El PARQUE de ser necesario.

8.4 PLAN ESPECIFICO DE MANEJO DE TRAFICO

El Plan general de Manejo de Tráfico tiene como objetivo mitigar el impacto que puedan ejercer las obras de **“OBRAS DE MITIGACIÓN Y ESTABILIZACIÓN EN EL SECTOR DEL PARQUE GALLINERAL QUE SE ENCUENTRA UBICADO ENTRE LA VIA QUE DEL CAFÉ MADRID CONDUCE A EL PALENQUE KM 11 + 747 EN EL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA – SANTANDER”**

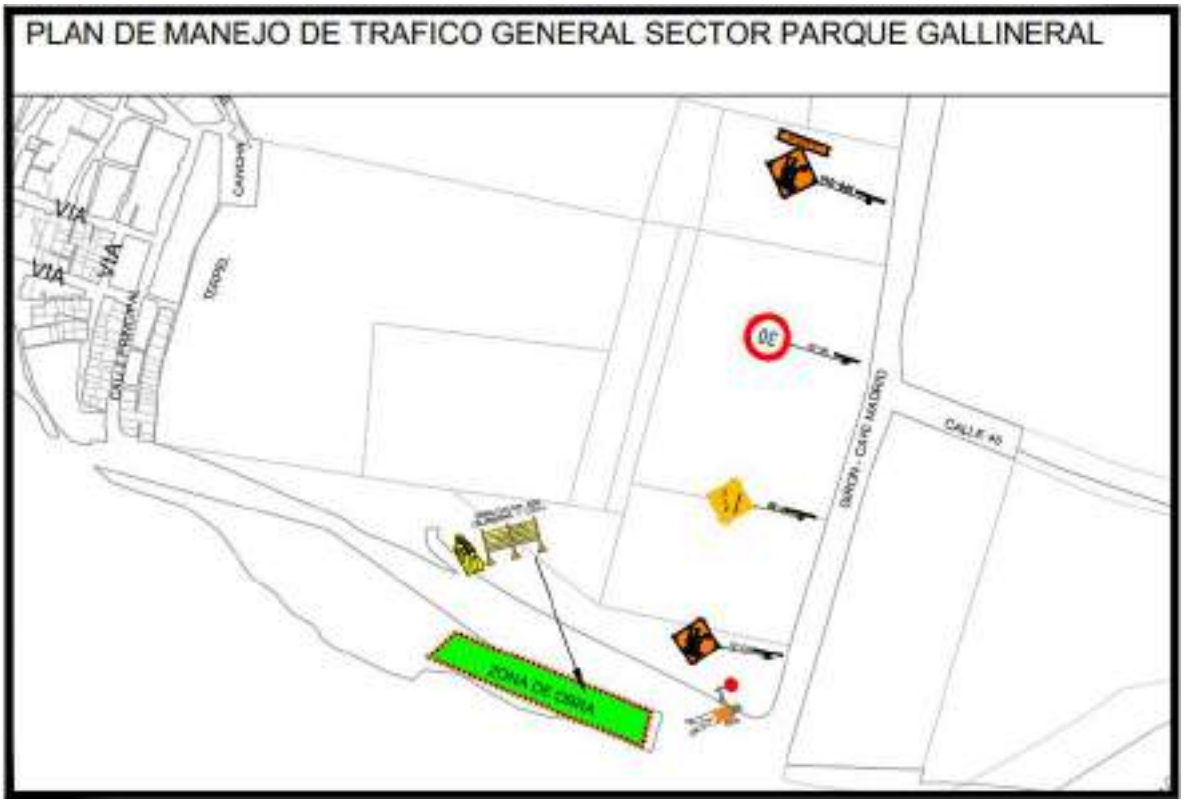


Figura 74. Plano de señalización general.

Este PMT está basado en el estudio de campo realizado para determinar el uso de vías alternas, desvíos, restricciones y control de tráfico vehicular, además de los principios del Manual de Señalización Vigente, en donde se resalta que se debe garantizar la disponibilidad de la vía al tránsito en la forma más eficaz posible.
La dinámica de intervención de este proyecto plantea la ejecución de cierres viales de manera secuencial, la cual se describe junto con el plan de movilidad para cada intervención.

8.4.1 Esquemas de intervenciones con cierres de vías parciales

Con el fin de indicar la señalización que debe ser tenida en cuenta en los diferentes cierres viales, a continuación, se presentan los diferentes esquemas de señalización típicos para las restricciones viales que se pueden presentar.

8.4.1.1 Plan de manejo de trafico típico para intervenciones en anden

El esquema de señalización para intervenciones sobre andén que permita asegurar un sendero peatonal mínimo de 1.00 m de ancho, en los cuales no se va a ejecutar obra civil, pero que

implica acumulación de materiales. (No se permite el parqueo de vehículos de obra al lado de la zona de afectación).

Se muestra el esquema de señalización para intervención total del andén y traslado del sendero peatonal a la vía con ancho mínimo de 1.00 m, en los cuales no se va a ejecutar obra civil que implique acumulación de materiales. (No se permite el parqueo de vehículos de obra al lado de la zona de afectación).

El área libre para la circulación vehicular debe ser mínimo de 6 m. Aplica para vía unidireccional.

LOS PMT ESPECÍFICOS SE IRÁN ADELANTANDO CON EL AVANCE DE LA OBRA Y LOS COMITÉS DE TRAFICO QUE SE AGENDARÁN MENSUALMENTE CON EL CONTRATISTA DE OBRA, CONTRATISTA DE INTERVENTORÍA Y EL ENCARGADO DE LA DIRECCIÓN DE TRANSITO.

8.4.2 Cierres totales

En casos de fuerza mayor como condiciones climáticas muy adversas, accidentes de tránsito, accidentes comunes que generen obstrucción de las vías o procesos constructivos que impliquen alto riesgo para el usuario al momento de transitar la vía, se deberán realizar cierres totales, requiriendo desviar el flujo vehicular por las vías alternas existentes, para lo cual se deberá obtener aprobación del plan de manejo de tránsito especifico el cual será gestionado en comité de tránsito.

8.5 SEÑALIZACIÓN Y ADECUACIONES TEMPORALES

En el presente proyecto se establece claramente la forma como se abordará la seguridad vial durante la ejecución de trabajos, por lo tanto se elabora un Plan de Señalización y Medidas de Seguridad, donde se instituyen las condiciones técnicas mínimas para una correcta disposición de elementos de seguridad transitorios, así mismo, se resalta como afecta la obra al normal desplazamiento de vehículos, ciclistas y peatones, y se implementan medidas técnicas apropiadas con el objeto de reducir el riesgo de accidentes del flujo vehicular (conductores), el flujo peatonal (transeúntes) y personal de la obra que intervienen en el mismo.

Se debe cumplir con las especificaciones establecidas en el Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte Resolución 1885 de 2015, en el que se destacan los elementos de señalización a utilizar por obras, tales como señales preventivas, señales reglamentarias, señales informativas, barreras, conos, canecas, cintas reflectivas y demás elementos de señalización, las cuales deberán cumplir con las especificaciones establecidas en dicho manual.

La señalización debe disponerse en la zona aledaña a la zona de trabajos, de tal forma de advertir con la suficiente anticipación de la existencia de trabajos, equipos y otros elementos distintos a lo que habitualmente se encuentra en la vía.

En caso de requerirse cierres parciales de vía en horarios nocturnos, se deberá hacer uso de elementos de señalización en las condiciones más desfavorables de visibilidad, esto se debe hacer según las especificaciones Generales de Construcción del Instituto Nacional de Vías vigentes, las cuales son:

- Reflectividad de todas las señales de tránsito
- Reflectividad de todos los elementos de direccionamiento (barricadas, canecas, barreras plásticas, entre otros).
- Utilización de luces intermitentes que permitan garantizar la visibilidad de las barricadas o elementos de direccionamiento. En caso de barreras se deberán colocar luces de advertencia que permitan mayor visibilidad.
- Utilización de señales luminosas que generen luz propia.

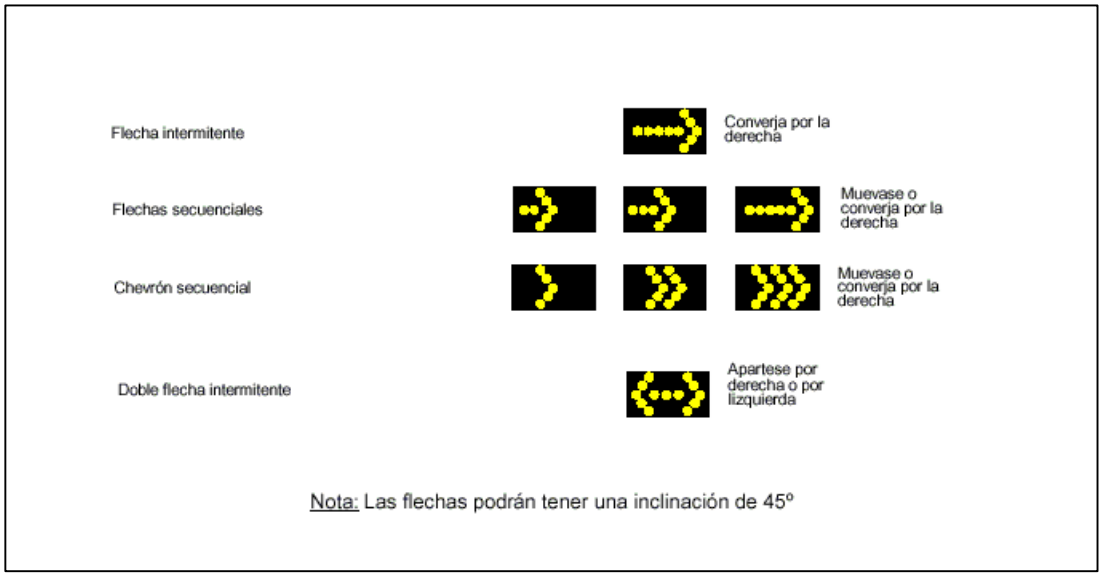


Figura 75. Flechas luminosas



Figura 76. Flechas luminosa.
Fuente: http://bmargentina.com/Balizas/index.htm

8.5.1 Señales informativas

Tienen por objeto advertir a los usuarios de la vía sobre los peligros potenciales existentes en la zona, cuando existe una obra que afecta el tránsito y se presente un cierre parcial de la vía.

Estas señales deberán ubicarse con suficiente anticipación al lugar de inicio de la obra, tienen forma de rombo y sus colores serán naranja para el fondo y negro para símbolos, textos, flechas y orla, en cuanto a su dimensión es de 0.80 m de alto por 1.20 m de ancho. Se colocarán a el (los) lado(s) (derecho y/o izquierdo) de la vía que se afecte por la obra.

En la ejecución de este proyecto se utilizarán las siguientes señales:

- **SPO-01. Trabajos en la vía**



Figura 77. Señal SPO-01. Trabajo en la vía.

- **SPO-03. Auxiliar de transito**

Esta señal se utilizará con anticipación a cualquier punto donde se haya asignado a un hombre con una bandera, con el fin de regular el tránsito a través del tramo donde se están realizando los trabajos de mantenimiento o construcción.



Figura 78. Señal SPO-03. Auxiliar de transito

- **SPO-02. Desvió**

Se usará esta señal para reglamentar el paso alternado de los vehículos sobre el carril o la calzada que se cierre.



Figura 79. Señal SRO-02. Desvió

- **SPO-01. Aproximación a obra en la vía**

Esta señal se empleará para advertir conductores y peatones la aproximación a un tramo de vía afectado por una obra. Se podrá usar conjuntamente con otras señales o repetirla variando la distancia.



Figura 80. SPO-01. Aproximación a obra en la vía.

- **SIO-02 Y SIO-03. Inicio y fin de la obra**

La primera de estas señales indica el inicio de los trabajos en la vía o zona adyacente a ella, por consiguiente, la otra señal indica el sitio de finalización de la obra. Las letras tendrán una altura de mínimo 0.20 metros.



Figura 81. SIO-02 Y SIO-03. Inicio y fin de obra.

8.5.2 Dispositivos para la canalización del transito

La función de estos elementos es dirigir el tránsito a través de la zona de trabajos, marcando las transiciones graduales necesarias en los casos en que se reduce el ancho de la vía o se generan movimientos inesperados. Deberá poseer características tales que no ocasionen daños serios a los vehículos que lleguen a impactarlos.

Todos los elementos de señalización y de aislamiento se deben mantener perfectamente limpios y bien colocados. Se debe separar el flujo peatonal de los trabajos propios de la obra y del flujo vehicular. Los senderos peatonales deben ser protegidos con barreras, para los casos en que exista riesgo de que el flujo vehicular invada el espacio destinado para dichos senderos.



Figura 82. Elementos canalizadores.
Fuente: Seguridad vial :Equipos e implementos
http://www.reygada.cl/nuestros-productos/seguridad-vial/

Una vez se han terminado las obras proyectadas, se debe retirar la señalización provisional instalada por obras y se debe instalar inmediatamente la señalización definitiva vertical y horizontal de acuerdo al diseño aprobado de esta, antes de dar oficialmente circulación a los usuarios.

Los elementos canalizadores aceptados por ley son los siguientes:

- **Barricadas**

Serán utilizadas principalmente para delimitar las zonas de trabajo y de circulación de vehículos, previniendo el paso de éstos en las zonas de construcción y para indicar la imposibilidad de

utilizar una vía producto de las obras, para cercar la zona de trabajos y en general para advertir y alejar a los usuarios de las zonas de alto riesgo.
En el caso de los desvíos de tránsito, las barreras se deben complementar con la señal “Desvío” y con dispositivos luminosos. Cuando existen desvíos hacia la izquierda y la derecha, las franjas deberán dirigirse hacia ambos lados, partiendo desde el centro de la barrera.

Las barricadas se utilizarán sobre el carril o la calzada que se programe cerrar totalmente y se colocarán perpendicularmente al eje de la vía, obstruyendo el carril o la calzada inhabilitada para la circulación del tránsito vehicular, indicando el sentido de desvío del flujo vehicular.

Su diseño cuenta con franjas inclinadas en 45º de colores alternados naranjo y blanco. Al igual que en el caso de los delineadores verticales, la dirección de sus bandas diagonales refuerza e indican el lado por el cual pueden transitar los vehículos. Los soportes y el reverso de la barrera serán de color blanco. Las franjas deberán ser elaboradas en material reflectivo Tipo III, de tal manera que sean visibles, bajo condiciones atmosféricas normales, a una distancia mínima de 300 m, cuando se iluminen con las luces altas de un vehículo normal.



Figura 83. Barricada con desvió y sin desvió.
Fuente: Manual de Señalización vial Colombia. Ministerio de Transporte 2015.

- **Canalizadores tubulares**

Es un dispositivo de señalización para zonas de trabajo con espacios reducidos como canalizador vial, peatonal, cerramientos de obras y aseguramientos de áreas peligrosas. Son fabricados en material plástico anaranjado y unido por cinta de señalización.

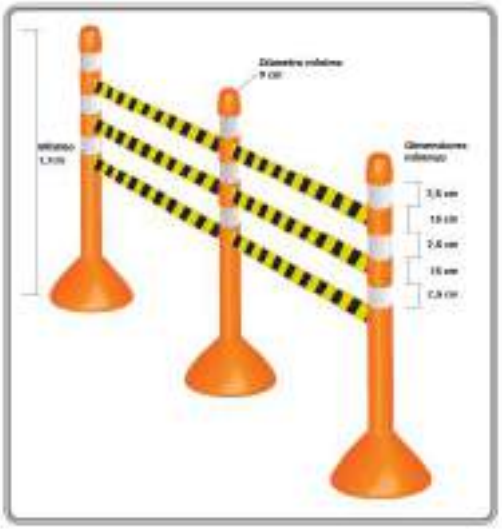


Figura 84. Delineador tubular y canalización con cinta de señalización.
Fuente: Manual de Señalización vial Colombia. Ministerio de Transporte 2015.

- **Auxiliares de trafico**

Su función principal es la de controlar el tránsito peatonal y vehicular, por lo tanto, la seguridad de los usuarios dependerá en gran medida de su trabajo. En lo que respecta a la entrada y salida de materiales, equipos y salida de escombros, para cada frente en ejecución se contará con personas que den las indicaciones necesarias y oportunas para el manejo del tráfico de equipos y materiales de construcción.



Figura 85. Controlador de Trafico.



Figura 86. Elementos requeridos para el controlador de Trafico.
Fuente: Control de riesgos en obras de construcción, señales en obra para vía pública.

- **Barreras plásticas flexibles**

Son dispositivos de plástico, utilizados para restringir y canalizar el tránsito vehicular, cuando se genera un cierre total o parcial de la vía.

Se colocan en serie a una distancia máxima de separación de 3m, su color deberá ser naranja y contaran con franjas de lámina reflectiva Tipo III o IV, distribuidas en sentido horizontal y vertical.

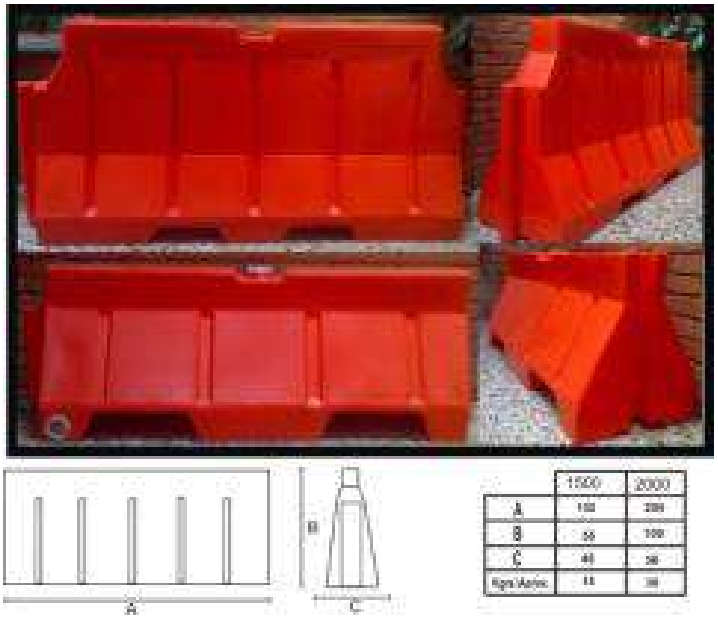


Figura 87. Barreras plásticas para aislamiento de obras.
Fuente: http://mamsenalizacion.es.tl/Malet%EDn-Pl%E1stico.htm

8.5.3 Señalización de primer nivel

Esta señalización tiene por objeto informar a los conductores acerca de los sectores intervenidos invitándolos a tomar vías alternas para sus desplazamientos, previniéndolos sobre las restricciones que se presentan sobre el corredor intervenido.

Como parte de las señales informativas de primer nivel, se instalarán pasacalles previamente metros antes de los corredores a intervenir, se deben ubicar 15 días antes del inicio de las obras y 15 días después del inicio de los trabajos de conformidad con las restricciones viales programadas.

Esta señalización, consiste en pasacalles en tela color naranja y caracteres negros, afiches o vallas fijas.

Con el fin de advertir a los conductores sobre las restricciones viales presentadas, como la entrada y salida de volquetas y/o maquinaria, el cierre de un carril, entre otros, se debe instalar pasacalles informativos metros antes de las intervenciones en el sentido de circulación afectado.

8.5.4 Señalización de segundo nivel

Corresponde a la señalización preventiva, informativa y reglamentaria que se ubica en la zona de influencia para guiar a los usuarios de las vías en los desvíos o restricciones viales, para el correcto funcionamiento del Plan de Manejo de Tráfico. La señalización se hará de acuerdo con el “Manual de señalización vial – Resolución 1885 de 2015”

8.5.5 Señalización de tercer nivel

La señalización de tercer nivel corresponde a toda la señalización preventiva, informativa, reglamentaria y señalización luminosa, además de los dispositivos de seguridad vial, que se ubican en el sector de la obra con el objeto de informar, prevenir y reglamentar las actuaciones de conductores y peatones para hacer seguro su tránsito por la zona de obra.

De igual forma, la señalización luminosa deberá instalarse en sitios en donde el flujo vehicular se encuentre con obstáculos de manera frontal y en todo lugar donde las condiciones de intervención generen una situación de accidentalidad potencialmente alta.

8.5.6 Adecuaciones temporales

Se deben instalar las señales de aproximación respectivas, a las intersecciones a regular, a fin de prevenir a los conductores sobre la entrada y salida de maquinaria del frente de obra, zonas de procesos, campamentos o sitios de disposición de materiales.

Tabla 50.Elementos mínimos de adecuación

ÍTEM	CÓDIGO	ESQUEMA	UNIDAD	CANTIDAD INICIAL
1	Paletas pare y siga de 45 cm		UND	2
2	Cinta plástica “peligro no pase”		ML	10
3	Chalecos reflectivos		UND	4
4	Pitos para auxiliares de tránsito		UND	4
6	Barreras plásticas (maletines tipo new jersey)		UND	10
7	Delineadores Tubulares (colombinas)		UND	100
8	Barricada de desvio		UND	6

8.6 INFORMACIÓN Y DIVULGACIÓN DEL PLAN

Una vez aprobado el PMT, se debe llevar a cabo una serie de reuniones con la comunidad, con las junta de acción comunal y con el sector educativo con el fin de mantenerlos informados sobre los trabajos a realizar y los cambios en su movilidad habitual, en donde se haga divulgación del Plan de Manejo de Tráfico, señalización y desvíos, la cual se realiza por medio de piezas de divulgación masiva tales como prensa, pasacalles y volantes entre otros, de acuerdo a los requerimientos de las entidades controladoras el tránsito.

El punto de atención a la comunidad estará ubicado dentro de las Instalaciones del Proyecto en el parque Gallineral que se encuentra ubicado entre la vía que del café Madrid conduce a el palenque km 11 + 747.

La socialización de cada una de las intervenciones debe ser informada con anticipación y soportado por medio de las actas y compromisos que se adquieran con la comunidad.

8.7 CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA PUESTA EN MARCHA DEL PMT

8.7.1 Campamento

El campamento estará adecuado para llevar a cabo las labores de seguimiento del plan de manejo y para dirigir todas las adecuaciones del personal de campo. Esta interacción es muy importante para verificar el buen funcionamiento del plan de manejo y para realizar los correctivos necesarios.

8.7.2 Personal y equipo requerido

Una vez puesto en marcha el Plan de Manejo de Tráfico, el contratista deberá disponer del personal suficiente y de los elementos necesarios para llevar un adecuado seguimiento del mismo.

De este seguimiento y de las acciones a realizar durante el mismo, dependerá el buen funcionamiento del Plan de Manejo de Tráfico, se contará con la siguiente organización:

8.7.3 Controlares viales

Son las personas encargadas de guiar a los peatones por los senderos establecidos y controlar el tránsito de vehículos dentro de la zona afectada por la obra, además debe estar pendiente de la entrada y salida de volquetas.

8.8 SEGURIDAD VIAL

En todo momento se deberá mantener una adecuada señalización de la vía, de acuerdo con las normas de seguridad vial y las condiciones topográficas y geométricas de la vía. Además, se deberán realizar campañas de información e inducción a los trabajadores encargados de la regulación del tránsito, ya que la seguridad vial es el objetivo principal del Plan de Manejo de Tráfico, y por lo tanto debe apoyar a las autoridades del control del tránsito e implementar las metodologías de seguimiento en tramos de concentración de accidentes, para la prevención de estos y contribuir en reducir los índices de accidentalidad tanto en número como en gravedad.

A continuación, se relacionan aspectos que deberán ser respetados e implementados por estar en el código nacional de tránsito, Ley 769, en materia de seguridad vial.

Los trabajadores del Contratista que desempeñen labores de conducción de vehículos ya sean contratados o vinculados directamente a la empresa, deberán conocer y respetar el código de tránsito vigente, y contar con la licencia de conducción vigente.

Los vehículos deberán contar con cinturones de seguridad y será de responsabilidad del conductor su uso obligatorio para todos los ocupantes.

Además de las normas fundamentales de tránsito vehicular, se deberán seguir las siguientes normas específicas:

- No superar los límites máximos de velocidad establecidos para las zonas de las obras objeto del Contrato y urbanas del Municipio.
- Si se requiere hacer traslados nocturnos, se deberá realizar un manejo preventivo, con dispositivos luminosos.
- En caso de lluvia torrencial se deberá extremar la conducción preventiva y la circulación con luces encendidas y estacionarias.
- Al ingresar a las zonas de obra se deberá disminuir la velocidad a 20 KPH.
- Los vehículos de carga como volquetas, cama-bajas, tracto-camiones, entre otros, deberán estar debidamente señalizados.
- Los vehículos y la maquinaria pesada deberán contar con dispositivos sonoros para reversa.

En el caso de transporte de materiales desde las fuentes de materiales a sitios de obra, de sitios de obra a zonas de depósito o cualquier otro recorrido que deba hacerse con volquetas cargadas, éstas deberán siempre llevar su carga cubierta con lonas de alta resistencia de tal forma que se eviten los regueros de materiales sobre las vías.

Los vehículos participantes en la ejecución de los trabajos del Contrato deberán contar con equipo básico de carretera y primeros auxilios, además de tener vigente el certificado de emisión de gases y el Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito – SOAT y deberán cumplir con las normas básicas de seguridad al manejar, tales como:

- Cualquier falla o deficiencia que haga riesgosa la operación de los vehículos, motivará que éste quede por fuera de servicio hasta tanto no se hagan las correcciones requeridas.

- Antes de iniciar labores deberá hacerse una inspección de seguridad en la que se incluyan como mínimo los sistemas de frenos y dirección, llantas, limpia-brisas, luces y equipo de carretera.
- Utilizar el cinturón de seguridad. Todo vehículo de transporte de personal deberá estar dotado de cinturones de seguridad y el Contratista deberá garantizar su utilización por parte de los ocupantes.

- No se deberán exceder las velocidades máximas establecidas.

- Los vehículos de transporte de materiales o equipos deberán estar dotados de los elementos de protección y de primeros auxilios básicos.

Los accidentes se pueden prevenir, si evaluando sus causas se toman medidas que mejoren las condiciones de operación a los conductores y establezcan elementos de seguridad para los trabajadores expuestos al tráfico.

8.8.1 Procedimiento para la movilización de maquinaria y equipos

En caso de requerirse la movilización de maquinaria y equipos especiales al frente de la obra, se describe a continuación el procedimiento para implementar las medidas pertinentes.

8.8.1.1 Traslado de equipos o maquinaria a la zona de obra

Cuando la altura máxima del vehículo medida desde el pavimento y hasta la cota superior de la maquina o hasta el punto máximo del vehículo no sobrepase de 4.10 m y el ancho total no sobrepase los 2.60 m. El transporte de maquinaria y equipo no necesitara escolta, no requiere de avisos de “peligro carga ancha” como tampoco permiso de la autoridad respectiva.

Cuando el ancho de maquina sobrepase los 2.60 m y sea inferior o igual 3.0m, la circulación del vehículo de carga se desarrollará a una velocidad de 40 KPH, colocando avisos de “Peligro

Carga Ancha" en la parte delantera y trasera del vehículo. Las dimensiones de este aviso serán de 1.5 m de largo por 0.60 m de alto, de fondo amarillo y letras y orlas negras, colocados en la parte delantera y trasera del vehículo. La altura de la letra será de 10 cm y el fondo será en lámina retroreflectiva.

8.8.1.2 Traslado de equipos o maquinaria dentro la zona de obra

Todos los equipos sin importar las dimensiones y características podrán circular por sus propios medios por las zonas requeridas, siempre y cuando estas zonas estén cerradas al uso público, las cuales deben estar debidamente señalizadas. Esta señalización se realizará de acuerdo con la normatividad vigente sobre la materia y específicamente las contenidas en el Manual de dispositivos para la regulación del tránsito en Calles y Carreteras del Ministerio de Transporte, el Plan de manejo de Tráfico aprobado y las condiciones particulares establecidas contractualmente.

8.8.1.3 Traslado de equipos o maquinaria dentro a la zona de Obra.

Todos los equipos sin importar las dimensiones y características podrán circular por sus propios medios por las zonas requeridas, siempre y cuando estas zonas estén cerradas al uso público, las cuales deben estar debidamente señalizadas.

8.9 PLAN DE GESTIÓN SOCIAL

8.9.1 Alcance

El presente documento establece los requisitos mínimos para prevenir, reducir, controlar y/o mitigar de manera oportuna y eficiente el impacto que generan las obras civiles relacionadas con la construcción de muros de gaviones para mitigación del riesgo por inundaciones presentados en la zona de impacto de los sectores José Antonio Galán, Club Gallineral y Cristal Bajo del municipio de Bucaramanga.

8.9.2 Objetivos

8.9.2.1 Objetivo general

Favorecer la disminución y mitigación de los impactos generados por las obras en sus áreas de influencia, a través de los actores que participan en las mismas, mediante acompañamiento a la comunidad y herramientas sociales apropiadas.

8.9.2.2 objetivos específicos

Dar a conocer el proyecto a ejecutar por parte del contratista a la comunidad, así como las actividades que se desarrollarán antes, durante y después de la obra.
Sensibilizar a los actores que participan en la ejecución de las obras sobre la responsabilidad que se tiene al intervenir el espacio público, socializando las políticas y medidas diseñadas para la adecuada intervención de éste y el respeto a su uso.
Dar respuesta oportuna a las inquietudes de la comunidad y propender por su bienestar, así mismo por el de los trabajadores y contratistas, respetando y protegiendo el entorno natural y urbano.
Promover la participación de la comunidad en la ejecución de la obra y cuidado del medio ambiente.
Promover la vigilancia y control de las obras de infraestructura por medio de auditorías visibles, conformadas por la comunidad quienes son beneficiarios directos.

8.9.3 MARCO LEGAL

El presente documento está elaborado teniendo en cuenta lo establecido en la siguiente normatividad:

Lo dispuesto en la Constitución Política de Colombia en los artículos:

- ARTICULO 20. Se garantiza a toda persona la libertad de expresar y difundir su pensamiento y opiniones, la de informar y recibir información veraz e imparcial, y la de fundar medios masivos de comunicación.
- ARTICULO 23. Toda persona tiene derecho a presentar peticiones respetuosas a las autoridades por motivos de interés general o particular y a obtener pronta resolución. El legislador podrá reglamentar su ejercicio ante organizaciones privadas para garantizar los derechos fundamentales.
- ARTICULO 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.
- ARTICULO 88. La ley regulará las acciones populares para la protección de los derechos e intereses colectivos, relacionados con el patrimonio, el espacio, la seguridad y la salubridad pública, la moral administrativa, el ambiente, la libre competencia económica y otros de similar naturaleza que se definen en ella. También regulará las acciones originadas en los daños ocasionados a un número plural de personas, sin perjuicio de las correspondientes acciones particulares. Así mismo, definirá los casos de responsabilidad civil objetiva por el daño inferido a los derechos e intereses colectivos.

Reglamentado por la Ley 472 de 1998

- ARTICULO 103. Son mecanismos de participación del pueblo en ejercicio de su soberanía: el voto, el plebiscito, el referendo, la consulta popular, el cabildo abierto, la iniciativa legislativa y la revocatoria del mandato. La ley los reglamentará. El Estado contribuirá a la organización, promoción y capacitación de las asociaciones profesionales, cívicas, sindicales, comunitarias, juveniles, benéficas o de utilidad común no gubernamentales, sin detrimento de su autonomía con el objeto de que constituyan mecanismos democráticos de representación en las diferentes instancias de participación, concertación, control y vigilancia de la gestión pública que se establezcan.

Reglamentado por la ley 131 de 1994

- ARTICULO 270. La ley organizará las formas y los sistemas de participación ciudadana que permitan vigilar la gestión pública que se cumpla en los diversos niveles administrativos y sus resultados.
- ARTICULO 311. Al municipio como entidad fundamental de la división político-administrativa del Estado le corresponde prestar los servicios públicos que determine la ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su

territorio, promover la participación comunitaria, el mejoramiento social y cultural de sus habitantes y cumplir las demás funciones que le asignen la Constitución y las leyes.

Ley 489 de 1998, en la cual se asigna al Departamento Administrativo de la Función Pública, la responsabilidad específica frente al tema de control social capítulo 8 artículo 35, el diseño y promoción del Plan Nacional de Formación de Veedores. Se refuerza esta facultad por lo establecido íntegramente en el capítulo 8 de la citada ley, articulo 33, 34, y 35 en lo que se precisa que los organismos de administración pública deben incentivar la formación de mecanismo de control social y prestarles el apoyo requerido.

8.9.3.1 Perfil profesional

El Plan de Gestión Social de Obras debe ser implementado por profesionales de las ciencias sociales como: Trabajador Social, Sociólogo y/o Psicólogo Comunitario, que desarrollen su labor en obras de infraestructura, y quienes deben tener experiencia en trabajo con comunidad, manejo y resolución de conflictos, habilidades comunicativas y expositivas, capacidad de trabajo en equipo, liderazgo, excelentes relaciones interpersonales e iniciativa.

Para el desarrollo del Plan de Gestión Social en Obra, el contratista deberá:

- Contratar mínimo uno (1) o más profesionales del área social (según términos de referencia del contrato) dependiendo de la complejidad del proyecto, que cumpla con el perfil requerido para el acompañamiento y seguimiento a las obras civiles.
- Asignar un espacio físico y los elementos necesarios para el desempeño profesional según sea el caso durante la obra.
- Realizar reuniones periódicas con el Profesional Social y entregar los informes que den cuenta de los avances del Plan de Gestión Social de Obras, donde se evidencie el cumplimiento del mismo, como parte de los hitos de pago del contrato suscrito.
- Asegurar los elementos necesarios para la convocatoria y celebración de reuniones con la comunidad relacionados con la ejecución de las obras.

8.9.3.2 Preliminares de obra

Culminados los trámites de legalización del contrato y antes de iniciar con las obras, los profesionales del Área Social deberán ejecutar las siguientes actividades en campo.

8.9.3.2.1 Diagnostico zona de influencia directa del proyecto

Se requiere determinar la zona directa de la obra, mediante un plano de localización general y planos específicos por tramo o sector a intervenir, con la ubicación de manera detallada (lista) de barrios, número de viviendas, establecimientos comerciales e institucionales.

Se debe realizar un inventario del estado, tipo y número de instalaciones existentes parques, vías, andenes, sardineles, antejardines, senderos peatonales, ciclo rutas, mobiliario urbano, (bancas, canecas, señalización y luminarias), incluidos dentro de la zona directa de la obra, con su respectivo registro fotográfico y audiovisual. El estado actual de los espacios de sensibilidad ambiental como: Humedales, zonas recreativas, zonas verdes, zonas de ronda y manejo y preservación ambiental y describir las actividades a realizar para proteger el patrimonio cultural y ecológico.
Hacer un inventario de todos los accesos que se afectarán por la obra, así como de su estado, para ello, se debe recorrer el área en el momento del replanteo, definir las medidas a implementar como: Pasos provisionales, parqueaderos alternos, senderos peatonales entre otros.

Es responsabilidad del contratista garantizar siempre el acceso a las viviendas y establecimientos, en los casos en que el acceso sea interrumpido permanentemente sin posibilidad de utilizar medidas temporales, si es necesario el contratista debe coordinar con el propietario de la vivienda o pagar parqueaderos alternos hasta que se restablezca el acceso.

Determinar en planos actualizados y a escala adecuada, la existencia de redes de acueducto, alcantarillado, energía, gas, teléfonos, fibra óptica entre otros.
Realizar inventario de los árboles, arbustos, cercas, postes (en caso de no aplicar omitir el ítem) de la zona de influencia directa del proyecto y establecer las acciones de protección que se requieran.
Es de anotar que todos los inventarios que se realicen deben estar soportados con registros fotográficos y audiovisuales.

8.9.3.2.2 Censos de inmuebles

Realizar el inventario del número de viviendas, lotes y negocios que están incluidos dentro de la zona de influencia directa de la obra por barrio o sector a intervenir.

Una vez realizado el inventario se debe proceder con la realización de los censos al 100% de cada uno de los predios, lotes y negocios incluidos en la zona de influencia directa de la obra, esto con el fin de determinar su estado antes de iniciar las labores físicas. La identificación se debe realizar a través del diligenciamiento del formato se establezca, de igual manera de

registros fotográficos, dependiendo de las condiciones de la vivienda y del criterio del profesional encargado y también de un material audiovisual de cada vivienda y negocio.

Para la realización de esta actividad se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:
Se debe propiciar el espacio (reunión preliminar de obra) o el medio para informar a la comunidad de la realización de los censos con mínimo 15 días de anticipación y/o también suministrar la información con la entrega de un volante, a cada una de las viviendas a censar, con la firma del recibido por parte del propietario, arrendatario o tenedor con mínimo 5 días de aviso previo para la realización del censo.

8.9.3.2.3 Aplicación actas de vecindad

Las Actas de Vecindad consisten en la elaboración de un concepto técnico acerca del estado actual de las edificaciones que colindan con una construcción en obra. El acta de vecindad es un documento de carácter privado, que constituye una prueba para establecer el estado en que se encontraba la casa u otros inmuebles vecinos, cuando se iniciaron las obras y que cobra mucha importancia en caso de que la nueva obra les cause daños. Es el documento privado, libre de formalidades, suscrito entre el titular de la licencia o el constructor y los propietarios o poseedores de los inmuebles colindantes al predio en que se desarrollará la obra, en el que se consignarán con máximo grado de detalle el estado en que se encuentran los inmuebles vecinos antes de comenzar la obra. Se levantarán actas de vecindad para las construcciones, infraestructura y cultivos, aledañas al área de influencia directa definida, para verificar el estado inicial de las mismas, identificar riesgos y prevenir demandas. Previo al inicio de las actividades constructivas, el profesional del área social a través de volantes o visita comunicará a los propietarios, arrendatarios o tenedores, el levantamiento de las actas, explicando el objeto de las mismas. Las actas de vecindad serán levantadas por un ingeniero civil, acompañado por la residente social, a través del diligenciamiento del formato respectivo y debe estar presente el responsable del predio.

8.9.3.2.4 Base de datos de actores

Se requiere hacer una recopilación de un conglomerado de los diferentes actores institucionales, gremiales, entre otros, que están presentes en el municipio, la población beneficiada con las inversiones , teniendo en cuenta: género, edad, población minoritaria, (Indígenas, desplazados, reinsertados, victimas, etc.), actores políticos, económicos, religiosos, educativos, culturales, lideres, comunitarios, agremiaciones y otros que presenten relevancia para constituir una red de apoyo durante la ejecución del Plan de Gestión Social en la obra, e identificar la población objeto de la obra

8.9.3.2.5 Recorrido de la obra ruta inicial

Una vez realizadas las actividades preliminares en campo, el contratista debe programar un recorrido con los líderes comunitarios, funcionarios de la Alcaldía Municipal e interventoría, en donde se especifique y se deje constancia a la comunidad y demás participantes de la extensión de la zona de influencia directa del proyecto, el estado actual de la infraestructura existente de los sistemas de acueducto y alcantarillado y la proyección de obras a desarrollar

8.9.3.2.6 Auditorias visibles

Las Auditores Visibles es un programa que diseñó el Gobierno Nacional para controlar la ejecución de los recursos en los departamentos y municipios en el cual la ciudadanía participa de una manera activa. Serán los beneficiarios inmediatos de obras de mitigación quienes vigilen y controlen la ejecución de las obras.
Con esta nueva herramienta se busca que los proyectos de infraestructura pública se ejecuten de acuerdo con lo estipulado en el contrato de cada obra y evitar que se cometan irregularidades en el proceso de ejecución y construcción de los mismos.

Su finalidad es realizar un seguimiento visible y efectivo a la inversión pública mediante el control social a obras; también busca informar a los beneficiarios sobre la naturaleza de la obra, los plazos, el presupuesto y el origen de los recursos.

Para lo anterior, se conforma un grupo de beneficiarios del proyecto quienes participan activamente en todo el proceso. El consultor coordinará la realización de una socialización de inicio, una socialización de seguimiento y una socialización de finalización del proyecto con la participación de la firma contratista e interventora, la supervisión, los beneficiarios y demás personas y entidades relacionadas con el proyecto. En este espacio los beneficiarios del proyecto, contratistas, interventores y supervisores, pueden suministrar información, resolver inquietudes, plantear observaciones y recomendaciones y llegar a acuerdos y compromisos relacionados con el desarrollo del contrato, los cuales quedan registrados en un acta elaborada.

Como principales productos del ejercicio, se producen los siguientes documentos:

Formatos con información general de la obra y los documentos soporte que se recopilen en el proceso.
Acta de cada una de las socializaciones donde se plantean las conclusiones, acuerdos, compromisos y recomendaciones.
Registro fotográfico tanto de las socializaciones como del avance en la ejecución del contrato.
Acta de conformación del grupo de beneficiarios.
Fichas con seguimiento periódico a las observaciones planteadas por las personas y entidades vinculadas al proyecto.

Informe final del ejercicio de auditorías visibles.
Sondeo de opinión, resultados y análisis sobre la percepción de los beneficiarios que participaron en el ejercicio de seguimiento visible al proyecto.
El profesional del Área Social debe colaborar con la elección, capacitación, coordinación y seguimiento del plan de trabajo del grupo de Auditorias Visibles en compañía con el área social del Gestor.

8.9.3.3 Reuniones con la comunidad

El profesional del Área Social del contratista debe coordinar la realización de las actividades de socialización con la comunidad

8.9.3.3.1 reunión inicial de obras

Con el fin de informar a la comunidad el inicio de las obras, se debe realizar una reunión por cada barrio o sector a intervenir. Dentro del contenido de las presentaciones se debe tener como mínimo la siguiente información:

- Objeto del contrato
- Número del contrato
- Objetivos de la reunión
- Responsables de la ejecución: Contratistas e interventoría.
- Beneficios de la obra.
- Impactos que pueden generarse y esquema de mitigación.
- Actividades de gestión social a realizar: Reuniones con la comunidad, recorridos, capacitaciones, entre otras)
- Conformación de auditorías visibles (diligenciar acta de constitución de auditorías visibles).
- Coordinación con entidades locales
- Contratación Mano de Obra no Calificada
- Funcionamiento de Puntos de Atención a la Comunidad (Ubicación, horarios de atención, profesional a cargo)
- Proceso constructivo con cada uno de sus componentes.
- Cronograma de actividades
- Ubicación de la zona(s) a intervenir (plano de localización)
- Dudas e inquietudes.
- Compromisos

Las presentaciones de las reuniones deben ser enviadas con previa anticipación al área social del Gestor e interventoría del Área de Gestión Social, para su respectiva revisión y aprobación.

Para la reunión de inicial de obras se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- A la Alcaldía Municipal y demás autoridades locales, se les debe remitir una carta informando el inicio de las obras, el tiempo de duración, los datos de la oficina de atención de a la comunidad.
- Datos del profesional social responsable, dirección, barrio, teléfono, email, días, horarios de atención y el trámite de atención a la comunidad, de igual manera la fecha y lugar de la reunión.
- Con respecto a la comunidad de la zona de influencia del proyecto, se debe convocar con 1 semana de anticipación, haciendo entrega del volante de la reunión de inicio a cada una de las viviendas, la entrega debe ser personalizada con firma de recibido del volante y en los casos en que no se encuentre al propietario, arrendatario o tenedor, se debe fijar el volante en la puerta y tomar un registro fotográfico como evidencia de que se informó.
- En los equipamientos públicos, privados y comunitarios se debe fijar un (1) afiche a color en medio pliego, informando la realización de la reunión.
- Los espacios logísticos sugeridos para las reuniones con la comunidad deben ser en lo posible de fácil traslado, central, que no requiera de sistema de transporte, que garantice lo mínimo de atención a la reunión, amplio con sillas, adecuada visibilidad para la proyección del video bean. Se recomienda gestionar con los líderes de la comunidad para el trámite del préstamo o alquiler del sitio.
- Con respecto a la metodología a utilizar debe ser de manera participativa ya que se busca tener una visión amplia de la realidad, generar en la comunidad sentido de pertenencia y empoderamiento antes, durante y después de las obras.
- Expositiva, con presentación en video bean, modelo plantilla aprobada por el Área de Gestión Social.
- Los productos mínimos a requerir de la reunión inicial de obras son:
- Elaborar acta de la reunión, haciendo relevancia de aspectos importantes del proceso constructivo y de la comunidad, compromisos acordados por parte del contratista, la interventoría, alcaldía y/o líderes o representantes de la comunidad. Una vez finalizada la reunión se deben divulgar los compromisos resultantes de la reunión a los cuales se les debe hacer seguimiento.
- Registrar listados de asistencia de cada uno de los participantes, tomar registros fotográficos de la reunión.
- El profesional social encargado de la reunión debe portar al igual que todo el equipo de profesionales de la obra, el carnet, camiseta, chaleco y/o algún distintivo que lo identifique ante el auditorio.

8.9.3.4 Interferencias presentadas durante la obra

Durante la ejecución de la obra, es posible que se presenten algunas interferencias, las cuales el profesional del área social del contratista debe prevenir, mitigar y/o controlar con la implementación de las siguientes actividades:

8.9.3.4.1 accesibilidad a viviendas y establecimientos

En los casos en que se presenten interferencias en la accesibilidad a viviendas y negocios, el profesional del área social debe realizar una visita a cada uno de los predios afectados, levantar un acta individual que contenga los datos del predio y del propietario y acordar en común acuerdo cuáles serán las medidas que se tomarán para garantizar el acceso.

8.9.3.4.2 daños a edificaciones, mobiliario y zonas verdes

Cuando se presenten situaciones de daños a edificaciones, mobiliario y zonas verdes, se debe entregar un volante informativo al propietario para que conozca cual debe ser el mecanismo a utilizar.

8.9.3.5 suspensión de servicios públicos

Con respecto a los posibles cortes o suspensiones de servicios públicos efectuados por la ejecución de las obras, el contratista debe informar a toda la comunidad afectada con tres días de anticipación, esta suspensión debe ser coordinada con la empresa prestadora del servicio, en los casos en que se presenten suspensiones de servicio diferentes a las programadas por el contratista, será responsabilidad exclusiva del prestador del servicio.

8.9.3.5.1 trabajos nocturnos

Cuando se requiera la realización de trabajos nocturnos, se debe informar al 100% de los propietarios con tres días de anticipación. Como mínimo entregar volantes al 100% de los ciudadanos afectados, así como carta a las autoridades locales respectivas

8.9.3.6 actividades a realizar durante la ejecución de las obras

Con el propósito de hacer un adecuado seguimiento a las obras, con el acompañamiento de la comunidad se deben ejecutar las siguientes actividades:

8.9.3.6.1 recorridos por los frentes de obra

El profesional del área social y el profesional en salud ocupacional deben permanentemente realizar recorridos con el fin de acompañar, informar e interactuar con las comunidades y los trabajadores además de recopilar la información que alimente la línea base.

8.9.3.6.2 Rutas saludables

Se deben realizar recorridos por las obras de infraestructura adelantadas en el municipio, con el fin de que la comunidad tenga conocimiento de los beneficios particulares de las inversiones y exista claridad de que las obras son del Municipio y por ninguna razón serán cobradas a los usuarios vía tarifas. De igual manera se pretende empoderar a la comunidad de sus bienes y beneficios derivados de la tal forma que se asegure la sostenibilidad de las inversiones y el mejoramiento en la prestación del servicio.

8.9.3.6.3 reunión de avance de obra

El contratista debe realizar las reuniones que sean solicitadas de manera (verbal o escrita) por parte de la ciudadanía, las autoridades municipales y/o los organismos de control. Las reuniones de avance de obra, tienen por objeto realizar seguimiento a las obras y al cumplimiento de las obligaciones, así como informar a la comunidad el estado de la obra civil y los posibles impactos generados con la ciudadanía. Los demás aspectos a tener en cuenta serán los mismos establecidos para la reunión de inicio de obras, pero informadas como seguimiento.

8.9.3.6.4 punto de atención a la comunidad

A partir de la fecha en que se dé inicio a las obras, se debe brindar un espacio físico de atención a la comunidad, el cual debe ser atendido por el profesional del área social quien recibirá y tramitará todas las inquietudes de la comunidad relacionadas específicamente con las obras.

De igual manera el contratista está obligado a cumplir con los siguientes requerimientos de los puntos de Atención a la Comunidad:

- La ubicación de la oficina se debe hacer en un lugar central a la zona de influencia directa de la obra garantizando el fácil acceso de la ciudadanía, este no podrá funcionar en el campamento de obra.
- El Punto de Atención debe contar con un pendón informativo del mismo.
- Debe estar equipado cómodamente para ofrecer un buen servicio a la comunidad y con un espacio mínimo para reuniones de comités, veedurías ciudadanas, etc.
- El horario de atención para la comunidad debe ser mínimo de (16) horas semanales de las cuales ocho (8) deben ser de recorrido por cada uno de los frentes de obra de la zona de influencia directa, esto con el propósito de recepcionar y aclarar cualquier inquietud ciudadana relacionada con los proyectos de obra.
- Los días y horarios de atención se deben establecer mediante consenso con los líderes comunitarios representativos del sector a intervenir, teniendo en cuenta la disponibilidad de tiempo de la comunidad. Estos acuerdos se deben mantener hasta que se culminen las obras.

- El Profesional del Área Social debe presentar, el cronograma de atención a la comunidad con los recorridos por los frentes de obra.
- El punto de atención a la comunidad, se mantendrán en funcionamiento desde el inicio de la ejecución de la obra física hasta la fecha de firma del acta de terminación, cumpliendo con todas las especificaciones del Plan de Gestión Social.
- Los horarios y fechas de atención se deben difundir en el 100% de las actividades comunitarias realizadas por el contratista, así como mediante la entrega de volantes informativos al 100% de los predios ubicados en la zona de influencia directa del proyecto.
- De todas las consultas generadas en los puntos de atención se deben presentar informes mensuales con su respectivo trámite y solución, el cual será remitido a la profesional social del gestor.

8.9.3.7 comités de obra

El Profesional del Área Social, debe realizar una reunión de socialización, capacitación con los ingenieros y personal de mano de obra no calificada, sobre el plan de trabajo a desarrollar con la comunidad, esta reunión se debe hacer en compañía de la profesional del Área Social de la interventoría y la supervisión, espacio en el cual se debe presentar la matriz de impactos y los productos mínimos.

8.9.3.8 acompañamiento y seguimiento al plan de trabajo del grupo de auditores visibles

Es necesario que el profesional del Área Social del gestor apoye a la profesional social de la obra para la conformación del grupo de auditores visibles, de acuerdo con el procedimiento definido por el programa de Anticorrupción de la Presidencia de la República, se definirá con ellos un plan de trabajo que se ejecutara durante el tiempo que dure la obra; el objeto de estas auditorías es acompañar el desarrollo de la obra desde el inicio hasta la finalización y garantizar su impecable ejecución; para lo cual la profesional social de la obra se le brindará capacitación sobre sus funciones, objeto, deberes y derechos, programación de visitas, etc.

8.9.4 Actividad de entrega de obra a la comunidad

8.9.4.1 Comité informativo para entrega de obra

El profesional del Área Social debe programar un comité de obras, con el propósito de coordinar de manera unificada la entrega oficial de las obras a la comunidad, a este comité se debe convocar a la Interventoría y la supervisión.

8.9.4.2 recorrido ruta final

Una vez culminado todo el proceso constructivo y realizado el comité de obras, el profesional del Área Social, debe programar un recorrido por las obras de infraestructura culminadas. Para el desarrollo de esta actividad se debe convocar con mínimo 8 días de anticipación a los líderes de la comunidad, comités, juntas de acción comunal, auditorias visibles, la Interventoría, Alcaldía Municipal y demás autoridades locales.

Durante este recorrido se debe hacer el Acta de Entrega Protocolaria de Obras, de igual manera se debe levantar registro de asistencia de los participantes al igual que las evidencias con registros fotográficos y video.

8.9.4.3 cierre de los puntos de atención a la comunidad

El profesional del Área Social, una vez culminado el proceso constructivo, debe hacer el cierre de todas las reclamaciones que se encuentren pendientes, en el caso de que exista alguna dificultad de cierre, el profesional social debe informar en el último comité de obra de manera escrita las razones por las cuales no se ha podido realizar el trámite y de esta manera poner a discusión en comité acuerdos y/o compromisos para los cierres, los cuales se deben evacuar antes de la reunión de finalización de obras con la comunidad, la firma de acta de liquidación y entrega de informe final.

8.9.4.4 reunión de finalización

Con el propósito de informar al 100% de la comunidad la finalización de las obras, se debe realizar una reunión por cada barrio o sector intervenido.
Durante este escenario se debe presentar a la comunidad el siguiente contenido:

- Objeto del contrato
- Número del contrato
- Objetivos de la reunión
- Responsables de la ejecución: Contratistas e interventoría.
- Beneficios de la obra
- Impactos generados e impactos mitigados.
- Actividades de gestión social realizadas: Reuniones con la comunidad, recorridos, capacitaciones, entre otras)
- Comités conformados (Datos generales: Nombres, apellidos cargos, teléfonos)
- Actividades realizadas con los comités (Auditorias Visibles)
- Coordinación con entidades locales

- Contratación Mano de Obra no Calificada
- Puntos de Atención a la Comunidad presentados y cerrados
- Proceso constructivo con cada uno de sus componentes.
- Planos de obra realizada.
- Actividades realizadas.
- También es importante mostrar que con la obra se reduce las enfermedades siendo este un indicador del mejoramiento calidad de vida.
- Dudas e inquietudes.
- Cierre
- Para todas las presentaciones se deben incluir registros fotográficos de las actividades realizadas durante la ejecución de las obras y deben ser enviadas con mínimo 8 días de anticipación a la interventoría para su respectiva revisión y aprobación.
- Las actividades de gestión a realizar para la reunión de finalización a tener en cuenta son las siguientes:
- A la comunidad de la zona de influencia del proyecto, se debe convocar con 1 semana de anticipación, haciendo entrega del volante de reunión de finalización de obras a cada una de las viviendas, la entrega debe ser personalizada con firma de recibido del volante y en los casos en que no se encuentre al propietario, arrendatario o tenedor, se debe fijar el volante en la puerta y tomar un registro fotográfico como evidencia de que se informó de la actividad.
- En los equipamientos públicos, privados y comunitarios se debe fijar un (1) afiche en medio pliego, informando la realización de la reunión.
- Los espacios logísticos sugeridos para las reuniones con la comunidad deben ser en lo posible de fácil traslado, central, que no requiera de Sistema de transporte, que garantice lo mínimo de atención a la reunión, amplio con sillas, buena visibilidad para proyectar la presentación. Se recomienda gestionar con las juntas acción comunal para el trámite del préstamo o alquiler del sitio.
- Con respecto a la metodología a utilizar debe ser de manera participativa y expositiva, con presentación en video bean, modelo plantilla aprobada por el área de gestión social.
- A la Alcaldía Municipal y demás autoridades locales, se les debe remitir una carta informando el lugar, fecha y hora de la reunión de finalización de las obras.
- Los productos mínimos de la reunión de finalización de obras son:
- Elaborar acta de la reunión, haciendo relevancia de aspectos importantes del proceso constructivo y de la comunidad. Una vez finalizada la reunión se deben divulgar los compromisos resultantes de la reunión los cuales son de obligatorio cumplimiento de forma inmediata.
- De igual manera se debe levantar listado de asistencia de cada uno de los participantes, tomar registros fotográficos de la reunión). El profesional social encargado de la reunión

debe portar al igual que todo el equipo de profesionales de la obra, el carnet, camiseta, chaleco y/o algún distintivo que lo identifique ante el auditorio.

8.9.4.5 evento masivo con la comunidad

El profesional del área social deberá hacer entrega de una propuesta del evento de la entrega de las obras a la comunidad, la cual debe llevarse a cabo una vez se concluyan las obras por parte del contratista y cuya preparación y costos está a cargo del contratista.

8.9.4.6 indicadores de gestión

El control del impacto de trabajo realizado con la comunidad durante la ejecución del contrato de obras, se debe medir a través de la repetición de la recolección de información de la línea base, la cual se debe aplicar a una muestra representativa, de acuerdo con el número de personas intervenidas; la diferencia en los hábitos, conductas y percepciones de la comunidad frente a los temas relacionados con las capacitaciones, lo cual permitirán observar el impacto de las mismas en la cultura del agua en los municipios.

8.9.5 Presentación de informes

De todas las actividades que se realicen antes, durante y finalizadas las obras se deben presentar informes ejecutivos con los respectivos soportes, teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en el Plan de Gestión Social de Obras, incluidos los PQRS con su respectivo tramite

8.9.5.1 informes preliminares

Una vez realizadas las actividades en campo, el profesional del Área Social, debe entregar un informe en Excel tabulado del diagnóstico de la zona de influencia directa del proyecto, la línea base de datos y las estadísticas de atención a la población.

8.9.5.2 matriz de impactos generados durante la obra

Durante la realización de las actividades en campo, el profesional del Área Social, debe elaborar la matriz de identificación de impactos, de acuerdo a los criterios que el profesional social considere pertinentes de medir.

8.9.5.3 cronograma de actividades

A partir de la fecha de inicio de las actividades del Profesional del Área Social en campo, debe enviar el día viernes de la semana anterior a la interventoría, el cronograma quincenal de las actividades a realizar durante el periodo siguiente, de igual manera debe enviar de manera

semanal la programación de actividades tales como: Reuniones de comunidad, comités de obra, recorridos de obra, capacitaciones entre otras actividades de índole comunitario, estos cronogramas serán monitoreado por la interventoría quien será encargado de realizar verificación del cumplimiento del Plan de Gestión Social. En cada una de las auditorías realizadas en campo, se debe registrar acta de visita con las observaciones encontradas y las respectivas recomendaciones, las cuales serán remitidas al contratista. Es de anotar que, si por alguna circunstancia se modifica alguna de las actividades programadas, se debe reportar de forma inmediata, a la interventoría con copia a la supervisión.

8.9.5.4 censos de inmuebles

Para la realización del informe se debe recopilar la información de cada una de las fichas, las cuales deben estar debidamente diligenciadas y con las respectivas firmas del ciudadano, los profesionales encargados y el visto bueno de la interventoría. Posteriormente se deben organizar en medio digital los registros fotográficos en carpetas por direcciones o cuadras y luego armar las subcarpetas de cada vivienda. En el informe físico se debe colocar en la ficha de registro de fotografías una o dos fotos principales de cada vivienda o negocio censado, los datos generales: Tipo de proyecto, barrio, No de contrato, Contratista, dirección del predio, estado de las paredes internas, fachada, pisos, cubierta (techo), antejardín, anden, sardinel, la fecha del registro fotográfico y las observaciones generales.

Los productos a entregar en el informe son:

- Informe físico con datos estadísticos de cada uno de los componentes.
- Un fólder. Carpeta de los censos originales, debidamente organizados por barrio o zonas de influencia, en cada censo debe estar el formato del registro fotográfico debidamente diligenciado.
- Una USB con la información debidamente organizada y de fácil acceso.
- Un video marcado con su respectivo registro de tomas y tiempo de duración.
- Las Actas de entrega de inmuebles una vez culminadas las obras.

8.9.5.5 informes mensuales

Como anexo al informe técnico en los tres primeros días hábiles de cada mes y cada vez que se presente un acta para pago, el contratista y los profesionales sociales, deben entregar, un informe del avance de las actividades, dichos informes serán revisados por el interventor, verificando que estos cumplan con los lineamientos establecidos en el Plan de Gestión Social de Obras, luego serán enviados para aprobación y respectivo tramite. Los informes que no cumplan con los requisitos mínimos, serán devueltos al profesional del área social con las observaciones requeridas, las cuales se deben evacuar de forma inmediata.

8.9.5.6 informe final

Una vez finalizada la obra y antes de firmar el acta de liquidación del contrato, el profesional del área social debe presentar un informe final ejecutivo, con los respectivos soportes de todas las actividades generadas durante la ejecución de la obra, de los cuales están:
Informe físico con los lineamientos establecidos para informes con los productos finales.
Informe final impreso con fotografías a color y en medio digital.
Copia de los registros levantados de todas las actividades realizadas con la comunidad. Acta de reuniones, comités de control social, comités de obra, entre otras actividades.
Material audiovisual: Registros fotográficos y videos.
Recepción de los PQRS y su respectivo tramite
Temario de los talleres o capacitaciones que lleven a cabo
La organización y entrega de esta información debe ser por sector o barrio intervenido, la documentación debe estar organizada cronológicamente de forma ascendente.

8.9.6 valla informativa

Vallas en las obras: se instalarán en sitios visibles previamente determinados por el interventor o por el supervisor del contrato el anclaje de las vallas.

Plazo: las vallas de información deberán instalarse por parte del contratista, al momento del inicio de ejecución de la obra.

Sostenibilidad: las vallas de información deberán mantenerse siempre en perfecto estado de legibilidad, en el caso en que estas se encuentren deterioradas o que no cumplan con los requisitos estipulados deberán ser retiradas y reemplazadas en un plazo no mayor de (15) días calendario. En los contratos de obras se deberán incluir estas disposiciones con el fin de hacerlas cumplir por parte del contratista y verificado por el interventor del contrato.

8.9.7 cuñas radiales

El profesional del Área Social, debe hacer un levantamiento de información de los medios de comunicación (radio) que se encuentran en la zona de influencia, y a través del mismo debe informar de las acciones ejecutadas para las obras contratadas.

8.9.8 contratación mano de obra

La generación de empleo en los municipios es uno de los indicadores más importantes, por lo tanto, el control de este, es de carácter prioritario. El contratista deberá contratar la mano de obra no calificada en el municipio donde se realicen las obras, el Profesional del Área Social deberá incluir en los informes mensuales, un reporte de la mano de obra calificada y no calificada, esto junto con los respectivos pagos de los parafiscales acordes a la fecha de entrega del informe.

8.10 PLAN DE MANEJO FORESTAL O ARBÓREO

Tabla 51. Manejo forestal o arbóreo

FICHA DE MANEJO FORESTAL O ARBÓREO
UBICACIÓN: Sector Club el Gallinera, Comuna 4 Municipio de Bucaramanga, en el barrio el Gallineral con coordenadas N 7,0970949, W -73,16795. Localizado sobre la margen derecha de la Quebrada Chimita Centro abastos como se observa en la foto: 
DESCRIPCIÓN DE LAS COBERTURAS EXISTENTES
Según la metodología CORINE (Coordination of Information on the Environmental) Land Cover adaptada para el país, El área de estudio se encuentra en la unidad de cobertura.

1.2.1 Zonas industriales o comerciales

Son las áreas cubiertas por infraestructura artificial (terrenos cimentados, alquitranados, asfaltados o estabilizados), sin presencia de áreas verdes dominantes, las cuales se utilizan también para actividades comerciales o industriales Este Sitio no presenta vegetación arbórea.

REGISTRO FOTOGRÁFICO



TIPO VEGETACIÓN EXISTENTE EN EL SITIO

En el sitio de estudio no se observa ninguna vegetación ya que las viviendas están pegadas al margen de quebrada Chimita ya que fue invadida zona de protección se encuentra en toda playa de misma.

El sitio presenta inundaciones en la temporada de lluvias generadas por la Quebrada Chimita.

RECOMENDACIONES GENERALES DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN.

No requiere la realización el inventario forestal se deben realizar de obras de protección mitigación y corrección de las inundaciones y se recomienda realizar

medidas de compensación con espeséis forestales y arbustivas como: Guadua (*Guadua angustifolia*), Guamo (*Inga sp.*), Guacimo (*Guazuma Ulmifolia*), Aro (*Trichantera gigantea*), Trompeto (Bocconia frutescens). Cordoncillo (Piper bogotense).

9. SOCIALIZACIÓN

9.1 OBJETIVOS

9.1.1 Objetivo General

Socializar con los habitantes del sector Club gallinerall inicio del proyecto “ESTUDIO Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES JOSE ANTONIO GALÁN, CLUB GALLINERA Y CRISTAL BAJO PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PUBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER”.

9.1.2 Objetivos Específicos

- Presentar el consorcio y equipo de trabajo a la comunidad.
- Dar a conocer la metodología para el desarrollo de los estudios, los productos a entregar y tiempo de ejecución del contrato
- Aclarar dudas y responder a satisfacción las preguntas a la comunidad durante la socialización en torno a la ejecución del proyecto.

9.2 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El sector Club Gallineral, se encuentra ubicado en la comuna 5 del municipio de Bucaramanga, departamento Santander, coordenadas 7° 5'49.54"N; 73°10'3.34"O

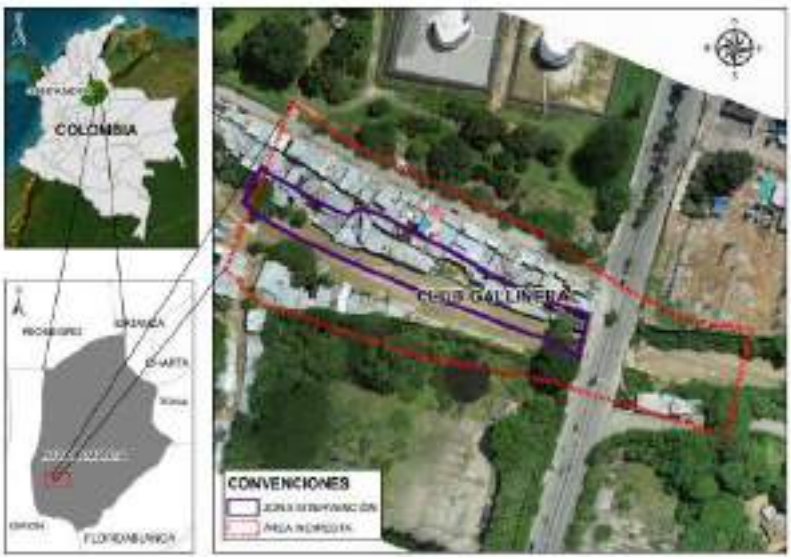


Figura 88. localización Club Gallineral- Área Urbana del Municipio de Bucaramanga.

9.3 SOCIALIZACIÓN INICIO DE PROYECTO

9.3.1 METODOLOGÍA

9.3.1.1 Convocatoria socialización de inicio

Para dar inicio a la ejecución del proyecto y actividades en campo se contactó el presidente de la junta de acción comunal y demás líderes comunitarios con el fin de concretar fecha, hora, lugar para la socialización y medios para la convocatoria de la comunidad.

Dentro de las estrategias establecidas se diseñaron volantes, los cuales se entregaron a las personas habitantes del área directa de estudio.



Figura 89. Folleto Convocatoria Socialización de Inicio de Proyecto.



Fotografía 1. Entrega de Folleto Convocatoria Socialización de Inicio de Proyecto

9.3.2 Desarrollo de la socialización

9.3.2.1 Presentación del consorcio y del equipo de trabajo

El profesional delegado por la consultoría realiza apertura a la socialización, da la bienvenida a la comunidad y presenta el consorcio y su equipo de trabajo el cual está conformado por profesionales en geología, topografía, ingenieros civiles, trabajo social entro otros.

Indica que dentro del proyecto se requieren ayudantes de obra, vigilancia para cuidado de máquinas y acompañamiento para seguridad al personal en campo y refiere que se dará participación a la comunidad para desarrollar dichas labores.

Finalmente solicita a los asistentes la colaboración con la entrega de información que se requiere y recuerda el principio de solidaridad social contemplado en la ley 1523 de 2012

9.3.2.2 Desarrollo de la temática

Mediante uso de proyector video beam se expuso a la comunidad las técnicas a emplear para el estudio y los componentes del mismo.

- Cartografía base digital y modelado 3D, la cual se compone por ortomosaico, levantamiento Lidar, levantamiento topográfico.
- Geología y Geomorfología
- Hidrología.
- Análisis detallado por movimientos en masa.

- Diseño de obras de mitigación.
- Socialización

9.3.2.3 Cierre

Para concluir la socialización se generó un espacio de preguntas e inquietudes, dando participación a la comunidad y procurando respuestas contundentes a las mismas.

9.4 TIEMPO DE EJECUCIÓN

El contrato tiene un tiempo de ejecución de dos meses a partir de la firma del acta de inicio.

- Fecha de firma de acta de inicio: 08 de mayo de 2023

9.5 ASISTENCIA

La socialización se llevó a cabo con la participan de la comunidad con una asistencia de cincuenta y dos (52) personas; dos (2) profesionales de la interventoría y cuatro (4) profesionales de la consultoría.

9.5.1 Registro Fotográfico









Fotografía 2. Socialización

10. PRESUPUESTO DE OBRAS DE MITIGACIÓN

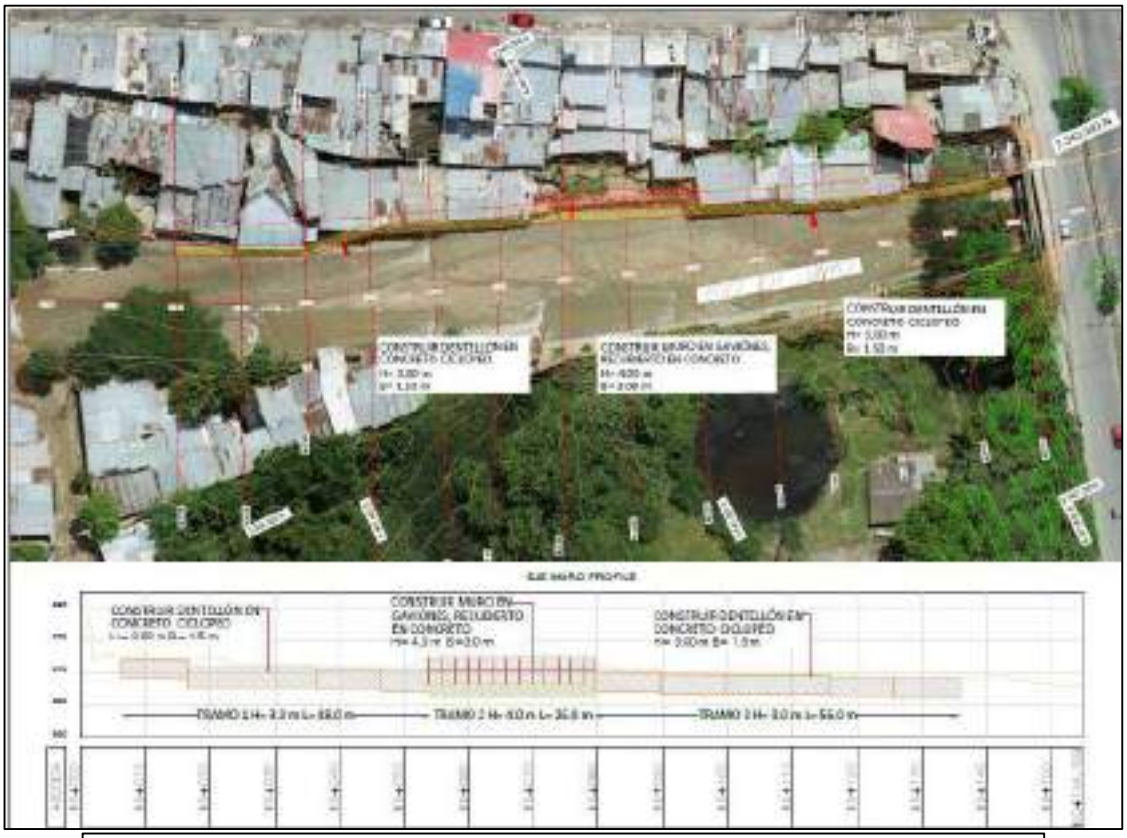




Figura 90.Obra de mitigación Sector Club Gallineral.

MUNICIPIO	Bucaramanga	CONTRATO No.		VERSIÓN	

PRESUPUESTO DE OBRA

BARRIO CLUB GALLINERAL

ITEM	ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/PARCIAL
1	**SECCION PRIMERA - PRELIMINARES**				**$ 116.685.327,36**
1.1	REPLANTEO, CONTROL Y MEDICIÓN DE LA OBRA	M2	2255,44	$ 4.050,00	$ 9.134.532,00
1.2	DESMONTE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS	M2	1127,72	$ 7.025,00	$ 7.922.233,00
1.3	REMOCIÓN DE ESPECIES VEGETALES H-10M	UND	5,00	$ 353.094,00	$ 1.765.470,00
1.4	ENCERRAMIENTO EN LONA VERDE Y POSTE DE MADERA	ML	275,00	$ 26.912,00	$ 7.400.800,00
1.5	CAMPAMENTO	GLB	1,00	$ 6.314.447,00	$ 6.314.447,00
1.6	VALLA TIPO 1A (5,00m X 2,80m)	UND	1,00	$ 2.369.356,00	$ 2.369.356,00
1.7	RETIRO DE BASURAS Y ESCOMBROS	M3	1127,72	$ 30.338,00	$ 34.212.769,36
1.8	BOMBEO CON MOTOBOMBA DE 4"	HR	720,00	$ 45.166,00	$ 32.519.520,00
1.9	RETIRO MATERIAL JARILLON	M3	780,00	$ 19.290,00	$ 15.046.200,00
2	**SECCION SEGUNDA - MOVIMIENTOS DE TIERRA**				**$ 135.857.765,47**
2.1	EXCAVACIONES VARIAS EN ROCA EN SECO	M3	120,69	$ 210.415,00	$ 25.395.948,79
2.2	EXCAVACIONES EN MATERIAL GRANULAR A CUALQUIER PROFUNDIDAD	M3	1086,25	$ 54.169,00	$ 58.841.139,41
2.3	RELLENOS PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL GRANULAR TIPO SBG (INCLUYE ACARREO)	M3	126,79	$ 174.571,00	$ 22.133.194,59
2.4	TRANSPORTE DE MATERIALES PROVENIENTES DE LA EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN, CANALES Y PRÉSTAMOS PARA DISTANCIAS MAYORES DE MIL METROS (1.000 M) MEDIDO A PARTIR DE CIEN METROS (100 M) (INCLUYE CONFORMACION DE BOTADERO)	M3-KM	8569,31	$ 1.937,00	$ 16.598.762,68
2.5	CONFORMACION ESTRUCTURA DE JARILLON	M3	1170,00	$ 11.016,00	$ 12.888.720,00
3	**SECCION TERCERA - ESTRUCTURAS**				**$ 27.274.552,19**
3.1	**CONCRETOS**				**$ 25.847.976,27**
3.1.1	RECUBRIMIENTO DE GAVIONES EN CONCRETO DE 2500 PSI (ESPESOR MINIMO DE 12,5 CM)	M3	40,21	$ 642.799,00	$ 25.847.976,27
3.2	**ACEROS**				**$ 1.426.575,92**
3.2.1	ACERO DE REFUERZO Fy 4200 MPa.	KG	141,68	$ 10.069,00	$ 1.426.575,92
4	**SECCION CUARTA - ESTABILIZACIÓN DE TALUDES**				**$ 693.681.159,90**
4.1	GAVIONES EN MALLA ELECTROSOLDADA DE CUERPO 2X1X1	M3	260,00	$ 421.381,00	$ 109.559.060,00
4.2	CONCRETO CICLOPEO 3500 PSI (35% RAJON, 65% CONCRETO 3500 PSI)	M3	994,50	$ 507.874,00	$ 505.080.693,00
4.3	EMPRADIZACION DE TALUDES	M2	300,00	$ 27.812,00	$ 8.343.600,00
4.4	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TELA GEOTEXTIL NT-2500	M2	217,10	$ 25.199,00	$ 5.470.702,90
4.5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA PVC ESTRUCTURAL DE D= 36"	ML	24,00	$ 2.224.673,00	$ 53.392.152,00
4.6	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERÍA PVC ESTRUCTURAL DE D=200 MM	ML	24,00	$ 369.884,00	$ 8.877.216,00
4.7	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA PVC DE D= 6" INCLUYE EXCAVACION Y RELLENO	ML	12,00	$ 246.478,00	$ 2.957.736,00
TOTAL COSTO DIRECTO					**$ 973.498.804,92**
				ADMINISTRACION 29%	$ 282.314.653,00
				IMPREVISTOS 1%	$ 9.734.988,00
				UTILIDAD 5%	$ 48.674.940,00
				AIU	**$ 340.724.581**
				ACTUALIZACION Y/O AJUSTES A LOS DISEÑOS	$ 9.734.988
				IVA/UTILIDAD 19%	$ 9.248.239
SUBTOTAL BASICO OBRAS (A)					**$ 1.323.958.373,97**
				PLAN DE MANEJO AMBIETAL 3,44%	$ 33.481.489
				PLAN DE MANEJO DE TRAFICO 3,34%	$ 32.558.600
VALOR TOTAL OBRAS					**$ 1.389.998.463,39**
				INTERVENTORIA 30,63%	$ 298.170.565,00
TOTAL PROYECTO					**$ 1.697.417.267,00**

Figura 91.Presupuesto Sector Club Gallineral.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1 AMENAZA POR INUNDACIÓN

- Los caudales e hidrogramas utilizados para el presente proyecto se toman del estudio "Convenio Interadministrativo No. 000301 de 2016 Actualización de los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por inundación del Río de Oro (tramo Nuevo Girón - Café Madrid) y del Río Frio (tramo PTAR - Girón)".

- Para el punto de interés del área hidrográfica de la cuenca del rio de oro, la clasificación del cuerpo hídrico según Rosgen (1994) corresponde a B4.

- Para las condiciones de geometría de la modelación hidráulica, teniendo en cuenta la clasificación del cauce (B4) y diferentes metodologías para la estimación de la rugosidad de Manning, se opta por un valor de 0.048 para laderas y 0.049 para el canal, calculado por Cowan.

- Se propone la proyección de estructuras tipo gavión para la mitigación de la amenaza por inundación del proyecto, con la geometría que reposa en los planos geotécnicos, hidráulicos. Y cuyas cotas se soportan en el presente documento, como su estabilidad y comportamiento en el componente geotécnico del proyecto.

- La modelación hidráulica para el proyecto, se desarrolla de manera bidimensional, teniendo en cuenta los hidrogramas de caudales máximos para 100 años de los dos cauces colindantes al proyecto (Rio de Oro y Quebrada Chimita), siendo esta una condición posible y real, arrojando una profundidad de inundación máxima en el sector de las obras de 673.52 msnm. Por tal razón y considerando las condiciones de oleaje y saturación por diferentes componentes que comúnmente transportan los cauces en condiciones de tormenta máxima, se propone que la corona de las obras de proyección tipo gavión no sea inferior a 674 msnm.

- Es de alta relevancia la pronta construcción de las obras a su margen derecha, ya que es evidente la susceptibilidad de la población en dicha área para la inundación, la cual se reduce notablemente con la culminación del proyecto.

- Para el caudal estimado de tormenta de diseño de 100 años, la respuesta hidráulica del cauce del sector de interés genera procesos de transporte de sedimentos (socavación) esto principalmente por las condiciones topográficas del canal y su velocidad. Por tal

motivo se recomienda que las obras proyectadas conserven una cota de socavación y una profundidad de socavación no menor a lo presentado en la Tabla 11.

- Los procesos de inestabilidad del talud del sector del proyecto, deben ser apoyados por un ingeniero geotecnista competente con la problemática de interés.

- Se recomienda que la cimentación mínima de la obra proyectada se encuentre 2/3 de la altura de la obra por debajo de la cota de socavación mínima sugerida(Tabla 11), esto con el fin de que garantice si empotramiento o estabilidad. Sin embargo, un criterio estructural o de geotecnia que recomienden una profundidad diferente debe ser debidamente soportado y orientado a la protección de la cimentación y la obra como tal a los procesos erosivos del sector.

Para el plan de manejo ambiental se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Todos los programas de manejo ambiental deberán implementarse en el desarrollo de todas las actividades del proyecto.
- Se recomienda la gestión oportuna del permiso de ocupación de cauces, con el fin de garantizar que para la intervención ya se cuente con el respectivo permiso.
- La señalización vial para el cargue y descargue de materiales es muy importante para el desarrollo de las obras en este sector, por lo que se le debe dar una especial prioridad.
- Es muy importante la socialización del proyecto con los líderes comunitarios y la comunicación permanente en relación con la ejecución de las obras con la comunidad.
- Deben ubicarse adecuadas protecciones en el cauce de la quebrada para evitar arrastre de materiales o la afectación de las obras con el agua de la quebrada.

11.2 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

El perfil estratigráfico del sitio estudiado, presenta suelos aluviales compuestos por arena arenas mal gradadas y gravas arenosas, permeable, resistentes.

11.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

Material de conformación - rellenos

- Soil Model: Mohr-Coulomb
- Peso volumétrico: 18.0 kN/m3

- Cohesión: 0.0 kPa
- Ø:30.0°

Suelo de fundación – depósitos aluviales

- Soil Model: Mohr-Coulomb
- Peso volumétrico: 18.0 kN/m3
- Cohesión: 0.0 kPa
- Ø:34°

11.2 OBRAS DE MITIGACIÓN

De acuerdo a las alturas de inundación obtenidas en los modelos y de acuerdo a la zonificación de amenaza, se propone la construcción de un muro de contención en gaviones de 26m de longitud y de 4.0m de altura para la zona en donde colapso el muro existente, para el muro se proyecta la construcción de un dentellón de 2.0m de altura. De manera adicional y para proteger el muro existente ante los procesos de socavación lateral y de fondo se recomienda la construcción de un dentellón en concreto ciclópeo de 130 m de longitud con un ancho de 1.50 m y altura de 3.00 m.

- Inclinación del muro: 0°
- Peso específico de las piedras: 20.0 KN/m3.
- Porosidad de los Gaviones: 30%.
- Uso de Geotextil en Terraplén.
- Reducción por fricción: 10%.
- Malla y diámetro del alambre: 8x10, ϕ 2.7mm CD.
- Altura del Gavión: 4.0 metros.
- Ancho del Gavión:3.0 metros.
- Nivel de la cimentación: min 1.0 m por debajo del nivel terreno actual.
- Dentellón en concreto ciclópeo de 2.0 metros de altura y 1.50 m de ancho.

11.3 ANÁLISIS GEOTÉCNICO DEL MURO DE GAVIONES

A partir de los análisis presentados se concluye que la implementación del muro de contención mitiga la amenaza a inundación del sector y adicionalmente garantiza la estabilidad de las áreas

adyacentes del muro. A continuación, se presenta un resumen de los factores de seguridad obtenidos de los chequeos efectuados.

Tabla 52. Factores de seguridad obtenidos en los análisis efectuados Muro H=4.0m.

Condición	Factores de Seguridad	
	Estático	Seudo Estático
Volcamiento	32.69	2.05
Deslizamiento	1000.00	1.81
Capacidad Portante	5.28	2.59
Estabilidad Global	2.00	1.07

Como se observa en los anteriores resultados se cumplen con los factores de seguridad mínimos exigidos por la norma y con la excentricidad mínima establecida para cada uno de los escenarios analizados.

Adicionalmente en la verificación de los asentamientos máximos que puede generarse mediante la construcción de los gaviones se verifico que no son más de 1.0 centímetros que se pueden presentar los cuales son muy inferiores a los máximos establecidos por la NSR-10 en el capítulo H.4.9.2.

11.4 PROTECCIÓN CONTRA SOCAVACIÓN LATERAL Y DE FONDO

Como elemento de protección ante los efectos de socavación lateral y de fondo, se recomienda implementar un dentellón en concreto ciclópeo de 2.0m de altura y 1.50m de ancho. Adicionalmente, este dentellón mejora el factor de seguridad a deslizamiento para el escenario de diseño.

11.5 RECOMENDACIONES GENERALES

- Deberá ser enterrado mínimo a una profundidad de 1.0 metro del nivel actual del terreno y la cara expuesta deberá ser protegido por medio de un recubrimiento en concreto de 12.5cm de espesor. La estructura proyectada, no presenta problemas de estabilidad local ni global, los factores de seguridad por Volteo, Deslizamiento y Falla por capacidad de carga son Admisibles.
- Para garantizar el funcionamiento del muro de contención en gavión, se recomienda retirar los suelos transportados de basuras y escombros, con el fin de que el muro en gavión se construya sobre suelo competente.

- Se recomienda la instalación y monitoreo con mojones, esto con el objetivo de verificar la estabilidad de las obras, estos monitoreos deben realizarse por lo menos una vez a la semana.
- Se debe garantizar que la cimentación del gavión se realice sobre aluvial, en dado caso que se encuentre saturado, es recomendable retirar este material y hacer un replanteo bien compactado con material de préstamo.
- Para alcanzar el nivel de cimentación se recomienda realizar taludes de cortes con pendiente 1.0H:1.0V en material de relleno y 0.5H:1.0V en suelos aluviales, una vez alcanzado el nivel de cimentación se debe re-compactar la subrasante a mínimo 90% del proctor modificado.
- Se recomienda que durante el proceso de instalación de las cimentaciones se debe hacer un seguimiento por parte de una persona idónea, para verificar la presencia o continuidad de los rellenos y aprobar los horizontes adecuados de la cimentación.
- Los materiales de gaviones deben cumplir con la norma 681-13 de las Especificaciones Generales de Construcción de carreteras del INVIAS. Se recomienda utilizar malla electrosoldada y/o triple torsión que cumpla con la norma NTE-INEM, elaborada con alambre galvanizado con recubrimiento en zinc de bajo contenido de carbono. Los gaviones deben ser reforzados con diámetros de calibre 12, aberturas de 11*11 cm. La medida debe ser de 200 largo * 100 ancho * 100 alto cm.
- El material de relleno debe estar libre de sustancias deletéreas, de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales, no tendrán características expansivas ni colapsables. Este material debe cumplir los requisitos establecidos en la tabla 610-1 de las Especificaciones Generales de Construcción.

11.6 MANEJO DE NIVELES FREÁTICOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

Se deben implementar pozos de achique o de abatimiento de niveles freáticos, mediante la implementación de tubos de concretos prefabricados ranurados, desde estos pozos se debe bombear las aguas captadas por las zanjas y el pozo, hasta los sistemas de alcantarillado. Se debe garantizar un bombeo continuo para mantener en buenas condiciones las excavaciones.

11.7 LIMITACIONES

Los resultados, conclusiones y recomendaciones fueron obtenidos a partir de los resultados de la exploración de campo y ensayos de laboratorio realizados, visitas de campo y otras actividades relacionadas en capítulos anteriores. En caso de encontrarse condiciones del subsuelo diferentes a las descritas en este informe, en el momento de la construcción de obras

o geometría general del esquema de cortes y rellenos para el área de trabajo, se deberá comunicar al Ingeniero Geotecnista para emitir las observaciones que amerite el caso.

FIRMA DEL ESPECIALISTA

El ingeniero da fe que conoce el sitio y lo ha visitado para efectos de la elaboración del presente estudio.



Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO JAIMES

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA AMBIENTAL

R/L CONSTRUSUELOSDE COLOMBIA S.A.S.

Alcaldía de Bucaramanga	**REVISION DE LA IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD**	CONSTRUOBRAS ISAVAL S.A.S

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA

“INTERVENTORIA A LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACION SECTORES MIRAMANGA, LA INDEPENDENCIA, GAITAN, JOSE ANTONIO GALAN, CLUB GALLINERAL Y CRISTAL BAJO PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PUBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA SANTANDER”

CALLE 32 No. 25-50 TORRE C OFICINA 602
BUCARAMANGA, SANTANDER

REVISION DE LA IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD

INTRODUCCION

En el marco de la presente intervención, nos complace presentar esta revisión detallada de la documentación predial relacionada con los Contratos 74 y 75 de 2023. Estos contratos tienen como objetivo la realización de estudios y diseños para las obras de mitigación en varios sectores, como Miramanga, La Independencia, Gaitán, José Antonio Galán, Club Gallineral y Cristal Bajo, en respuesta a la declaratoria de calamidad pública emitida por el Municipio de Bucaramanga, Santander.

En particular, en esta revisión, centraremos nuestra atención en el Ítem 8, que corresponde a la Identificación Predial con ID 8.1. La actividad que será objeto de análisis exhaustivo es la "Recolección, análisis e interpretación de los documentos de propiedad de las construcciones del área de estudio, diagnóstico predial y catastral."

Esta actividad es de suma importancia, ya que garantiza la obtención de información precisa y actualizada sobre la propiedad de las construcciones en las áreas afectadas por la calamidad pública. La correcta identificación predial es esencial para la planificación y ejecución efectiva de las obras de mitigación.

A lo largo de esta revisión, examinaremos minuciosamente los procedimientos y resultados relacionados con la identificación predial en los contratos mencionados, asegurándonos de que se cumplan los estándares de calidad y precisión requeridos. Nuestra misión como interventoría es garantizar la transparencia, la legalidad y la eficacia en la ejecución de estos proyectos de mitigación para el beneficio de la comunidad y el municipio en su conjunto.

Alcaldía de Bucaramanga	**REVISION DE LA IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD**	CONSTRUOBRAS ISAVAL S.A.S

REVISION DEL CONTRATO 74 DEL 19 DE ABRIL DE 2023.

CONTRATO 74 DE 2023.

CONTRATO No.:				74 DEL 19 DE ABRIL DE 2023		
OBJETO:				"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LAS OBRAS DE MITIGACIÓN SECTORES MIRAMANGA, LA INDEPENDENCIA, GAITÁN PRODUCTO DE LA DECLARATORIA DE CALAMIDAD PÚBLICA DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER"		
VALOR INICIAL:				$ 915.854.940,00		
PLAZO INICIAL:				DOS (2) MESES		
CONTRATISTA				CONSORCIO ESTUDIOS BUCARAMANGA		
INTERVENTORÍA:				CONSTRUOBRAS ISAVAL S.A.S.		
SUPERVISOR DEL CONTRATO:				PEDRO ALONSO BALLESTEROS MIRANDA		
FECHA DE INICIACIÓN:				8 DE MAYO DE 2023		
ACTA DE SUSPENSIÓN	**Nº1**			**NA**	**NA**	**NA**
ACTA DE REINICIACIÓN	**Nº1**			**NA**	**NA**	**NA**
FECHA DE TERMINACIÓN:				7 DE JULIO DE 2023		
MUNICIPIO:				BUCARAMANGA, SANTANDER		
OFICINA GESTORA:				SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA		

REVISION DE LA IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD

SECTOR MIRAMANGA

PREDIO DE MAYOR EXTENSION.

REVISION DE LA FICHA PREDIAL			
ITEM	DESCRIPCION	VERIFICACION	
1	Ubicación del inmueble	CUMPLE	NO CUMPLE
2	Áreas y linderos	X	
2	Propietarios, Nit o Cedula, % adquirido	X	
3	Matricula Inmobiliaria	X	
4	Tipo de predio	X	
5	Código Catastral	X	
6	Planos de afectación predial	X	
7	Componente jurídico	X	
8	Avalúo	X	

Detalle de la revisión y contenido:

1. **Ubicación del Inmueble:**

- Departamento y Municipio: Bucaramanga, Santander.
- Vereda: Miramanga II Vereda Retiro Grande.
- Matrícula Inmobiliaria: 300-84204.
- Círculo Registral: Bucaramanga - Santander.
- Código Catastral: 68001000100030794000.
- Tipo de Predio: Rural.

2. **Áreas del Predio:**

- Área y Linderos del Predio según Certificado de Tradición.
- Área según Catastro: 31,229 m².
- Área Requerida: 5,700 m².
- Linderos del Área Requerida: No se proporciona información detallada sobre los linderos del área requerida.

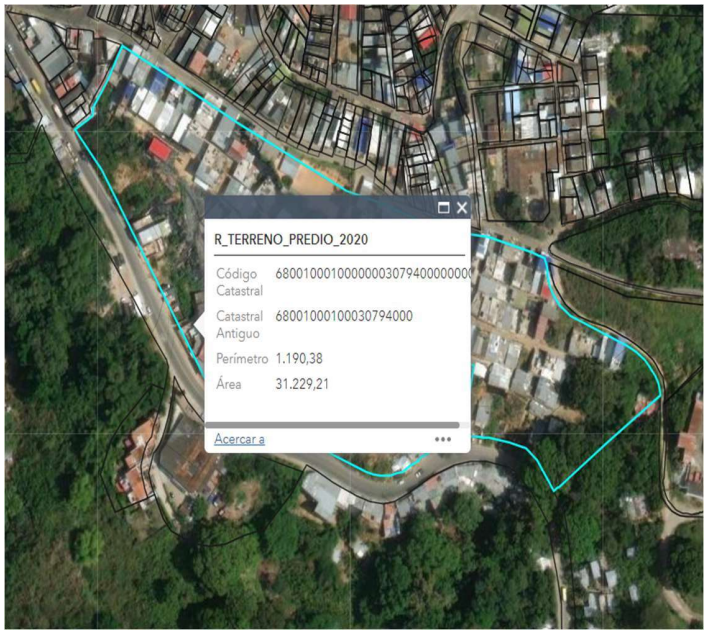
3. **Análisis Jurídico:**

- Trasfondo de la propiedad y transferencias.
- Limitaciones al dominio, incluyendo servidumbres de acueducto y tránsito.
- Medidas cautelares vigentes, como demandas de pertenencia.
- Capacidad y libertad de enajenación, destacando que el bien se encuentra fuera de comercio debido a una oferta de compra de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI).
- Consideraciones Generales del Bien Inmueble de Mayor Extensión: Se menciona que el inmueble es de mayor extensión y se identifican varios códigos catastrales asociados, pero se aclara que la intervención se centra en el área con el código catastral 68001000100030794000.
- Anexos: Se mencionan anexos que incluyen información sobre el estado jurídico del inmueble, datos básicos del certificado de tradición y libertad, matrícula inmobiliaria No. 300-84204 VUR.

En resumen, la información proporcionada se enfoca en la descripción y el análisis de un terreno rural en Bucaramanga, Santander, desde una perspectiva jurídica y de registro, resaltando las transferencias de propiedad, limitaciones legales y medidas cautelares vigentes. También se señala que el terreno está fuera de comercio debido a una oferta de compra de la ANI y se proporcionan anexos con información adicional sobre su estado jurídico.

Alcaldía de Bucaramanga	**REVISION DE LA IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD**	CONSTRUOBRAS ISAVAL S.A.S

FICHA PREDIAL REALIZADA POR EL CONTRATISTA

<table>
<tr><td>1</td><td>UBICACION DEL INMUEBLE:</td><td colspan="4">
</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td>NOMBRES</td><td>TIPO DE DOC.</td><td>No. DOCUMENTO</td><td>% DE LOTE COMPRADO</td></tr>
<tr><td>SOCIEDAD RUEDA CLAUSEN LTDA</td><td>NIT</td><td>8902007463</td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>PROPIETARIO:</td><td>JUNTA DE ACCION COMUNAL DEL BARRIO BUENOS AIRES DE BUCARAMANGA</td><td></td><td></td><td>COMPRAVENTA PARCIAL LOTE DE 1.050 M2</td></tr>
</table>

		PEÑUELA RUEDA PABLO			COMPRAVENTA PARCIAL LOTE DE 6.397 M2.
		ROJAS SANCHEZ ARNULFO	CC	2.010.980	COMPRAVENTA PARCIAL LOTE DE 2000 M2
		CHAPARRO ESPARZA CRISTIAN JOSE y BERNAL MUÑOZ HUGO ERNESTO			COMPRAVENTA PARCIAL LOTE DE 3.200 MTS.2.
		ROJAS SANCHEZ ARNULFO	C C	2.010.980	COMPRAVENTA PARCIAL LOTE DE 25.000.00 MTS. 2
3	**DEPARTAMENTO- MUNICIPIO:**	Bucaramanga – Santander			
4	**VEREDA:**	Miramanga II Vereda Retiro Grande			
5	**MATRÍCULA INMOBILIARIA:**	300-84204			
6	**CIRCULO REGISTRAL:**	Bucaramanga - Santander			
7	**CODIGO CATASTRAL:**	68001000100030794000 68001000100000003079400000000			
8	**TIPO DE PREDIO:**	Rural			
9	**TIPO DE DOCUMENTO ESCRITURA No.**	Consulta en el VUR estado jurídico del inmueble y datos básicos matrícula inmobiliaria 300-84204.			
11	**ÁREAS DEL PREDIO**				

11.1	**ÁREA Y LINDEROS DEL PREDIO SEGÙN CERTIFICADO DE TRADICIÓN:**	Un lote de terreno de unas diez hectáreas (10-hts) con las siguientes construcciones del lote mencionado: **1**. Una casa de dos plantas, edificada en unos ciento cincuenta metros cuadrados (150.00 mts.2.) **2**. Un bloque de dos casas grandes, edificadas en un área de unos doscientos cincuenta metros cuadrados (250.00 mts.2.).**3**. Una casa edificada en unos cien metros cuadrados (100.00 mts 2).- **4**. Dos acueductos cuyas captaciones se hacen en la quebrada de "la Flora" o Buenavista" y pasa por los terrenos que fueron de Federico Ordoñez, señor Chedraui, y que son o fueron de Martin Carvajal y sucesores de José D. Jácome Niz.- dichos acueductos tienen, el uno una tubería de unos novecientos metros (900.00-), desde su captación; y el otro, también desde su captación, unos novecientos cincuenta metros (950.00 mts) de tubería y que linda generalmente así: por el norte, camino del "Alto de los Padres", al medio, con finca "Santa helena", de propiedad de Gilberto García Parra y con la finca de "San Rafael", de propiedad de Martin Carvajal; por el oriente, desde el punto donde existió la casa pajiza que habito Domingo Mejía en el camino del "Alto de los Padres", bajando en dirección sur por un filo o cordón donde se notan todavía los vestigios de un vallado divisorio, hasta llegar a la carretera nacional que conduce a pamplona, lindando con propiedades de José González; por el sur, con la carretera que conduce a pamplona, desde la abscisa k 3-000 hasta el punto donde comienza el lindero sur, del predio denominado retiro grande, o sea, hasta la intersección de dicha carretera en la escalera de adobe cocido llamada "la Escalinata" y desde donde termina el lindero del mismo predio hasta la abscisa k 4-004; y en parte con el predio denominado "Retiro Grande" el cual se halla rodeado por el inmueble que se está alinderando, con excepción de la parte sur que linda con la carretera a pamplona; por el occidente, desde la abscisa k 3-000 de la carretera que conduce a pamplona, línea recta arriba hasta llegar al camino del "Alto de los Padres", con el predio denominado Yotrul, de propiedad de Francisco Álvarez.
11.4	**AREA SEGUN CATASTRO:**	31.229 m2
11.5	**ÁREA REQUERIDA:**	5700 m2

	LINDEROS DEL AREA REQUERIDA:	
12		
13	**ANÁLISIS JURÍDICO:**	
13.1	**TRADICIÓN:**	Los señores ELSA RUEDA CLAUSEN DE VARGAS, EDUARDO RUEDA CLAUSEN, BERTHA CLAUSEN VDA. DE RUEDA y BERTHA RUEDA CLAUSEN DE SERRANO mediante escritura pública No. 567 del 21 de febrero de 1.955 de la notaría 2 de Bucaramanga, transmitió a título de “Aporte” la propiedad del 100% del inmueble de matrícula No. 300- 84204 a la SOCIEDAD RUEDA CLAUSEN LTDA. Registrada en la anotación 1.

13.2	**VENTAS PARCIALES**	La SOCIEDAD RUEDA CLAUSEN LTDA como único dueño realizo las ventas parciales que se relacionan seguidamente, en virtud del artículo 1849 del C.C. • La SOCIEDAD RUEDA CLAUSEN LTDA en escritura pública No. 827 del 30 de marzo de 1989 de la notaría 5 de Bucaramanga, transmitió la propiedad mediante compraventa parcial lote de 1.050 M2 a la JUNTA DE ACCION COMUNAL DEL BARRIO BUENOS AIRES DE BUCARAMANGA. Registrada en la anotación 3. • La SOCIEDAD RUEDA CLAUSEN LTDA en escritura pública No. 3654 del 5 de octubre de 1989 de la notaría 2 de Bucaramanga, transmitió la propiedad mediante compraventa parcial lote de 6.397 M2 a PABLO PEÑUELA RUEDA. Registrada en la anotación 4. • La SOCIEDAD RUEDA CLAUSEN LTDA mediante escritura pública No. 3993 del 1 de noviembre de 1989 de la notaría 2 de Bucaramanga, transmitió la propiedad a título de compraventa parcial lote de 2.000 M2 a ARNULFO ROJAS SANCHEZ. Registrada en la anotación 6. • La SOCIEDAD RUEDA CLAUSEN LTDA en escritura pública No. 6771 del 27 de diciembre de 1990 de la notaría 3 de Bucaramanga, transmitió la propiedad mediante compraventa parcial lote de 3.200 M2 a CRISTIAN JOSE CHAPARRO ESPARZA y HUGO ERNESTO BERNAL MUÑOZ. Registrada en la anotación 7. • La SOCIEDAD RUEDA CLAUSEN LTDA mediante escritura pública No. 4066 del 19 de diciembre de 1991 de la notaría 2 de Bucaramanga, transmitió la propiedad a título de compraventa parcial lote de 25.000 M2 a ARNULFO ROJAS SANCHEZ. Registrada en la anotación 8.

13.3	**LIMITACIONES AL DOMINIO**	• Servidumbre de acueducto pasiva constituida por la SOCIEDAD RUEDA CLAUSEN LTDA mediante escritura 3355 del 17 de noviembre de 1959. Notaria 2 de Bucaramanga. Anotación 2. • Servidumbre pasiva de transito constituida por la SOCIEDAD RUEDA CLAUSEN LTDA mediante escritura 3654 del 5 de octubre de 1989. Notaria 2 de Bucaramanga. Anotación 5.
13.4	**MEDIDAS CAUTELARES VIGENTES**	• Juzgado cuarto civil municipal de Bucaramanga mediante oficio No. 841 del 26 de abril de 2013 registrado el 30 de abril de 2013, radicado 2013-300-6-16714 ordeno la inscripción de la demanda en proceso de pertenencia radicado 2013-274, adelantadora por LUZ MARINA PEREA ARGUELLO CC 63334495, contra SOCIENDAD RUEDA CLAUSEN LTDA. Anotación 9. • Juzgado once civil municipal de Bucaramanga mediante oficio No. 1278 del 30 de marzo de 2016 registrado el 6 de abril de 2016, radicado 2016-300-6-13208 ordeno la inscripción de la demanda en proceso de pertenencia radicado 2015-714, adelantadora por MIGUEL ANGEL ESPARZA MONSALVE CC.13.834.965, contra SOCIENDAD RUEDA CLAUSEN LTDA NIT. 890200746. Anotación 10. • Juzgado séptimo civil municipal de Bucaramanga mediante oficio No. 1140 del 21 de junio de 2017 registrado el 27 de junio de 2017, radicado 2017-300-6- 26257 ordeno la inscripción de la demanda en proceso de pertenencia verbal de menor cuantía radicado 2017- 00229-00, adelantadora por MARIA EUGENIA TOLOZA VERA CC 63354977 y WILLIAM BARRIOS MANTILLA CC 91265953 contra SOCIENDAD RUEDA CLAUSEN LTDA NIT. 890200746. Anotación 11. • Juzgado séptimo civil municipal de Bucaramanga mediante oficio No. 1656 del 31 de julio de 2017 registrado

		el 22 de septiembre de 2017 radicación 2017-300-6-39214 ordeno la inscripción de la demanda en proceso ordinario radicado 2015-00317-00, adelantadora por GUSTAVO VILLAMIZAR TORRA CC 91499942 contra SOCIENDAD RUEDA CLAUSEN LTDA. Anotación 12. • La AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA ANI DE CHIA mediante oficio S02003472 del 2018-03-02, registrado el 20 de noviembre de 2018 radicación: 2018- 300-6-45934, ordeno la inscripción de oferta de compra en bien rural, de AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA -ANI- NIT: 830125996-9 a SOCIEDAD RUEDA CLAUSEN LTDA NIT: 890200746-3. Anotación 13.
13.5	**CAPACIDAD Y LIBERTAD DE ENAJENACIÓN.**	En atención a que obra en el certificado de instrumentos públicos la anotación 13 que trata de la inscripción de oferta de compra en bien rural emitida por la AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA -ANI- NIT: 830125996-9 el bien se encuentra fuera de comercio, por lo tanto no es viable realizar negocio de compraventa con los propietarios. Lo anterior en virtud del inciso final del artículo 8 de la ley 1882 de 2018 que modifica el artículo 22 de la Ley 1682 de 2013. Lo procedente es que la Alcaldía adelante los trámites administrativos ante la ANI y las demás entidades donde curse el proceso de expropiación administrativa o judicial correspondiente.

		En cuanto a las medidas de inscripción de demanda esta no limita la comercialización del inmueble, como claramente lo señala el inciso segundo del artículo 591 del CGP.
14	**CONSIDERACIONES GENERALES DEL BIEN INMUEBLE DE MAYOR EXTENSIÓN**	• El bien inmueble identificado con matrícula inmobiliaria 300-84204 es un predio de mayor extensión, del cual se derivaron los inmuebles identificados así: o 300-167853 o 300-167986 o 300-188727 o 300-163600 o 300-178845 Aclarando que el consorcio al realizar los respectivos estudios de polígono identifico que únicamente se intervendrá el área del bien inmueble con código catastral 68001000100030794000, que corresponde al bien inmueble identificado con matrícula inmobiliaria 300-188727.
15	**ANEXOS**	• Estado jurídico del inmueble matricula inmobiliaria No. 300-84204 VUR • Datos Básicos - Certificado de Tradición y Libertad matricula inmobiliaria No. 300-84204 VUR

REVISION DE LA IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD

SECTOR MIRAMANGA

PREDIO DERIVADO.

1. **Ubicación del Inmueble Derivado:**

- Municipio de Bucaramanga.
- Área del predio: 2,600 m².

2. **Propietarios y cuotas compradas:**

Se presenta la ficha realizada por le contratista.

FICHA TECNICA DEL PREDIO DERIVADO

1	**UBICACION DEL INMUEBLE:**				
2	**PROPIETARIO:**	**NOMBRES**	**TIPO DE DOC.**	**No. DOCUMENTO**	**% DE CUOTA COMPRADO**
		ROJAS SANCHEZ ARNULFO	CC	2.010.980	
		MUNICIPIO DE BUCARAMANGA			2.600 m2 predio
		CELIS ROJAS IRMA CELIS ROJAS	C.C	63.533.128 63.449.383	3.21%

		NANCY			
		BOHORQUEZ RODRIGUEZ CARMEN CECILIA	C.C	63.500.756	3.21%
		ROJAS MONROY WILFER OCTAVIO ROJAS DE SANDOVAL	C.C	13.743.378 63.306.980	0.1867%
		MERY			
		MORENO TORRA MARIA NEILA CAPACHO MORENO GLORIA ISABEL	C.C	37.725.200 1.094.682.093	0.312%
		HINCAPIE MORENO LIANY LUCIA	C.C	37.510.875	0.27%
		RANGEL ROBAYO ANA LYDIA	C.C	37.747.064	0.28%
		ROJAS MONROY WILFER OCTAVIO GUTIERREZ ROJAS MARY LUZ	C.C	13.743.378 63.538.453	1.071%
		SALAZAR LEAL ZULEMA DELGADO LIZARAZO LUIS ENRIQUE	C.C	7.726.904 91.282.009	0.3214%
		GAMBOA		91.266.409	0.375%

		AMAYA HNERY	C.C		
		BARAJAS TORRES MARINA	C.C	37.826.999	0.268%
		RIVERA JAIMES HERNANDO	CC	13.813.802	3.21%
		ROJAS SOLANO MARIA EUGENIA ROJAS DE SANDOVAL MERY ROJAS SOLANO MIGUEL ANGEL	C.C	60.327.808 63.306.980 91.485.853 28.164.106	0.0402%
		SOLANO DE ROJAS FLORINDA			
		DIAZ CHACON WILLIAM OLARTE ROBAYO MARTHA DORAIDA OLARTE WILSON	C.C	1.098.624.866 63.519.086 13.655.020	0.321 %
		MEZA BARRIOS YULY ANDREA	C.C	1.098.725.810	0.156%
		CONDE ROJAS MYRIAM	C.C	63.526.657	0.321%
		DURAN NERGIDA ROSA	C.C	37.329.018	0.526%
		RUEDA DIAZ LUIS GONZALO	C.C	91.257.629	0.643%
		PRADA VARGAS ZULMA LICETH RUIZ SUAREZ HORACIO	C.C	1.102.719.916 91.043.848	0.643 %

		MANOSALVA CLARO JOHAN EXCEL	C.C	1.065.570.025	0.268%
		BOLIVAR SAYAGO MARIA CECILIA MEDINA BLANCO MARCO TULIO	C.C	63.497.173 13.921.840	0.348%
		CASTELLANOS GAMBOA WILSON	C.C	1.098.637.151	0.321%
		ANGARITA BLANCO OCTAVIO JURADO DE	C.C	5.733.857 28.357.096	0.321%
		ANGARITA AURA			
		MANTILLA PEÑA MARIA EUGENIA MENDEZ MANTILLA FAVIO MENDEZ OMAR	C.C	63.275.383 91.507.970 13.838.382	0.321%
		RUEDA DIAZ LUIS GONZALO	C.C	91.257.629	0.321%
		CASTAÑEDA GARCIA ORLANDO DE JESUS	C.C	71.082.442	0.321%
		ARCINIEGAS ESTUPINAN ERIKA PAOLA ARCINIEGAS		1.098.728.560 1.095.926.025	0.536%

		ESTUPINAN NORIDA YORNEY ARCINIEGAS ESTUPINAN YULIETH	C.C C.C	1.095.920.377	
		CONDE ROJAS OLIVO	C.C	91.524.652	0.375%
		ACERES HERNANDEZ LAURA MONSALVE ROJAS GUILLERMO	C.C	63.512.698 91.256.515	0.1605% 0.1605%
		VELANDIA URBINA ELIZABETH	C.C	60.325.404	0.268%
		JAIMES DELGADO ALBEIRO	C.C	5.613.883	0.268%
		HERRERA CRISTANCHO SEBASTIAN JAIMES VELANDIA ROSA TULIA	C.C	5.777.703 63.274.631	0.1605% 0.1605%
		ALVAREZ GUTIERREZ EVANGELINA	C.C	37.831.160	0.321%
		ESPINEL REATIGA NELSON RODRIGUEZ	C.C	1.098.635.781 1.095.795.867	0.2835% 0.2835%

		DELGADO CLAUDIA PATRICIA			
		FLOREZ GUTIERREZ MARY	C.C	63.304.424	0.321%
		GALLARDO PEREZ OLGA PATRICIA MONTESINOS CHIQUILLO EDELSO	C.C	37.843.399 12.503.387	0.134% 0.134%
		GONZALEZ SANCHEZ PAULA ANDREA	C.C	37.748.431	0.321%
		HUERFANO DAZA NUBIA YANET	C.C	20.391.569	0.375%
		OSMA DE ROBLES LUZ MARINA ROBLES OSMA LUZ MARINA	C.C C.C	28.333.698 1.098.611.092	0.134% 0.134%
		QUINTERO CABALLERO AGUSTIN	C.C	13.815.892	0.321%
		ESPITIA	C.C	1.098.761.454	0.107%
		QUINTERO JULIAN ANDRES ESPITIA QUINTERO LADY YULIANA ESPITIA QUINTERO YURANY		1.095.832.885 1.098.734.163	0.107% 0.107%

		MARCELA			
		QUINTERO RUEDA TERESA	CC	63.490.965	0.1605%
		SEDANO CORREDOR KEVIN JULIAN	TI	99.062.903.402	0.1605%
		LOPEZ CASTILLO ANDRES ORLANDO	C.C	1.090.409.172	0.321%
		AVENDANO ROPERO YOHANA	C.C	1.007.369.767	0.321%
		PEREZ PORTILLA ELIDA	C.C	63.346.044	0.268%
		MANTILLA OSORIO OSCAR ARMANDO	C.C	91.355.630	0.134%
		REYES GAMBOA JOHANNA KARINA		63.532.384	0.134%
		MORENO DE PORTILLA EMMA	C.C	28.456.099	0.321%
		CONDE LAGUADO ANTONIA	C.C	1.098.639.841	0.321%
		CARRENO ARENGAS SAIDA PATRICIA	C.C	63.557.762	0.1605%
				13.747.622	0.1605%
		GOMEZ FLOREZ RAMON - ART. 1506			
		VEGA PARADA		27.651.891	0.375%

		DORIS	C.C		
		FLOREZ JUSTA	C.C	28.452.489	0.1605%
		MEZA BARRIOS EDUARD JAVIER	C.C	1.098.635.457	0.156%
		ROBLES OSMA ELBA ROBLES OSMA ROSA MARIA	C.C	63.524.609 37.841.705	0.1605% 0.1605%
		MARTINEZ ANTELIZ MARIO ALONSO	C.C	13.833.006	0.348%
		PEREZ BRETON SANDRA MILENA	C.C	63.536.265	0.279%
		JAIMES DELGADO AMADEO JAIMES DELGADO CARMENZA	C.C	13.718.446 63.351.304	0.321%
		PARRA ORDUZ MARIA MARGARITA	C.C	37.810.576	0.295%
		CAPACHO HERNANDEZ OSCAR MAURICIO ART. 1506	C.C	1.094.241.894	0.6964%
		PORTILLA FLOREZ LUIS ERNESTO	C.C	91.206.579	0.3125%
		BLANCO ORTEGA CANDIDA	C.C	63.358.360	0.3214%
		MANOSALVA		1.098.678.381	0.348%

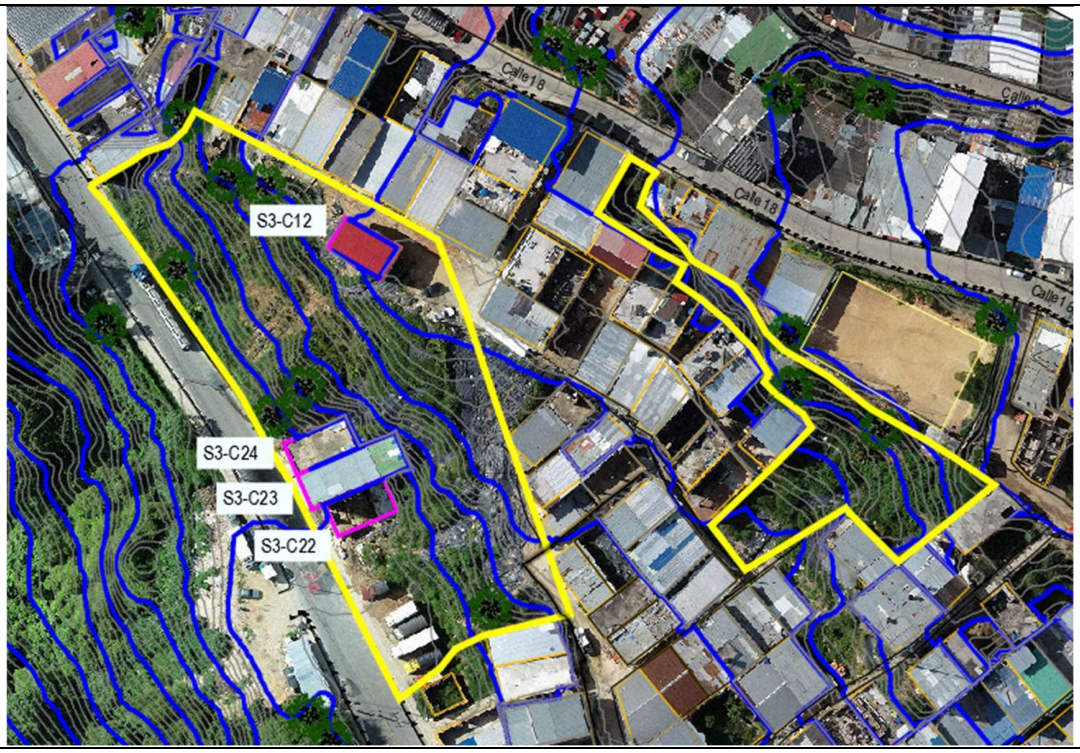
		CLARO KATHERINE ELENA	C.C		
		MARTINEZ ROJAS LUZ ESTELLA	C.C	63.356.026	0.268%
		CASTELLANOS GALVIS RAUL	C.C	13.720.104	0.3214%
		VILLAMIZAR ESPERANZA	C.C	63.489.934	0.3214%
		VELANDIA OCHOA JOSE LUIS	C.C	1.098.611.493	0.3214%
		GRANADOS FONSECA JOSE NATALIO	C.C	88.164.254	0.3214%
		GRANADOS FONSECA MARLENY	C.C	27.686.303	0.3214%
		GRANADOS FONSECA MARLENY	C.C	27.686.303	0.3214%
		GRANADOS FONSECA MARLENY	C.C	27.686.303	0.3214%
		GRANADOS FONSECA MARLENY	C.C	27.686.303	0.3214%
		GRANADOS FONSECA MARLENY	C.C	27.686.303	0.3214%
		ARDILA GONZALEZ JHON ESTEBAN	C.C	1.098.677.615	0.3214%
		FLOREZ FLOREZ DAVID	C.C	1.094.266.813	0.321%
		PARRA NAVARRO LEYDY VIVIANA	C.C	63.550.230	0.3214%

		CASTELLANOS BASTO ALIX	C.C	1.098.220.600	0.3214%
		ROJAS BARRIOS ISABEL	C.C	27.847.458	0.3214%
		CHANAGA RODRIGUEZ ROSALBINA	C.C	1.098.684.381	0.3482%
		ESPINEL REATIGA JAVIER		1.098.221.174	
		MENDEZ VILLAMIZAR ANA LUDY	C.C	63.531.304	0.321%
		CONDE ROJAS LEONOR ROJAS DE CONDE SILVIA	C.C	37.748.548 27.846.831	0.3712% 0.16%
		RODRIGUEZ BARRIOS ERIKA PAOLA	C.C	1.098.696.010	0.321%
		ROJAS DE VILLAMIZAR CARMEN ALICIA VILLAMIZAR VILLAMIZAR LUIS ERNESTO	C.C	37.822.871 13.832.750	0.348%
		FONSECA BARAJAS IVONEC	C.C	63.517.631	0.268%
		ROJAS GUTIERREZ MARIO	C.C	91.234.141	0.3214 %

		ESPINEL REATIGA NELSON RODRIGUEZ DELGADO CLAUDIA PATRICIA	C.C	1.098.635.781 1.095.795.867	0.562%
		PATIÑO MATEUS MARIA ISMENIA	C.C	28.414.205	0.312%
		GELVES PEREZ MARIA ALEJANDRA	C.C	1.099.373.419	0.268%
		MONTAÑA GOMEZ ELIANA	C.C	1.098.774.930	
		MARCELA MONTAÑA GOMEZ ELIZABETH VASQUEZ DUARTE LUIS MIGUEL		1.100.893.031 1.098.705.709	0.268%
		CAPACHO CASTELLANOS CECILIA	C.C	63.497.184	0.145%
		PEREZ BARRIOS LUCERO	C.C	63.481.704	0.375%
		CASTAÑEDA GARCIA ORLANDO DE JESUS	C.C	71.082.442	0.268%
		ALARCON CONDE RONALD JAVIER	C.C	1.005.334.964	0.89%

		GONZALEZ PEREZ JAKELINE	C.C	63.352.157	0.0967%
		PEREZ DE GONZALEZ CECILIA	C.C	37.794.507	0.0483%
		RAMIREZ HERNANDEZ VICTOR MANUEL	C.C	91.248.940	0.321%
		VELANDIA RAMIREZ JOSE JOVINIANO	C.C	13.847.187	0.321%
		GARCIA HERNANDEZ CLAUDIA PATRICIA	C.C	23.501.688	0.963%
		GALVIS CALDERON FLORENTINO	C.C	13.351.037	0.321%
		CARRILLO RIOS YOLY MILENA	C.C	37.510.407	
		GONZALEZ RODRIGUEZ ANTONIO		91.294.513	0.375%
		FLOREZ DELGADO MANUEL NORBERTO VILLAMIZAR REATIGA CARMEN ROSA	C.C	1.098.700.137 1.098.220.401	0.1605%
		JIMENEZ POLO YESENIA MARGARITA	C.C	44.151.020	0.321%
		GOMEZ TORRA ANGIE PAOLA	C.C	1.098.764.271	0.0933%

		QUINTANA GUTIERREZ GRACIELA	C.C	63.363.058	0.1607%
		RIAÑO RIAÑO CARMEN ESPERANZA	C.C	37.556.821	0.148%
3	**DEPARTAMENTO-MUNICIPIO:**	Bucaramanga - Santander			
4	**VEREDA:**	Miramanga II vda retiro grande			
5	**MATRÍCULA INMOBILIARIA:**	300-188727			
6	**CIRCULO REGISTRAL:**	Bucaramanga - Santander			
7	**CODIGO CATASTRAL:**	68001000100030794000 68001000100000003079400000000			
8	**TIPO DE PREDIO:**	Rural			
9	**TIPO DE DOCUMENTO O ESCRITURA No.**	Consulta en el VUR datos básicos matrícula inmobiliaria 300- 188727. Certificado de instrumentos públicos matrícula inmobiliaria 300-188727 (consultado 06-07-2023) Escritura No. 4066 del 19 de febrero de 1.991 notaria 2 de Bucaramanga.			
11	**ÁREAS DEL PREDIO**				
		Se encuentran consignados en la escritura # 4066 de 19-12-91,			
11.1	**ÁREA DEL PREDIO SEGÙN CERTIFICADO DE TRADICIÓN:**	notaria 2. de Bucaramanga. (Se adjunta apartes de la escritura). Lote de terreno, con área de 25.000.00 mts2 según escritura 3444 de 30-11-06, lote de terreno saldo, área: 22.400 m2 y linderos, notaria 10 de Bucaramanga.			
11.4	**AREA SEGUN CATASTRO:**	31.229 m2			
11.5	**AREA REQUERIDA:**	5700 m2			
	LINDEROS DEL AREA REQUERIDA:				

12	

13	**ANALISIS JURIDICO:**	
13.1	**TRADICIÓN:**	• Mediante Escritura Publica No. 4066 del 19 de diciembre de 1.991 de la notaria 2 de Bucaramanga la empresa RUEDA CLAUSEN LTDA vendió la totalidad del inmueble a ARNULFO ROJAS SANCHEZ, del cual posteriormente realizo la venta parcial del lote de 2.600 MTS2 a la ALCALDIA MUNICIPAL DE BUCARAMANGA, mediante escritura pública No. 430 del 24 de febrero de 1.995 de la Notaria octava de Bucaramanga. Del saldo del lote de propiedad de ARNULFO ROJAS SANCHEZ se realizaron venta de derechos de cuotas, que corresponde a los propietarios que se señalan en el primer ítem.

13.2	**HISTORIA DEL INMUEBLE**	• El inmueble de matrícula 300-188727 es un bien derivado del bien de mayor extensión identificado con matrícula inmobiliaria No. 300-84204.
13.3	**VENTAS DE CUOTA**	• ARNULFO ROJAS SANCHEZ siendo dueño en común y proindiviso del bien inmueble identificado con matrícula No.300-188727 ha traslado la mayor parte de la propiedad por porcentajes a título de "Compraventa de Derechos de Cuotas" con fundamento en los artículos 2322, 2323, 2340 y 1401 del Código Civil. Se aclara que ARNULFO a la fecha conserva un porcentaje de su propiedad, así mismo, la ALCALDIA MUNICIPAL DE BUCARAMANGA aún es propietario de la totalidad del lote de 2.600 MTS2.
13.4	**GRAVÁMENES, LIMITACIONES AL DOMINIO O MEDIDAS CAUTELARES VIGENTES**	**<u>GRAVAMENES HIPOTECAS ABIERTAS SIN CUANTIA</u>** • Mediante escritura pública 3362 del 23-06-2015 notaria séptima de Bucaramanga NUBIA YANET HUERFANO DAZA CC 20.391.569 hipoteco los derechos de la cuota de su propiedad 0.375% a EDELMIRA VILLAMIZAR CC 63.276.985 (Anotación 77). En escritura pública No. 5496 del 15-09-2016 de la notaría séptima de Bucaramanga, GALVIS RAUL CASTELLANOS CC. 13.720.104 le hipoteca los derechos de cuota de su propiedad 0.3214%. a ARNULFO ROJAS SANCHEZ CC. 2.010.980 (Anotación 109) • Mediante escritura 6715 del 09-11-2016 notaria séptima de Bucaramanga JOSE NATALIO GRANADOS FONSECA CC. 88.164.254 hipoteco los derechos de cuota 0.3214% a ARNULFO

ROJAS SANCHEZ ARNULFO C.C. 2.010.980 (Anotación 114).

- Mediante escritura No. 7504 del 28-12-2018 notaria séptima de Bucaramanga MYRIAM CONDE ROJAS CC. 63.526.657 hipoteco derechos de cuota 0.321% a GUSTAVO MUÑOZ ARGUELLO CC 13.840.017 (Anotación 144).
- Mediante escritura N0. 1680 del 10-04-2019 de la notaría séptima de Bucaramanga IRMA CELIS ROJAS CC. 63.533.128 hipoteco el derecho de cuota de su propiedad 3.21% a DEISY MABEL GUERRERO RAMIREZ CC 63.553.250 (Anotación 145).

MEDIDAS CAUTELARES

- Juzgado séptimo civil municipal de Bucaramanga mediante oficio No. 1139 del 21 de junio de 2017 registrado el 27 de junio de 2017 radicación 2017-300-6-26256, ordeno la inscripción de la demanda en proceso de pertenencia radicado 680014003007-2017-00229-00, adelantado por WILLIAM BARRIOS MANTILLA CC 91.265.953 y MARIA EUGENIA TOLOZA VERA CC 63.354.977 contra ARNULFO ROJAS SANCHEZ CC. 2.010.980 y SOCIEDAD RUEDA CLAUSEN LTDA NIT# 8902007463. (Anotación 131).
- Juzgado veintiocho civil municipal de Bucaramanga mediante oficio No. 5598 del 12 de febrero de 2018 registrado el 13 de febrero de 2018 radicación 2018- 300-6-5338, ordeno la inscripción del embargo ejecutivo con acción real radicado 680014003028- 2018-00012-00, demandante: EDELMIRA VILLAMIZAR CC. 63.276.985, demandado: NUBIA YANET HUERFANO DAZA CC. 20.391.569, que corresponde al 0.375%. del derecho de cuota (anotación 136)

		• Juzgado diecisiete civil municipal de Bucaramanga mediante oficio No. 2415 del 6 de julio de 2018 registrado el 12 de julio de 2018 radicación 2018- 300-6-26624, ordeno el embargo ejecutivo de cuota radicado 2018-00396-00, demandante: EDUARDO JAVIER MEZA BARRIOS CC. 1.098.635.457, demandado: MERY ROJAS DE SANDOVAL CC. 63.306.980. (anotación 140). **LIMITACIONES AL DOMINIO:** • La ALCALDIA MUNICIPAL DE BUCARMANGA mediante oficio SP. 788 de fecha 4 de mayo de 2022, registrado el 19 de mayo de 2022 radicación: 2022-300-6-19688, ordeno suspender la inscripción y/o anotaciones de ventas de derecho de cuota parte, loteo, división material y desenglobe. (anotación 162). • Corresponde a todas las ventas de derechos de cuota identificadas en el numeral 2 de la presente ficha.
13.5	**CAPACIDAD Y LIBERTAD DE ENAJENACIÓN.**	notaría séptima de Bucaramanga, GALVIS RAUL CASTELLANOS CC. 13.720.104 le hipoteca los derechos de cuota de su propiedad 0.3214%. a ARNULFO ROJAS SANCHEZ CC. 2.010.980 (Anotación 109) • Mediante escritura 6715 del 09-11-2016 notaria séptima de Bucaramanga JOSE NATALIO GRANADOS FONSECA CC. 88.164.254 hipoteco los derechos de cuota 0.3214% a ARNULFO ROJAS SANCHEZ ARNULFO C.C. 2.010.980 (Anotación 114). • Mediante escritura No. 7504 del 28-12-2018 notaria séptima de Bucaramanga MYRIAM CONDE ROJAS CC. 63.526.657 hipoteco derechos de cuota 0.321% a GUSTAVO MUÑOZ ARGUELLO

		CC 13.840.017 (Anotación 144). • Mediante escritura N0. 1680 del 10-04-2019 de la notaría séptima de Bucaramanga IRMA CELIS ROJAS CC. 63.533.128 hipoteco el derecho de cuota de su propiedad 3.21% a DEISY MABEL GUERRERO RAMIREZ CC 63.553.250 (Anotación 145). **MEDIDAS CAUTELARES** • Juzgado séptimo civil municipal de Bucaramanga mediante oficio No. 1139 del 21 de junio de 2017 registrado el 27 de junio de 2017 radicación 2017-300-6-26256, ordeno la inscripción de la demanda en proceso de pertenencia radicado 680014003007-2017-00229-00, adelantado por WILLIAM BARRIOS MANTILLA CC 91.265.953 y MARIA EUGENIA TOLOZA VERA CC 63.354.977 contra ARNULFO ROJAS SANCHEZ CC. 2.010.980 y SOCIEDAD RUEDA CLAUSEN LTDA NIT# 8902007463. (Anotación 131). • Juzgado veintiocho civil municipal de Bucaramanga mediante oficio No. 5598 del 12 de febrero de 2018 registrado el 13 de febrero de 2018 radicación 2018- 300-6-5338, ordeno la inscripción del embargo ejecutivo con acción real radicado 680014003028- 2018-00012-00, demandante: EDELMIRA VILLAMIZAR CC. 63.276.985, demandado: NUBIA YANET HUERFANO DAZA CC. 20.391.569, que corresponde al 0.375%. del derecho de cuota (anotación 136) • Juzgado diecisiete civil municipal de Bucaramanga mediante oficio No. 2415 del 6 de julio de 2018 registrado el 12 de julio de 2018 radicación 2018- 300-6-26624, ordeno el embargo ejecutivo de cuota radicado 2018-00396-00, demandante: EDUARDO JAVIER MEZA BARRIOS CC. 1.098.635.457, demandado:

		MERY ROJAS DE SANDOVAL CC. 63.306.980. (anotación 140). **LIMITACIONES AL DOMINIO:** • La ALCALDIA MUNICIPAL DE BUCARMANGA mediante oficio SP. 788 de fecha 4 de mayo de 2022, registrado el 19 de mayo de 2022 radicación: 2022-300-6-19688, ordeno suspender la inscripción y/o anotaciones de ventas de derecho de cuota parte, loteo, división material y desenglobe. (anotación 162). • Corresponde a todas las ventas de derechos de cuota identificadas en el numeral 2 de la presente ficha.
15	**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**	**CONCLUSIONES:** Revisar con la Corporación Autónoma de Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga y la Alcaldía de Bucaramanga la situación jurídica del inmueble en atención a que el predio identificado con matricula No. 300-188727 se encuentra ubicado en el área protegida del Distrito Regional de Manejo Integrado DRMI de Bucaramanga. (oficio de fecha 4 de mayo de 2022 que fue registrado en instrumentos públicos de Bucaramanga anotación 162 ordenando suspender la inscripción y/o anotación de ventas de derecho de cuota parte, loteo, división material y desenglobe).

16	**ANEXOS**	• Consulta en el VUR datos básicos matrícula inmobiliaria 300-188727. • Certificado de instrumentos públicos matrícula inmobiliaria 300-188727 (consultado 06-07-2023). • Apartes escritura No. 4066 del 19 de febrero de 1.991 notaria 2 de Bucaramanga. • Primera hoja del oficio de fecha 4 de mayo de 2022 por medio del cual la ALCALDIA MUNICIPAL DE BUCARAMANGA solicita a Instrumentos Públicos la abstención de inscripción o registro de venta. (Anotación 162)

REVISION DEL AVALUO DE LOS PREDIOS.

AREAS POR ADQUIRIR:

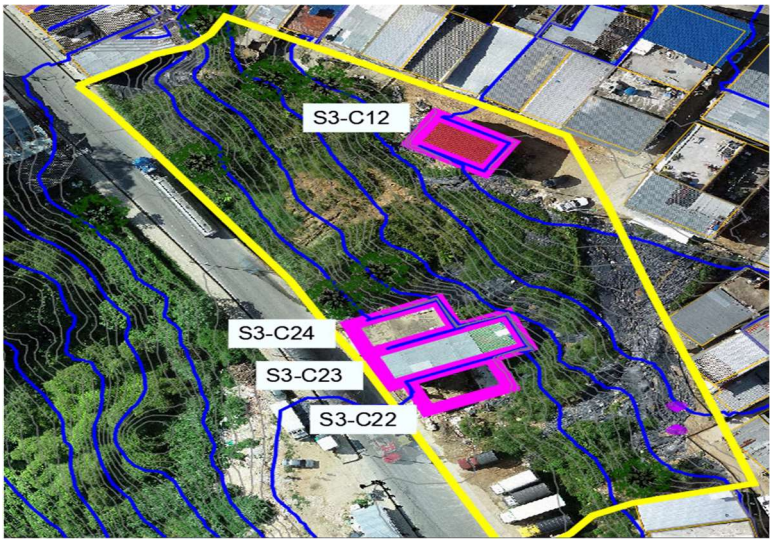
REVISION DEL AVALUO		
FASES CONSTRUCTIVAS	AREAS POR ADQUIRIR	MATRICULA INMOBILIARIA
FASE 1	4200 m2	300-188727
FASE 2	1500 m2	300-188727



FUENTE: CONTRATISTA DE OBRA

VIVIENDAS POR ADQUIRIR:

A continuación, se relaciona la nomenclatura establecida para la identificación de las viviendas, su ficha técnica y el avaluó.



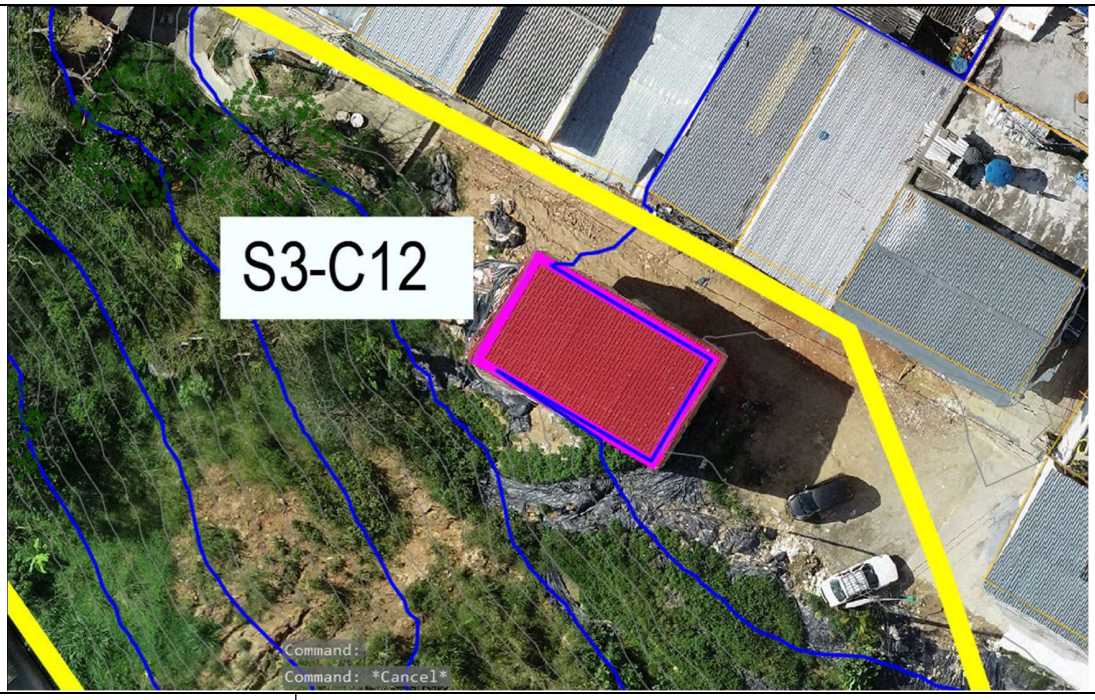
FUENTE: CONTRATISTA DE OBRA

FICHA DEL INMUEBLE PRESENTADA POR EL CONTRATISTA.

1	**IDENTIFICACION DEL INMUEBLE:**	**S3-C12**
		

Alcaldía de Bucaramanga	**REVISION DE LA IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD**	CONSTRUOBRAS ISAVAL S.A.S

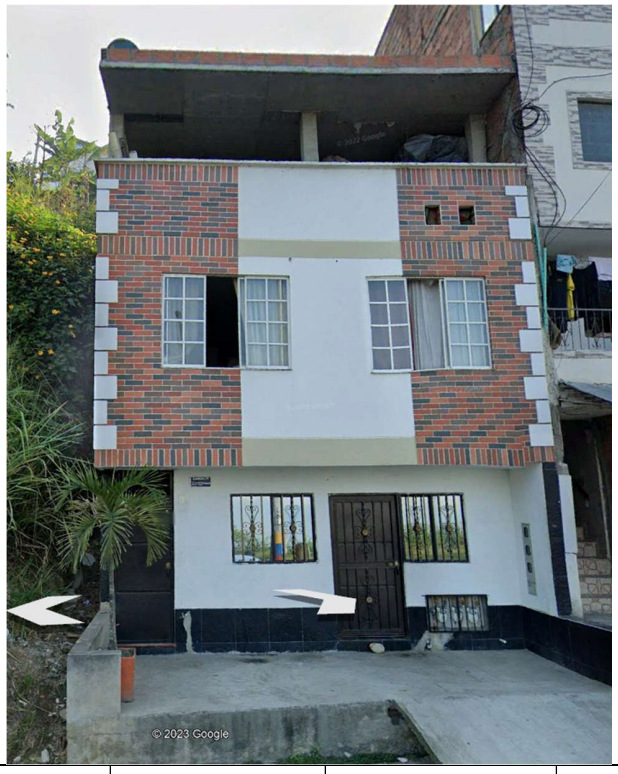
		NOMBRES	**TIPO DE DOC.**	**No. DOCUMENTO**	**% DE CUOTA**
2	**PROPIETARIO:**	CANDIDA BLANCO ORTEGA	C.C	63.358.360	0.3214%
3	**DEPARTAMENTO-MUNICIPIO:**	Bucaramanga - Santander			
4	**VEREDA:**	Miramanga II vda retiro grande			
5	**MATRÍCULA INMOBILIARIA :**	300-188727			
6	**CIRCULO REGISTRAL:**	Bucaramanga - Santander			
7	**CODIGO CATASTRAL:**	68001000100030794000 68001000100000003079400000000			
8	**TIPO DE PREDIO:**	Rural			
9	**TIPO DE DOCUMENTO O ESCRITURA No.**	Escritura pública No. 4318 del 25 de julio de 2016, Notaria séptima de Bucaramanga			
10	**ÁREAS DEL PREDIO**				
10.1	**ÁREA DEL PREDIO SEGÙN CERTIFICADO DE TRADICIÓN:**	0.3214% del 100% del saldo de un lote de terreno con un área de 22400m2			
10.2	**AREA SEGUN CATASTRO:**				
10.3	**ÁREA REQUERIDA:**	72 m2			
	LINDEROS DEL AREA REQUERIDA:				

11		
12	**RECOMENDACIONES**	Se requiere comprar el predio, toda vez que está localizado dentro de la zona de intervención de las obras proyectadas, por lo tanto se debe revisar con la Corporación Autónoma de Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga y la Alcaldía de Bucaramanga la situación jurídica del inmueble, dada la anotación 162 del folio de matrícula. Posteriormente negociar con el propietario.
13	**COSTO DEL PREDIO**	$ 200.000.000

REVISION DE LA IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD

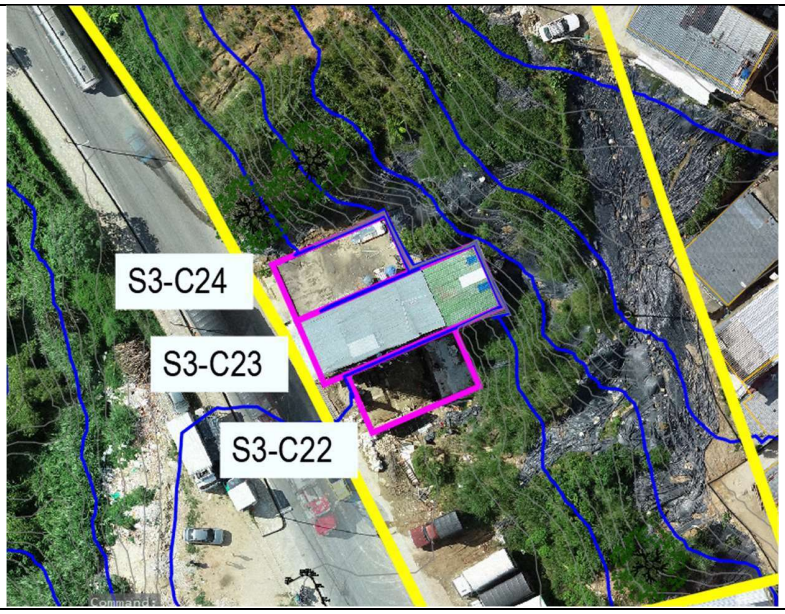
Alcaldía de Bucaramanga

CONSTRUOBRAS ISAVAL S.A.S

1	**IDENTIFICACION DEL INMUEBLE:**	**S3-C24**			
					
2	**PROPIETARIO:**	**NOMBRES**	**TIPO DE DOC.**	**No. DOCUMENTO**	**% DE CUOTA**
		ELBA ROBLES OSMA	C.C	63.524.609	0.1605%
		ROSA MARIA SOBRES OSMA	C.C	37.841.705	0.1605%
3	**DEPARTAMENTO-MUNICIPIO:**	Bucaramanga – Santander			
4	**VEREDA:**	Miramanga II vda retiro grande			
5	**MATRÍCULA INMOBILIARIA:**	300-188727			
6	**CIRCULO REGISTRAL:**	Bucaramanga - Santander			

Alcaldía de Bucaramanga	**REVISION DE LA IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD**	CONSTRUOBRAS ISAVAL S.A.S

7	**CODIGO CATASTRAL:**	68001000100030794000

		680010001000000030794000000000
8	**TIPO DE PREDIO:**	Rural
9	**TIPO DE DOCUMENTO O ESCRITURA No.**	Escritura pública No. 7291 del 11 de diciembre de 2015, notaria séptima de Bucaramanga
10	**AREAS DEL PREDIO**	
10.1	**ÁREA DEL PREDIO SEGÙN CERTIFICADO DE TRADICIÓN:**	0.321% del 100% del saldo de un lote de terreno con un área de 22400m2
10.2	**ÁREA SEGÚN CATASTRO:**	
10.3	**ÁREA REQUERIDA:**	76 m2
11	**LINDEROS DEL AREA REQUERIDA:**	

12	**RECOMENDACIONES**	Se requiere comprar el predio, toda vez que está localizado dentro de la zona de intervención de las obras proyectadas, por lo tanto se debe revisar con la Corporación Autónoma de Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga y la Alcaldía de Bucaramanga la situación jurídica del inmueble, dada la anotación 162 del folio de matrícula. En el predio se identificaron 3 apartamentos en los pisos 1, 2 y 3. Posteriormente negociar con el propietario.
13	**COSTO DEL PREDIO**	$400.000.000

1	**IDENTIFICACION DEL INMUEBLE:**	**S3-C23**			
					
		NOMBRES	**TIPO DE DOC.**	**No. DOCUMENTO**	**% DE CUOTA**

Alcaldía de Bucaramanga	REVISION DE LA IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD	CONSTRUOBRAS ISAVAL S.A.S

2	**PROPIETARIO:**	EMMA MORENO DE PORTILLA	C.C	28.456.099	0.321%
3	**DEPARTAMENTO-MUNICIPIO:**	Bucaramanga - Santander			
4	**VEREDA:**	Miramanga II vda retiro grande			
5	**MATRÍCULA INMOBILIARIA:**	300-188727			
6	**CIRCULO REGISTRAL:**	Bucaramanga - Santander			
7	**CODIGO CATASTRAL:**	68001000100030794000 68001000100000003079400000000			
8	**TIPO DE PREDIO:**	Rural			

9	**TIPO DE DOCUMENTOO ESCRITURA No.**	Escritura pública No. 4403 del 05 de agosto de 2015, notaria séptima de Bucaramanga
10	**AREAS DEL PREDIO**	
10.1	**ÁREA DEL PREDIO SEGÙN CERTIFICADO DE TRADICIÓN:**	0.321% del 100% del saldo de un lote de terreno con un área de 22400m2
10.2	**ÁREA SEGÚNCATASTRO:**	
10.3	**ÁREA REQUERIDA:**	134 m2
	LINDEROS DEL AREA REQUERIDA:	

11		
12	**RECOMENDACIONES**	Se requiere comprar el predio, toda vez que está localizado dentro de la zona de intervención de las obras proyectadas, por lo tanto se debe revisar con la Corporación Autónoma de Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga y la Alcaldía de Bucaramanga la situación jurídica del inmueble, dada la anotación 162 del folio de matrícula. Posteriormente negociar con el propietario. En el predio se identificaron 5 apartamentos en los pisos 1, 2, 3, 4 y 5. Se recibieron documentos de promesa de compraventa de los señores: ANGIE KATHERINA LUNA PORTILLA C.C. 1.098.822.043

		DEYBID DARIO FLOREZ PORTILLA C.C 1.098.750.309 PEDRO PORTILLA MORENO C.C 1.098.617.171 JUAN CARLOS PORTILLA C.C 13.510.662 JOSE ALBEIRO PORTILLA C.C 91.528.633

13	**COSTO DEL PREDIO**	$1.000.000.000

REVISION DE LA IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD

Alcaldía de Bucaramanga

CONSTRUOBRAS ISAVAL S.A.S

TABLA RESUMEN DE LAS AREAS Y PREDIOS POR ADQUIRIR.

AREAS POR ADQUIRIR		
FASES CONSTRUCTIVAS	AREAS POR ADQUIRIR	MATRICULA INMOBILIARIA
FASE 1	4200 m2	300-188727
FASE 2	1500 m2	300-188727

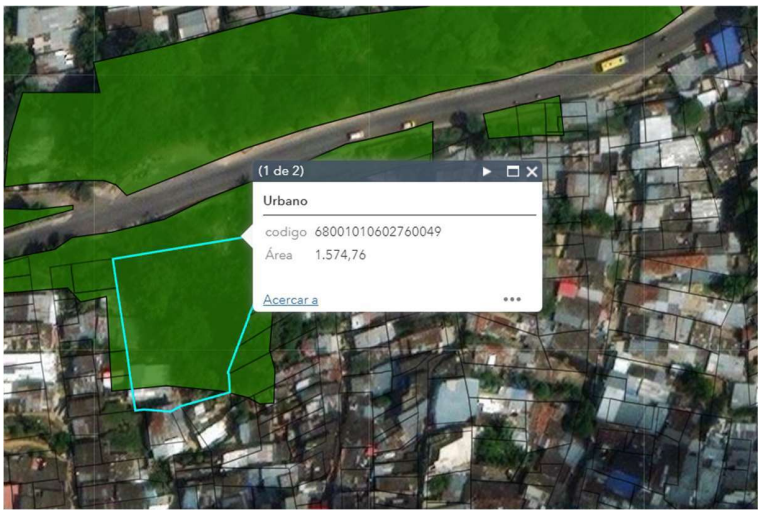
Identificacion	Propietario(s)	Departamento-Municipio	Vereda	Matricula Inmobiliaria	Codigo catastral	Tipo de predio	Escritura No.	Area del predio	Area Requerida	Recomendaciones	Costo del predio
S3-C12	Candida Blanco Ortega (C.C. 63.358.360)	Bucaramanga - Santander	Miramanga II vda retiro grande	300-188727	68001000100030700000.00	Rural	Escritura pública No. 4318	0.3214% del 100% del saldo de un lote de terreno con un área de 22,400 m2	72 m2	Comprar el predio, revisar la situación jurídica con autoridades locales debido a anotación 162 en el folio de matrícula, negociar con el propietario.	$ 200,000,000
S3-C24	Elba Robles Osma (C.C. 63.524.609) y Rosa Maria Sobres Osma (C.C. 37.841.705)	Bucaramanga - Santander	Miramanga II vda retiro grande	300-188727	68001000100030700000.00	Rural	Escritura pública No. 7291	0.321% del 100% del saldo de un lote de terreno con un área de 22,400 m2	76 m2	Comprar el predio, revisar la situación jurídica con autoridades locales debido a anotación 162 en el folio de matrícula, negociar con el propietario. Se identificaron 3 apartamentos.	$ 400,000,000
S3-C23	Emma Moreno de Portilla (C.C. 28.456.099)	Bucaramanga - Santander	Miramanga II vda retiro grande	300-188727	68001000100030700000.00	Rural	Escritura pública No. 4403	0.321% del 100% del saldo de un lote de terreno con un área de 22,400 m2	134 m2	Comprar el predio, revisar la situación jurídica con autoridades locales debido a anotación 162 en el folio de matrícula, negociar con el propietario. Se identificaron 5 apartamentos.	$ 1,000,000,000

REVISION DE LA IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD

SECTOR LA INDEPENDENCIA

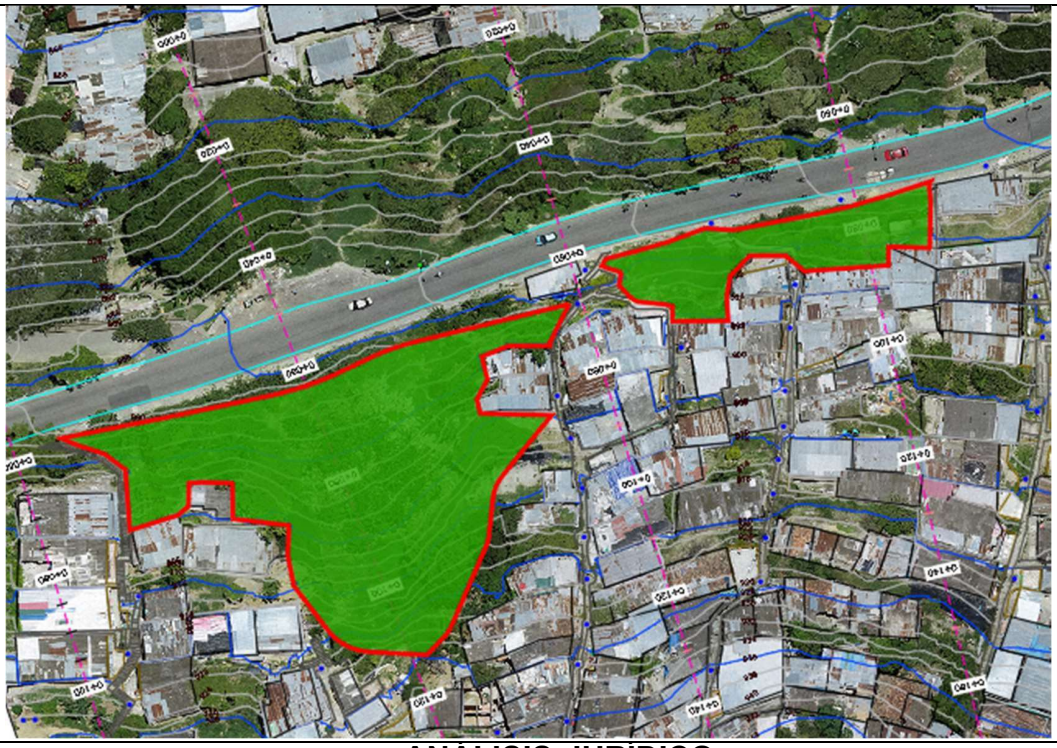
REVISION DE LA FICHA PREDIAL			
ITEM	DESCRIPCION	VERIFICACION	
1	Ubicación del inmueble	CUMPLE	NO CUMPLE
2	Áreas y linderos	X	
2	Propietarios, Nit o Cedula, % adquirido	X	
3	Matricula Inmobiliaria	PROPIEDAD DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA	
4	Tipo de predio	X	
5	Código Catastral	X	
6	Planos de afectación predial	X	
7	Componente jurídico	X	
8	Avalúo	PROPIEDAD DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA	

FICHA PREDIAL REALIZADA POR EL CONTRATISTA

1	**UBICACIÓN DEL INMUEBLE:**	

Alcaldía de Bucaramanga	**REVISION DE LA IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD**	CONSTRUOBRAS ISAVAL S.A.S

2	**PROPIETARIO:**	**NOMBRES**	**TIPO DE DOC.**	**No. DOCUMENTO**	**% DE LOTE COMPRADO**
		MUNICIPIO DE BUCARAMANGA	NIT	008902012220	
3	**DEPARTAMENTO - MUNICIPIO:**	Bucaramanga – Santander			
4	**BARRIO:**	La independencia			
5	**MATRÍCULA INMOBILIARIA:**				
6	**CIRCULO REGISTRAL:**	Bucaramanga - Santander			
7	**CODIGO CATASTRAL:**	010602760049000 68001010600000276004900000000			
8	**TIPO DE PREDIO:**	Urbano			
9	**TIPO DE DOCUMENTO ESCRITURA No.**	Consulta en el VUR estado jurídico del inmueble y datos básicos matrícula inmobiliaria			
10	**ÁREAS DEL PREDIO**				
10.1	**AREA SEGUN CATASTRO:**	10.959 m2			
10.2	**ÁREA REQUERIDA:**	2800 m2			
	LINDEROS DEL AREA REQUERIDA:				

11		
12	**ANÁLISIS JURÍDICO:**	
13	**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**	• El bien inmueble identificado con NUMERO PREDIAL 68001010600000276004900000000, es propiedad del Municipio de Bucaramanga y para la construcción de las obras de mitigación no se requiere adquirir predios adicionales.
14	**ANEXOS**	• Certificado de estado predial

CONCLUSION:

No se deben adelantar tramites de adquisición de áreas o inmuebles adicionales ya que el predio pertenece al municipio de Bucaramanga.

REVISION DE LA IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD

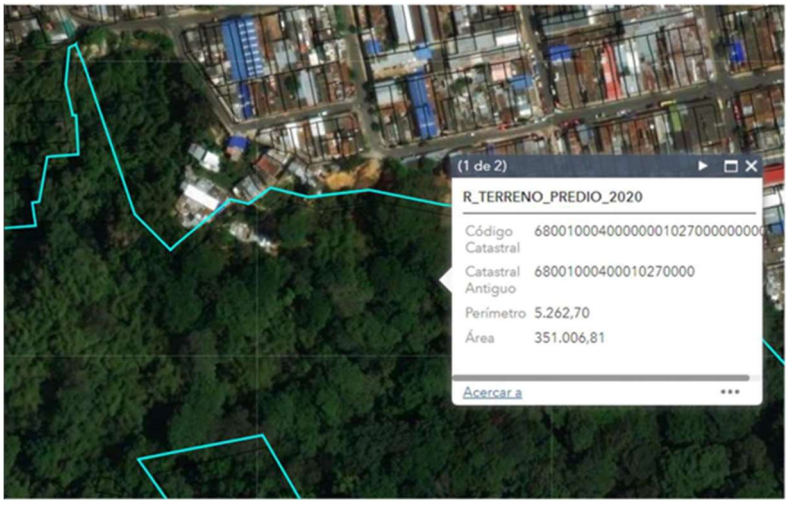
Alcaldía de Bucaramanga

CONSTRUOBRAS ISAVAL S.A.S

SECTOR GAITAN

REVISION DE LA FICHA PREDIAL			
ITEM	DESCRIPCION	VERIFICACION	
1	Ubicación del inmueble	CUMPLE	NO CUMPLE
2	Áreas y linderos	X	
2	Propietarios, Nit o Cedula, % adquirido	X	
3	Matricula Inmobiliaria	PROPIEDAD DE LA CORPORACION AUTONOMA PARA LA DEFENSA DE BUCARAMANGA	
4	Tipo de predio	X	
5	Código Catastral	X	
6	Planos de afectación predial	X	
7	Componente jurídico	X	
8	Avalúo	PROPIEDAD DE LA CORPORACION AUTONOMA PARA LA DEFENSA DE BUCARAMANGA	

FICHA PREDIAL REALIZADA POR EL CONTRATISTA

1	**UBICACIÓN DEL INMUEBLE:**	

Alcaldía de Bucaramanga	**REVISION DE LA IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD**	CONSTRUOBRAS ISAVAL S.A.S

2	**PROPIETARIO:**	**NOMBRES**	**TIPO DE DOC.**	**No. DOCUMENTO**	**% DE LOTE COMPRADO**
		CORPORACIÓN PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA	NIT	890201573-0	
3	**DEPARTAMENTO - MUNICIPIO:**	Bucaramanga – Santander			
4	**BARRIO:**	Gaitán			
5	**MATRÍCULA INMOBILIARIA:**				
6	**CIRCULO REGISTRAL:**	Bucaramanga - Santander			
7	**CÓDIGO CATASTRAL:**	000400010200000 68001000400000001020000000000			
8	**TIPO DE PREDIO:**	Urbano			
9	**TIPO DE DOCUMENTO**	Consulta en el VUR estado jurídico del inmueble y datos básicos matrícula inmobiliaria			
	ESCRITURA No.				
10	**ÁREAS DEL PREDIO**				
10.1	**AREA SEGUN CATASTRO:**	351.000 m2			
10.2	**ÁREA REQUERIDA:**	3700 m2			
	LINDEROS DEL AREA REQUERIDA:				

11		
12	**ANÁLISIS JURÍDICO:**	
13	**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**	• El bien inmueble identificado con NUMERO PREDIAL 680010004000000010200000000000, es propiedad de la CORPORACIÓN AUTÓNOMA PARA LA DEFENSA DE BUCARAMANGA y para la construcción de las obras de mitigación no se requiere adquirir predios adiciónales. • Para construir las obras en estas áreas protegidas se requiere solicitar y tramitar permisos con CDMB.
14	**ANEXOS**	• Certificado de estado predial

CONCLUSION:

No se deben adelantar tramites de adquisición de áreas o inmuebles adicionales ya que el predio pertenece al municipio de Bucaramanga.

REVISION DE LA IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD

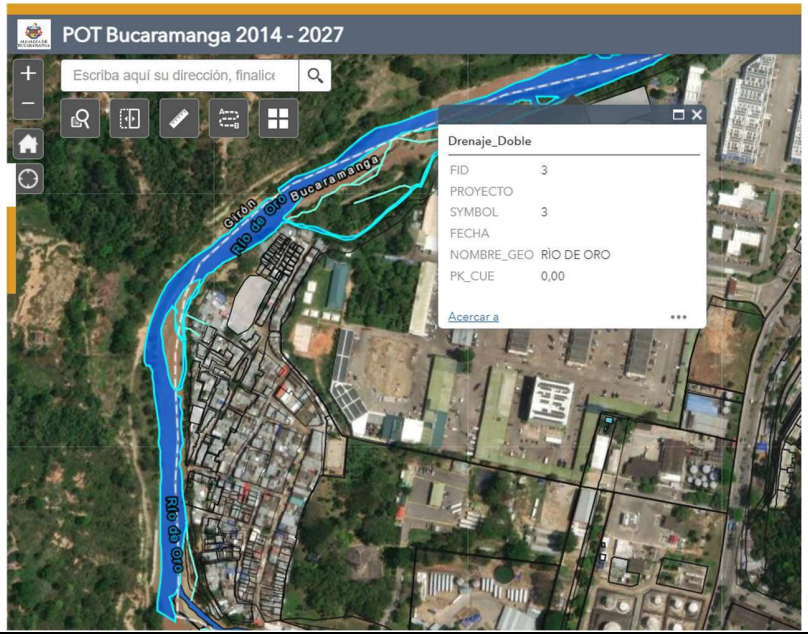
Alcaldía de Bucaramanga

CONSTRUOBRAS ISAVAL S.A.S

SECTOR JOSE ANTONIO GALAN

REVISION DE LA FICHA PREDIAL			
ITEM	DESCRIPCION	VERIFICACION	
1	Ubicación del inmueble	CUMPLE	NO CUMPLE
2	Áreas y linderos	X	
2	Propietarios, Nit o Cedula, % adquirido	NO REGISTRA INFORMACION	
3	Matricula Inmobiliaria	NO REGISTRA INFORMACION	
4	Tipo de predio	X	
5	Código Catastral	X	
6	Planos de afectación predial	X	
7	Componente jurídico	X	
8	Avalúo	SOBRE BORDE DE RIO	

FICHA PREDIAL PRESENTADA POR EL CONTRATISTA

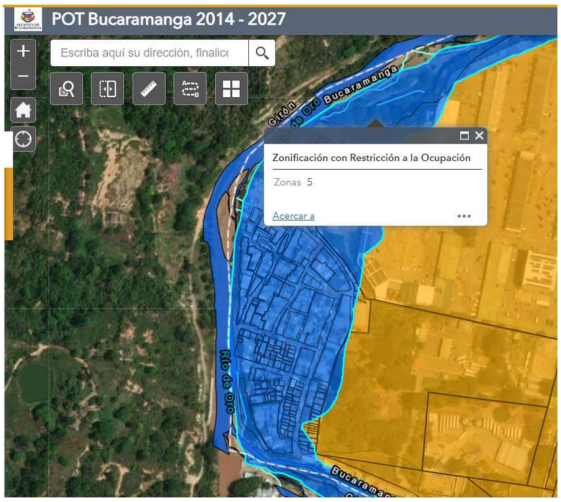
1	**UBICACIÓN DEL INMUEBLE:**	

REVISION DE LA IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD

Alcaldía de Bucaramanga

CONSTRUOBRAS ISAVAL S.A.S

2	**PROPIETARIO:**	**NOMBRES**	**TIPO DE DOC.**	**No. DOCUMENTO**	**% DE LOTE COMPRADO**
		No registra información			
3	**DEPARTAMENTO-MUNICIPIO:**	Bucaramanga – Santander			
4	**BARRIO:**	José A. Galán			
5	**MATRÍCULA INMOBILIARIA:**				
6	**CIRCULO REGISTRAL:**	Bucaramanga - Santander			
7	**CÓDIGO CATASTRAL:**				
8	**TIPO DE PREDIO:**	Urbano			
9	**TIPO DE DOCUMENTO**	Consulta en el VUR estado jurídico del inmueble y datos básicos matrícula inmobiliaria			
	ESCRITURA No.				
10	**ÁREAS DEL PREDIO**				
10.1	**ÁREA SEGÚN CATASTRO:**				
10.2	**ÁREA REQUERIDA:**	4700 m2			
11	**LINDEROS DEL ÁREA REQUERIDA:** 				

12	**ANÁLISIS JURÍDICO:**	
13	**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**	• Las obras proyectadas en el sector de José Antonio Galán, se construirán en las áreas aledañas a las viviendas existentes, en una franja del Rio De Oro, que se presume es propiedad del Municipio de Bucaramanga dado que no se encontraron códigos catastrales, sin embargo, estas áreas de aislamiento del Rio generalmente no poseen propietarios a los cuales se les debe adquirir los derechos de propiedad.
14	**RESTRICCIONES**	• De acuerdo a la ficha normativa del POT de Bucaramanga, esta zona corresponde a la zona 5 Rio de Oro, y para las zonas no ocupadas, como es el caso, se permite la construcción de obras de estabilización. 

Cuadro N° 140. Ficha normativa Zona 5. Rio de Oro

ÁREAS OCUPADAS	
Categoría del suelo	Urbano
Ocupación	No pueden existir edificaciones en el área correspondiente a la zona inundable* y ronda de protección hídrica, las cuales tendrán que recuperarse por ser suelo de protección y tendrán manejo de zonas verdes no ocupables y/o parques cuya intervención, recuperación y sostenibilidad debe desarrollarse de acuerdo con la priorización establecida en el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres. No se permiten nuevas áreas construidas o ampliación de las existentes.
Estudios técnicos específicos	Para modificación de la línea de inundación se deben realizar nuevos estudios de amenaza por inundación a partir de las obras de mitigación que se propongan por parte del interesado. Una vez ejecutadas las obras de mitigaciones, a partir de la nueva línea de inundación, se deben implementar la ronda hídrica y la zona de manejo del espacio público determinadas en este Plan y en las porciones de terreno desafectadas, la edificabilidad corresponderá a la señalada en la respectiva ficha normativa. Estudios específicos y diseños de las obras para los asentamientos en la zona, en especial los incluidos en el artículo denominado "priorización de acciones para la gestión del riesgo" del presente Plan.
Acciones de prevención, mitigación y control.	Obras de estabilización local para prevenir aumento en la criticidad, tomando como insumo los estudios existentes**.
	Acciones de educación y participación social para la gestión del riesgo de desastres según lo establecido en el Plan Municipal de Gestión del Riesgo y los Planes de Acción de la autoridad ambiental.
Directrices específicas.	Se deben aplicar las Normas Geotécnicas para aislamientos mínimos en taludes y cauces, entre otros de acuerdo con la Resolución 1294 de 2009 de la CDMB o la norma que la modifique, adicione o sustituya, y lo contemplado en la NSR-10 o la norma que la modifique, adicione o sustituya. Para estos aislamientos se debe aplicar la norma más restrictiva de las antes mencionadas.
ÁREAS NO OCUPADAS	
Categoría del suelo	Protección
Ocupación	No se permite.
Acciones de mitigación	Obras de estabilización local para prevenir aumento en la criticidad, tomando como insumo los estudios existentes**.

* Estudio de actualización de amenazas por inundación del Rio de Oro sector Bahondo hasta la confluencia con el Rio Suratá (tramo Municipio de Bucaramanga) Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga 2010.

** Corresponde a implementación de acciones a cargo del municipio, la autoridad ambiental, las empresas prestadoras de servicio público de alcantarillado cuando se trate de zonas públicas, y a los propietarios de predios privados cuando se localice en predios de su propiedad.

CONCLUSION:

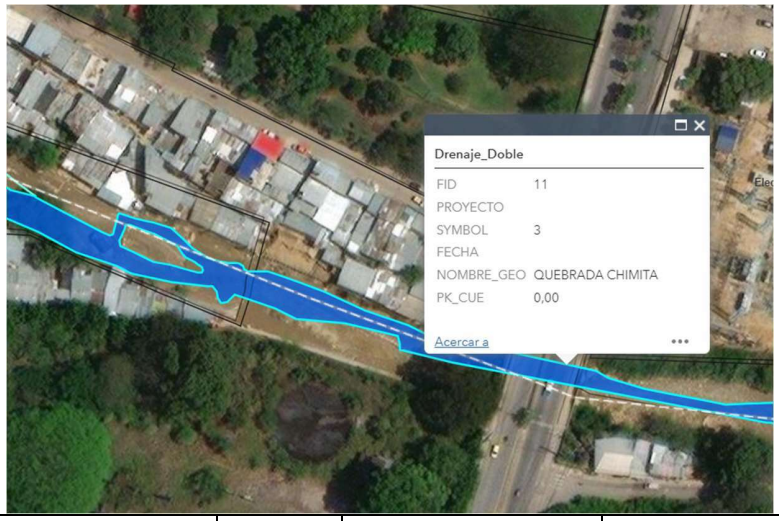
Se permite la realización de las obras proyectadas porque corresponde a una zona (borde de rio zona 5 Rio de oro, zonas no ocupadas).

Alcaldía de Bucaramanga	REVISION DE LA IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD	CONSTRUOBRAS ISAVAL S.A.S

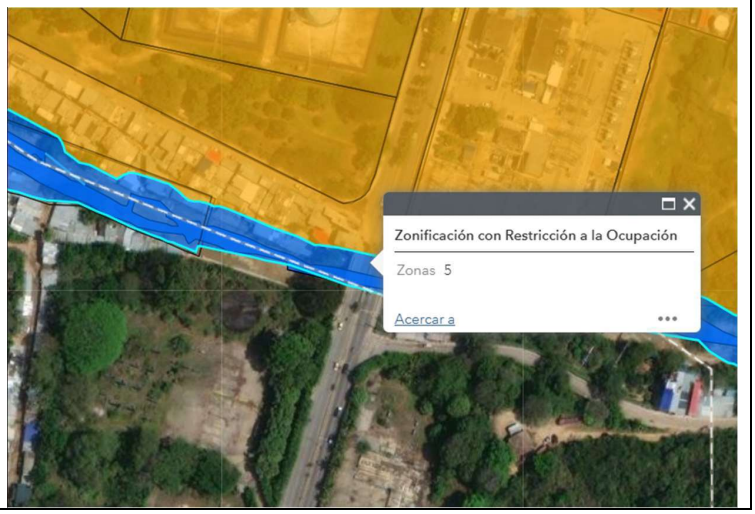
SECTOR CLUB GALLINERAL

REVISION DE LA FICHA PREDIAL			
ITEM	DESCRIPCION	VERIFICACION	
1	Ubicación del inmueble	CUMPLE	NO CUMPLE
2	Áreas y linderos	X	
2	Propietarios, Nit o Cedula, % adquirido	NO REGISTRA INFORMACION	
3	Matricula Inmobiliaria	NO REGISTRA INFORMACION	
4	Tipo de predio	X	
5	Código Catastral	X	
6	Planos de afectación predial	X	
7	Componente jurídico	X	
8	Avalúo	SOBRE AREA DE LA QUEBRADA	

FICHA PREDIAL REALIZADA POR EL CONTRATISTA

1	**UBICACION DEL INMUEBLE:**				
		NOMBRES	**TIPO DE DOC.**	**No. DOCUMENTO**	**% DE LOTE COMPRADO**

2	**PROPIETARIO:**	No registra información			
3	**DEPARTAMENTO-MUNICIPIO:**	Bucaramanga – Santander			
4	**BARRIO:**	Club Gallineral			
5	**MATRÍCULA INMOBILIARIA:**				
6	**CIRCULO REGISTRAL:**	Bucaramanga - Santander			
7	**CODIGO CATASTRAL:**				
8	**TIPO DE PREDIO:**	Urbano			
9	**TIPO DE DOCUMENTO ESCRITURA No.**	Consulta en el VUR estado jurídico del inmueble y datos básicos matrícula inmobiliaria			
10	**ÁREAS DEL PREDIO**				
10.1	**AREA SEGUN CATASTRO:**				
10.2	**ÁREA REQUERIDA:**	280 m2			
11	**LINDEROS DEL AREA REQUERIDA:** 				

12	**ANALISIS JURIDICO:**	
13	**CONCLUSIONES Y RECONENDACIONES**	• Las obras proyectadas en el sector de Club Gallineral, se construirán en las áreas aledañas a las viviendas existentes, en una franja de la Quebrada Chimita, que se presume es propiedad del Municipio de Bucaramanga dado que no se encontraron códigos catastrales, sin embargo, estas áreas de aislamiento de la quebrada Chimita generalmente no poseen propietarios a los cuales se les debe adquirir los derechos de propiedad.
14	**RESTRICCIONES**	• De acuerdo a la ficha normativa del POT de Bucaramanga, esta zona corresponde a la zona 5 Rio de Oro, y para las zonas no ocupadas, como es el caso, se permite la construcción de obras de estabilización. • 

Cuadro N° 140. Ficha normativa Zona 5. Rio de Oro

ÁREAS OCUPADAS	
Categoría del suelo	Urbano
Ocupación	No pueden existir edificaciones en el área correspondiente a la zona inundable* y ronda de protección hídrica, las cuales tendrán que recuperarse por ser suelo de protección y tendrán manejo de zonas verdes no ocupables y/o parques cuya intervención, recuperación y sostenibilidad debe desarrollarse de acuerdo con la priorización establecida en el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres. No se permiten nuevas áreas construidas o ampliación de las existentes.
Estudios técnicos específicos	Para modificación de la línea de inundación se deben realizar nuevos estudios de amenaza por inundación a partir de las obras de mitigación que se propongan por parte del interesado. Una vez ejecutadas las obras de mitigaciones, a partir de la nueva línea de inundación, se deben implementar la ronda hídrica y la zona de manejo del espacio público determinadas en este Plan y en las porciones de terreno desafectadas, la edificabilidad corresponderá a la señalada en la respectiva ficha normativa. Estudios específicos y diseños de las obras para los asentamientos en la zona, en especial los incluidos en el artículo denominado "priorización de acciones para la gestión del riesgo" del presente Plan.
Acciones de prevención, mitigación y control.	Obras de estabilización local para prevenir aumento en la criticidad, tomando como insumo los estudios existentes**.
	Acciones de educación y participación social para la gestión del riesgo de desastres según lo establecido en el Plan Municipal de Gestión del Riesgo y los Planes de Acción de la autoridad ambiental.
Directrices específicas.	Se deben aplicar las Normas Geotécnicas para aislamientos mínimos en taludes y cauces, entre otros de acuerdo con la Resolución 1294 de 2009 de la CDMB o la norma que la modifique, adicione o sustituya, y lo contemplado en la NSR-10 o la norma que la modifique, adicione o sustituya. Para estos aislamientos se debe aplicar la norma más restrictiva de las antes mencionadas.
ÁREAS NO OCUPADAS	
Categoría del suelo	Protección
Ocupación	No se permite.
Acciones de mitigación	Obras de estabilización local para prevenir aumento en la criticidad, tomando como insumo los estudios existentes**.

* Estudio de actualización de amenazas por inundación del Rio de Oro sector Bahondo hasta la confluencia con el Rio Suratá (tramo Municipio de Bucaramanga) Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga 2010.

** Corresponde a implementación de acciones a cargo del municipio, la autoridad ambiental, las empresas prestadoras de servicio público de alcantarillado cuando se trate de zonas públicas, y a los propietarios de predios privados cuando se localice en predios de su propiedad.

CONCLUSION: Se permite la realización de las obras proyectadas porque corresponde a una zona (franja de la quebrada chimita, viviendas aledañas), estas áreas aledañas a ríos y quebradas generalmente no deben poseer propietarios.

REVISION DE LA IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD

Alcaldía de Bucaramanga

CONSTRUOBRAS ISAVAL S.A.S

SECTOR CRISTAL BAJO

REVISION DE LA FICHA PREDIAL			
ITEM	DESCRIPCION	VERIFICACION	
1	Ubicación del inmueble	CUMPLE	NO CUMPLE
2	Áreas y linderos	X	
2	Propietarios, Nit o Cedula, % adquirido	ZONA CON RESTRICCION A LA OCUPACION	
3	Matricula Inmobiliaria	ZONA CON RESTRICCION A LA OCUPACION	
4	Tipo de predio	X	
5	Código Catastral	X	
6	Planos de afectación predial	X	
7	Componente jurídico	X	
8	Avalúo	AREA DE AISLAMIENTO DE LA QUEBRADA	

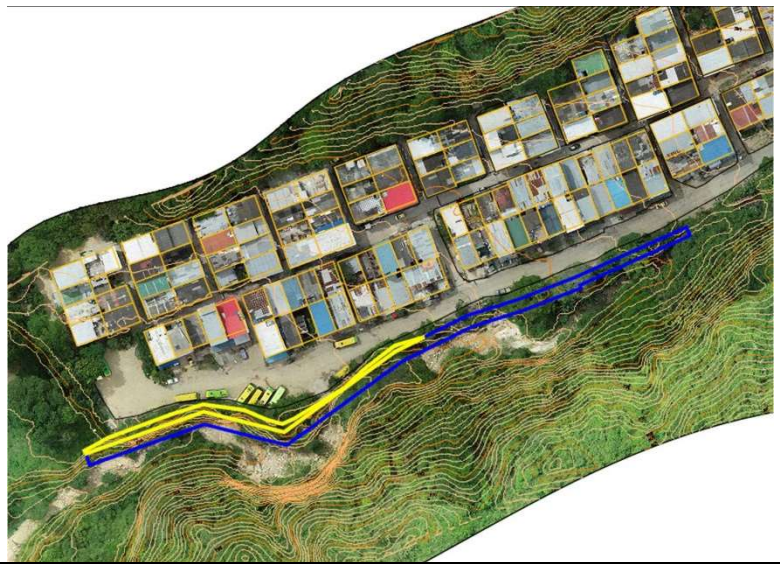
FICHA PREDIAL REALIZADA POR EL CONTRATISTA

1	**UBICACION DEL INMUEBLE:**	

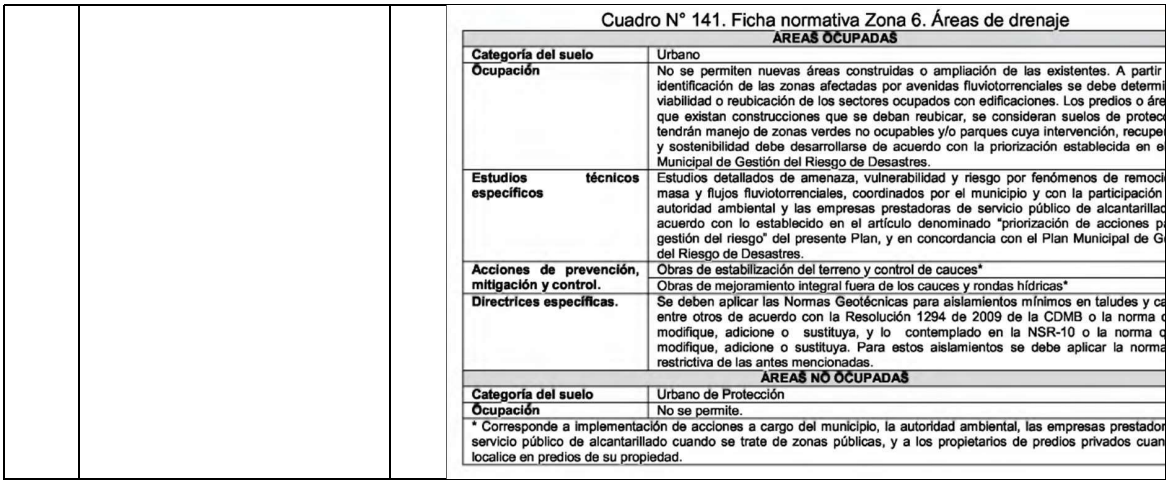
REVISION DE LA IDENTIFICACIÓN PREDIAL Y ACLARACIONES DE LA PROPIEDAD

Alcaldía de Bucaramanga

CONSTRUOBRAS ISAVAL S.A.S

2	**PROPIETARIO:**	**NOMBRES**	**TIPO DE DOC.**	**No. DOCUMENTO**	**% DE LOTE COMPRADO**
		No registra información			
3	**DEPARTAMENTO-MUNICIPIO:**	Bucaramanga – Santander			
4	**BARRIO:**	Cristal Bajo			
5	**MATRÍCULA INMOBILIARIA:**				
6	**CIRCULO REGISTRAL:**	Bucaramanga - Santander			
7	**CODIGO CATASTRAL:**				
8	**TIPO DE PREDIO:**	Urbano			
9	**TIPO DE DOCUMENTO**	Consulta en el VUR estado jurídico del inmueble y datos básicos matrícula inmobiliaria			
	ESCRITURA No.				
10	**ÁREAS DEL PREDIO**				
10.1	**ÁREA SEGÚN CATASTRO:**				
10.2	**ÁREA REQUERIDA:**	1100 m2			
11	**LINDEROS DEL ÁREA REQUERIDA:** 				

12	**ANÁLISIS JURÍDICO:**	
13	**CONCLUSIONES Y RECONENDACIONES**	• Las obras proyectadas en el sector de del Cristal Bajo, se construirán las zonas afectadas por socavación lateral y de fondo, en una franja de la Quebrada La Cuellar, que se presume es propiedad del Municipio de Bucaramanga dado que no se encontraron códigos catastrales, sin embargo, estas áreas de aislamiento de la quebrada La Cuellar generalmente no poseen propietarios a los cuales se les debe adquirir los derechos de propiedad.
14	**RESTRICCIONES**	De acuerdo a la ficha normativa del POT de Bucaramanga, esta zona corresponde a la zona 6 Áreas de Drenaje, y para esta zona se permiten obras de estabilización del terreno y control de cauces. 



Cuadro N° 141. Ficha normativa Zona 6. Áreas de drenaje

ÁREAS OCUPADAS	
Categoría del suelo	Urbano
Ocupación	No se permiten nuevas áreas construidas o ampliación de las existentes. A partir identificación de las zonas afectadas por avenidas fluviotorrenciales se debe determi viabilidad o reubicación de los sectores ocupados con edificaciones. Los predios o áre que existan construcciones que se deban reubicar, se consideran suelos de protec tendrán manejo de zonas verdes no ocupables y/o parques cuya intervención, recupe y sostenibilidad debe desarrollarse de acuerdo con la priorización establecida en e Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres.
Estudios técnicos específicos	Estudios detallados de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por fenómenos de remoci masa y flujos fluviotorrenciales, coordinados por el municipio y con la participación autoridad ambiental y las empresas prestadoras de servicio público de alcantarillad acuerdo con lo establecido en el artículo denominado "priorización de acciones p gestión del riesgo" del presente Plan, y en concordancia con el Plan Municipal de G del Riesgo de Desastres.
Acciones de prevención, mitigación y control.	Obras de estabilización del terreno y control de cauces*
	Obras de mejoramiento integral fuera de los cauces y rondas hídricas*
Directrices específicas.	Se deben aplicar las Normas Geotécnicas para aislamientos mínimos en taludes y ca entre otros de acuerdo con la Resolución 1294 de 2009 de la CDMB o la norma q modifique, adicione o sustituya, y lo contemplado en la NSR-10 o la norma q modifique, adicione o sustituya. Para estos aislamientos se debe aplicar la norma restrictiva de las antes mencionadas.
ÁREAS NO OCUPADAS	
Categoría del suelo	Urbano de Protección
Ocupación	No se permite.
* Corresponde a implementación de acciones a cargo del municipio, la autoridad ambiental, las empresas prestador servicio público de alcantarillado cuando se trate de zonas públicas, y a los propietarios de predios privados cuan localice en predios de su propiedad.	

CONCLUSION: Se permite la realización de las obras proyectadas porque corresponde a una zona de aislamiento de la quebrada y figura como zona con restricción a la ocupación, corresponde a la zona 6 de áreas de drenaje.