ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA ESTUDIO DE INGENIERIA

ALCALDÍA DE MANIZALES

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del asentamiento humano Bajo Villa Jardín, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU.

CONTRATISTA: DAVID VALLEJO OSORIO

C.C. 75.096.478

ATRIA ESTUDIO DE INGENIERIA

ESTUDIO DE DISEÑO DE PAVIMENTOS

VILLA JARDÍN - ESTAMBUL

MANIZALES – CALDAS

DISEÑADOR: LUIS GONZAGA MONTES GALVIS

MANIZALES, DICIEMBRE DE 2024

CONTRATO N° 2411151218: ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VÍAS VEHICULARES Y PEATONALES CORRESPONDIENTES AL PROYECTO DE LEGALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL ASENTAMIENTO HUMANO BAJO VILLA JARDÍN, LOCALIZADO EN LA COMUNA LA MACARENA DE LA CIUDAD DE MANIZALES Y ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VÍA CORRESPONDIENTE A LA LICENCIA DE URBANISMO 17-2-0617-LU.

VOLUMEN: DISEÑO DE PAVIMENTOS

Versión	0	Fecha:	Diciembre de 2021
Versión		Fecha:	
Versión		Fecha:	

ELABORÓ

NOMBRE	CARGO	TARJETA PROF	FIRMA
LUIS GONZAGA MONTES GALVIS	INGENIERO CIVIL – ESPECIALISTA EN GEOTECNIA	17202-81136 CLD	

APROBÓ

ALCALDÍA DE MANIZALES

VERSIONES

N°	MODIFICACIONES	OBSERVACIONES
V0		Documento Original

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 7
2 OBJETIVOS 8
2.1 OBJETIVOS GENERALES 8
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 8
3 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 9
4 METODOLOGÍA 10
5 TRÁNSITO 11
DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES 1
6 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA 14
7 UNIDADES DE DISEÑO 16
8 ALTERNATIVAS DE DISEÑO DE PAVIMENTOS 17
PAVIMENTOS RÍGIDOS 17
8.1 MÉTODO AASHTO 93 17
8.1.1 Confiabilidad (R) 17
8.1.2 Desviación estándar (So) 17
8.1.3 Serviciabilidad 18
8.1.4 Coeficiente de transferencia de carga (J) 18
8.1.5 Coeficiente de drenaje para base granular 19
8.1.6 Espesor de la subbase granular 19
8.1.7 Determinación del número estructural 'SN) 22
Acero de refuerzo longitudinal – Barras de anclaje 24
Acero de refuerzo transversal - Dovelas 24
Juntas de expansión o aislamiento 25
Acero de refuerzo de las losas 25
Modulación de las losas 26
ESPESORES DE PAVIMENTO RÍGIDO 27
PAVIMENTOS ASFÁLTICOS 28
8.2 MÉTODO AASHTO 93 28
8.2.1 CONFIABILIDAD (R) 28
8.2.2 DESVIACIÓN ESTÁNDAR (So) 28

8.2.3 SERVICIABILIDAD 29
8.2.4 MÓDULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE (Mr) 29
8.2.5 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA BASE GRANULAR (a2) Y SUBBASE GRANULAR (a3) 30
8.2.6 COEFICIENTE DE DRENAJE PARA BASE Y SUBBASE GRANULAR (m2 y m3) 30
8.2.7 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO ASFÁLTICO (a1) 30
8.2.8 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL (SN) 32
PAVIMENTO ASFÁLTICO 32
8.2.9 ESPESORES Y TIPO DE PAVIMENTO 33
9 DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ANDÉN 36
9.1 MÉTODO AASHTO 93 36
9.1.1 Confiabilidad (R). 36
9.1.2 Desviación estándar (So) 36
9.1.3 Serviciabilidad 37
9.1.4 Coeficiente de transferencia de carga (J) 37
9.1.5 Coeficiente de drenaje para base granular 37
9.1.6 Determinación del espesor de la subbase granular 38
9.1.7 Determinación del número estructural (SN) 40
9.1.8 Espesores de pavimento rígido 42
10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Localización de los sondeos realizados en el área de estudio. 14
Figura 2.- Registro fotográfico toma de CBR inalterado. 15
Figura 3.- Cálculo del coeficiente de balastro de la subrasante asumiendo el espesor de la subbase. 20
Figura 4. Cálculo del módulo de reacción compuesto del terreno. 20
Figura 5. Cálculo del módulo de reacción modificado del terreno. 21
Figura 6. Cálculo del módulo de reacción de la subrasante. 22
Figura 7.- Determinación de la estructura de pavimento rígido. 23
Figura 8. Juntas longitudinales y de expansión para protección de obras hidráulicas. 25
Figura 9.- Determinación del coeficiente estructural de la capa de rodadura asfáltica. 31
Figura 10.- Determinación de la estructura de pavimento asfáltico, Unidad de diseño vía. 33
Figura 11.- Modulo compuesto de reacción de la subrasante. 38
Figura 12. Cálculo del módulo de reacción compuesto del terreno. 38
Figura 13. Cálculo del módulo de reacción modificado del terreno. 39
Figura 14. Cálculo del módulo de reacción de la subrasante. 40
Figura 15.- Determinación de la estructura de pavimento rígido. 41

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.- Tasa de crecimiento por estación de aforo. 11
Tabla 2.- Proyección del tránsito para el tramo vial 11
Tabla 3.- Parámetros para la proyección del tránsito. 12
Tabla 4.- Proyección del número de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas para un período de 10 y 20 años. 12
Tabla 5.- Resumen ensayos de clasificación de suelos. 14
Tabla 6.- Resumen ensayos de CBR inalterado. 15
Tabla 7.- Unidades de diseño para la vía Bajo Villa Jardín. 16
Tabla 8. Confiabilidad método AASHTO 93. 17
Tabla 9. Desviación estándar método AASHTO 93. 17
Tabla 10. Desviación estándar método AASHTO 93. 18
Tabla 11. Coeficiente de transferencia de carga. 18
Tabla 12. Coeficiente de drenaje metodología AASHTO93 19
Tabla 13. Rangos típicos de factores de pérdida de soporte para diferentes tipos de materiales. 21
Tabla 14.- Recomendaciones para las barras de anclaje. 24
Tabla 15.- Recomendaciones para los dovelas. 24
Tabla 16.- Dimensiones de las losas de pavimento rígido aplicando la metodología AASHTO 93 para las unidades de diseño. 27

Tabla 17.- Dimensiones de las losas de pavimento rígido para las unidades de diseño.....27
Tabla 18. Confiabilidad método AASHTO 93.....28
Tabla 19. Desviación estándar método AASHTO 93.....28
Tabla 20. Serviciabilidad propuesta del método AASHTO 93.....29
Tabla 21. Ajuste por temperatura del coeficiente estructural del pavimento.....31
Tabla 22.- Espesores mínimos de capas recomendados por AASHTO'93.....33
Tabla 23.- Estructuras de pavimento asfáltico, método AASHTO 93.....34
Tabla 24.- Cálculo estructura de pavimento combinada con mezcla asfáltica MDC-19.....35
Tabla 25. Confiabilidad método AASHTO 93.....36
Tabla 26. Confiabilidad implementada del método AASHTO 93.....36
Tabla 27. Coeficiente de transferencia de carga.....37
Tabla 28. Rangos típicos de factores de pérdida de soporte para diferentes tipos de materiales.....39
Tabla 29.- Dimensiones de las losas de pavimento rígido aplicando la metodología AASHTO 93.....42
Tabla 30.- Dimensiones de las losas de pavimento rígido.....42
Tabla 31.- Resumen ensayos de clasificación de suelos.....43
Tabla 32.- Resumen ensayos de CBR inalterado.....43
Tabla 33.- Dimensiones de las losas de pavimento rígido aplicando la metodología AASHTO 93 para las unidades de diseño.....43
Tabla 34.- Estructuras de pavimento asfáltico, método AASHTO 93.....44
Tabla 35.- Dimensiones de las losas de pavimento rígido aplicando la metodología AASHTO 93.....44

1 INTRODUCCIÓN

En la zona donde actualmente queda ubicado el barrio Bajo Villa Jardín en la ciudad de Manizales, debido al tránsito de la zona, y con el fin de mejorar la movilidad de la zona, se pretende realizar la conexión del anillo vial, razón por la cual se adelantan los estudios correspondientes para llevar a cabo la misma.

A continuación, se presentará el diseño de pavimentos donde se implementó como insumo el volumen de tránsito suministrado y la prospección geotécnica de pavimentos suministrada.

Las estructuras planteadas en el diseño corresponden a estructura de pavimentos flexible y pavimento asfáltico, por la metodología AASHTO93.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GENERALES

- ✓ Realizar el diseño de pavimentos para el proyecto de construcción de vías vehiculares y peatonales en el asentamiento humano Bajo Villa Jardín.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Proponer alternativas para la estructura de pavimentos, que incluyan pavimento de concreto rígido y asfáltico aplicando la metodología AASHTO 93.
- ✓ Diseñar el tramo vial con los espesores de las diferentes capas estructurales, empleando las diversas metodologías de diseño propuestas.
- ✓ Implementar la caracterización geotécnica suministrada de la subrasante, mediante la ejecución de sondeos y apiques, obteniendo muestras de suelo suficientes para realizar los ensayos de laboratorio propuestos.
- ✓ Implementar el estudio de tránsito mediante el número de ejes equivalentes a ejes sencillos de 8.2 toneladas para un período de diseño de 10 y 20 años según la estructura de pavimentos a diseñar.
- ✓ Establecer las recomendaciones generales de construcción para una ejecución correcta de las respectivas obras.

3 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El punto de interés se localiza en el asentamiento humano bajo Villa Jardín en municipio de Manizales, departamento de Caldas, tal como se presenta en la **Ilustración 1**



Ilustración 1.- Localización general del proyecto.
Fuente: Geoportal alcaldía de Manizales.

La información de aforo suministrada se obtuvo en la coordenada que se presenta en la **Ilustración 2.**



Ilustración 2.- Localización estación de conteos.
Fuente: Elaboración propia con Google Earth.

4 METODOLOGÍA

Se realizó visita al tramo vial, con la finalidad de realizar el diseño de pavimentos que presenta un desgaste alto, para reconstrucción y en las calles donde no existe pavimento plantear una solución de pavimento que genere seguridad vial y una adecuada movilidad en el municipio.

Para conocer la cantidad de ejes equivalentes a ejes sencillos de 8.2 Ton se utilizó un aforo vehicular suministrado en el estudio de tránsito de la consultoría. Para la prospección geotécnica para pavimentos para los ensayos de CBR y clasificaciones de suelo; obteniendo la caracterización de los suelos mediante ensayos de laboratorio.

Posteriormente, con la información obtenida se procede al cálculo de las estructuras de pavimentos asfáltico y rígido mediante la metodología AASHTO-93 y se plantean adicionalmente las fuentes de materiales y distancias de acarreo.

5 TRÁNSITO

Para realizar la proyección año a año se realiza mediante la siguiente expresión:

$$T_f = T_o * (1 + i)^n$$

Ecuación 1.- Proyección del tránsito futuro

En donde:

T_f = Tránsito futuro
T_o = Tránsito del año base
i = Tasa de crecimiento.
n = Periodo de proyección.

El procedimiento del cálculo se realiza de la siguiente manera:

La tasa de crecimiento se presenta en la **Tabla 1** de acuerdo con el manual de bajos volúmenes de tránsito.

Tabla 1.- Tasa de crecimiento por estación de aforo.

ESTACIÓN DE AFORO	TASA DE CRECIMIENTO (%)
Bajo Villa Jardín	3.0%

Fuente: Elaboración propia.

En la **Tabla 2**, se presentan el resumen de los vehículos totales que pasaron en la vía entre el 20 al 26 de noviembre de 2024.

Tabla 2.- Proyección del tránsito para el tramo vial

Fecha	Motos	Autos	Buses	Busetas	C2-P	C2-G	C3 - C4	C5
20-nov	209	92	0	0	21	2	0	0
21-nov	273	109	0	0	15	5	0	0
22-nov	228	95	0	0	25	1	0	0
23-nov	253	100	0	0	16	2	0	0
24-nov	154	74	0	0	3	1	0	0
25-nov	265	58	0	0	19	2	0	0
26-nov	197	59	0	0	31	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES

Para la determinación del número de ejes sencillos equivalentes teniendo en cuenta el Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con medios y altos volúmenes de tránsito y los demás criterios extraídos de los manuales del INVIAS se implementan los parámetros que se presentan en la **Tabla 3**.

Tabla 3.- Parámetros para la proyección del tránsito.

FACTOR DE DAÑO VEHICULAR (INVIAS, 2008)	BUS	1
	C2P	1.14
	C2-G	3.44
	C3-C4	6.73
	C5	4.4
	>C5	4.72
ANCHO CALZADA		6.0
FACTOR DIRECCIONAL		0.50
FACTOR CARRIL		1.0
TRÁNSITO ATRAÍDO		5.0%
CRECIMIENTO TENDENCIAL (SOCIO- ECONÓMICO)		1.5%
TASA DE CRECIMIENTO		.00%
AÑOS DE PROYECCIÓN (Pavimento flexible)		10.0
AÑOS DE PROYECCIÓN (Pavimento rígido)		20.0

Fuente: (INVIAS, 1998)

En la **Tabla 4**, se presenta la proyección del tránsito para el período de diseño (10 años) considerando el tránsito atraído del 5.0% y el tendencial generado por el turismo de 1.5%.

Tabla 4.- Proyección del número de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas para un período de 10 y 20 años.

AÑO	Autos	Buses	EJES EQUIV.	C2-P	EJES EQUIV.	C2-G	EJES EQUIV.
2024	30,660	0,000	0,000	7,706	3,953	2,512	1,256
2025	33,159	0,000	0,000	8,551	4,276	2,717	1,359
2026	34,642	0,000	0,000	8,933	4,467	2,838	1,420
2027	35,682	0,000	0,000	9,202	4,601	2,923	1,462
2028	36,752	0,000	0,000	9,477	4,739	3,012	1,506
2029	37,854	0,000	0,000	9,762	4,881	3,102	1,552
2030	38,990	0,000	0,000	10,055	5,028	3,195	1,598
2031	40,159	0,000	0,000	10,356	5,178	3,291	1,645
2032	41,365	0,000	0,000	10,667	5,334	3,390	1,695
2033	42,605	0,000	0,000	10,987	5,493	3,491	1,746
2034	43,883	0,000	0,000	11,317	5,658	3,595	1,798
2035	45,200	0,000	0,000	11,655	5,828	3,704	1,852
2036	46,555	0,000	0,000	12,006	6,003	3,815	1,907
2037	47,953	0,000	0,000	12,366	6,183	3,929	1,965
2038	49,392	0,000	0,000	12,736	6,369	4,047	2,024
2039	50,873	0,000	0,000	13,119	6,559	4,168	2,084
2040	52,399	0,000	0,000	13,512	6,756	4,294	2,147
2041	53,971	0,000	0,000	13,917	6,959	4,422	2,211
2042	55,590	0,000	0,000	14,335	7,167	4,555	2,278
2043	57,258	0,000	0,000	14,765	7,383	4,691	2,346
2044	58,975	0,000	0,000	15,208	7,604	4,832	2,416
		Σ	0,000	**Σ**	53,607	**Σ**	14,451
		Σ	0,000	**Σ**	120,419	**Σ**	38,267

TOTAL EJES SENCILLOS EQUIVALENTES (8.2 TON) 10 AÑOS	68.028
TOTAL EJES SENCILLOS EQUIVALENTES (8.2 TON) 20 AÑOS	158,686
TOTAL EJES SENCILLOS EQUIVALENTES (8.2 TON) 20 AÑOS (Pavimento rígido)	236.759

Fuente: Volumen estudio de tránsito.

Con lo anterior, se presenta el número de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas para un período de diseño de 10 años para el diseño de pavimento flexible de tipo asfáltico y a 20 años para el diseño de pavimento en concreto rígido el cual luego de presentar el cálculo se mayoro por el coeficiente 1.492 de acuerdo con la recomendación de la guía AASHTO93

Para el diseño de pavimentos desde el componente de estudio de tránsito se determinó el número de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas para un período de diseño de 10 años en **68.028** para la estructura en pavimento flexible de tipo asfáltico, para el período de 20 años para la estructura de pavimentos rígido se proyecta un tránsito mayorado por el coeficiente 1.492 según la recomendación de la metodología AASHTO93 de **236.759** sin embargo, se recomienda trabajar para esta estructura de pavimentos con el valor mínimo recomendado por la normativa vigente de **1.000.000** de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas y se determina que este será el valor del NESE a implementar como insumo para el diseño de la estructura de pavimentos, según los parámetros presentados en la **Tabla 4.**

6 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

En la **Figura 1** se presenta la localización de los ensayos de capacidad portante de CBR con las clasificaciones de suelos, como insumo para el diseño de pavimentos.

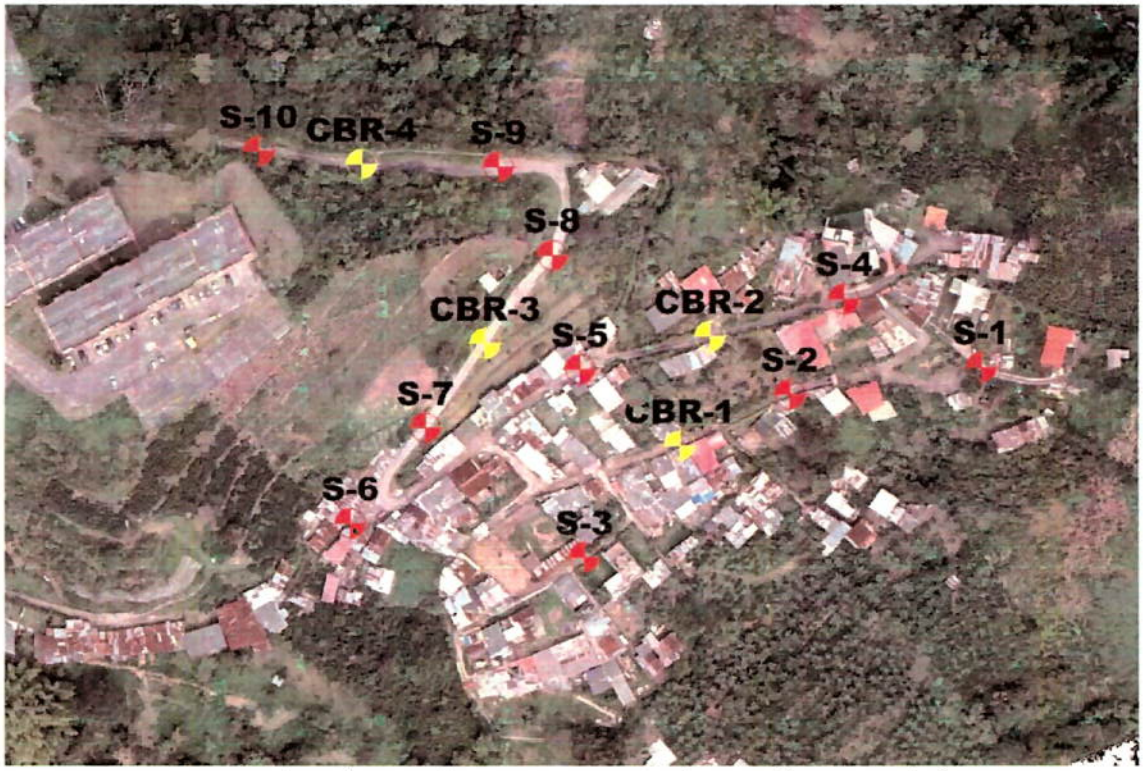


Figura 1.- Localización de los sondeos realizados en el área de estudio.
Fuente: Geoportal alcaldía manizales.

En la **Tabla 5** , se muestra la clasificación de los suelos para la vía del asentamiento humano Villa Jardín.

Tabla 5.- Resumen ensayos de clasificación de suelos.

Sondeo	PROF (m)	LL	LP	I	HUMEDAD NATURAL	%PASA 40	%PASA 200	S.U.C.S
1	1.50	37.76%	30.58%	7.18%	31.20%	75.22%	30.31%	SC
2	1.60	41.63%	33.90%	7.73%	41.94%	51.37%	36.61%	SC
3	1.70	40.33%	33.18%	7.15%	34.35%	56.42%	35.79%	SC
4	1.70	41.37%	34.05%	7.33%	31.40%	72.54%	36.38%	SC

Fuente: Elaboración propia.

En la **Tabla 6**, se observa el valor del CBR de laboratorio.

Tabla 6.- Resumen ensayos de CBR inalterado.

PROF ENSAYO (m)	HUMEDAD NATURAL	PROF. (m)	CBR 0.2"	CONDICIÓN	CLASIFICACIÓN (USACE)
CBR 1	42.03	0.50	4.7	SATURADO	SC
CBR 2	51.58	0.60	2.7	SATURADO	SC
CBR 3	52.20	0.80	1.0	SATURADO	SC
CBR 4	54.57	0.70	6.6	SATURADO	SC

Fuente: Volumen de geotecnia.

En la **Figura 2**, se presenta el registro fotográfico suministrado para la toma del ensayo de CBR inalterado.

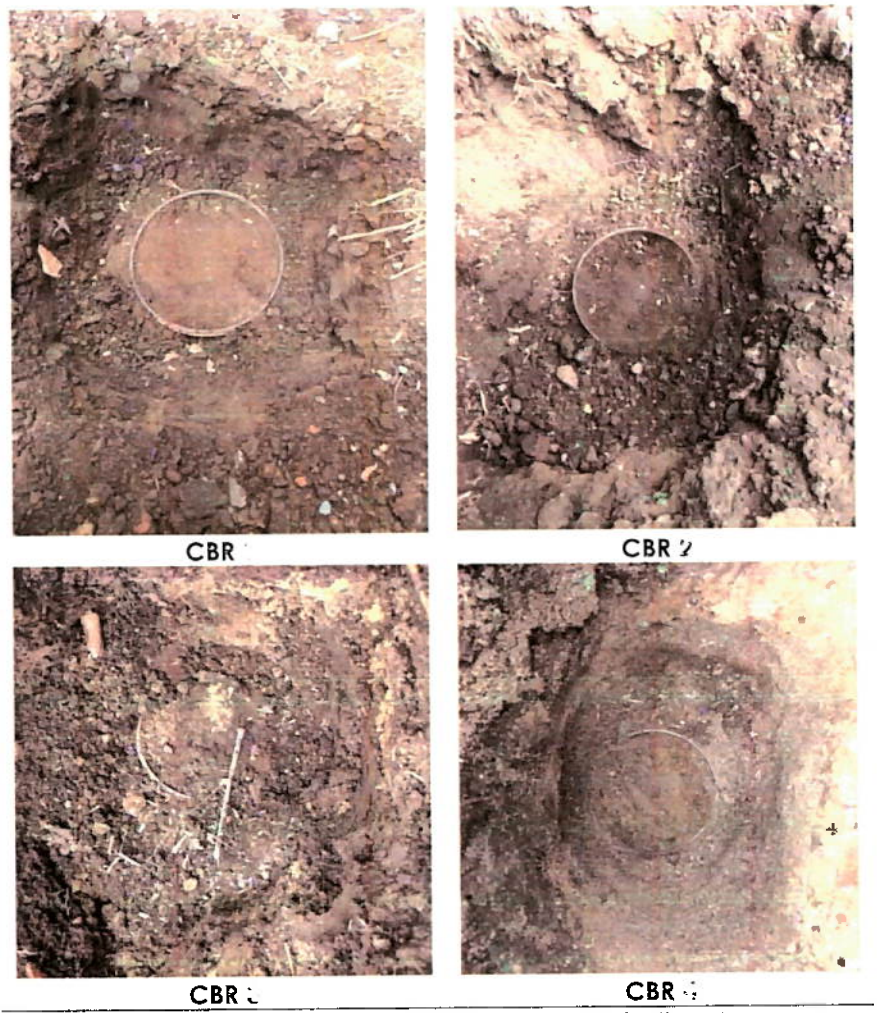


Figura 2.- Registro fotográfico toma de CBR inalterado.
Fuente: Volumen de geotecnia.

7 UNIDADES DE DISEÑO

Para el tramo de vía en el asentamiento humano bajo Villa Jardín se observa la división en las unidades de diseño de pavimentos en la **Tabla 7**.

Tabla 7.- Unidades de diseño para la vía Bajo Villa Jardín.

Unidad	Abscisa	Ancho calzada (m)	Alternativas	Andén	
				SI	NO
I	Bajo Villa Jardín	Variable (4.5 - 6.0 m)	CR Mezcla Asfáltica	X	
II	Bajo Villa Jardín	Variable (4.5 - 6.0 m)	Pavimento rígido	X	

Fuente: *Elaboración propia.*

8 ALTERNATIVAS DE DISEÑO DE PAVIMENTOS

PAVIMENTOS RÍGIDOS

8.1 MÉTODO AASHTO 93

El procedimiento de diseño recomendado por la "American Association of State Highway and Transportation Officials" se basa en los resultados de ensayos viales en la década de los cincuenta y sesenta y se viene ajustando desde entonces. Está orientado a la estimación del desempeño del pavimento en función de su serviciabilidad antes que en la falla estructural.

8.1.1 Confiabilidad (R)

Es la probabilidad de que la serviciabilidad del pavimento sea mantenida a un nivel aceptable para el usuario a través del período de análisis. Es función del tipo de vía, en la **Tabla 8** se observan los valores de la confiabilidad según la característica de la vía.

Clasificación funcional	Confiabilidad recomendada	
	Urbano	Rural
Interestatales y otras autopistas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Tabla 8. Confiabilidad método AASHTO 93.
Fuente: Tabla tomada del AASHTO 93

La confiabilidad adoptados para el cálculo del pavimento rígido en el proyecto es del 80%.

8.1.2 Desviación estándar (So)

Cubre la variabilidad inherente al desempeño de cualquier estructura de pavimento, y es función del tipo de éste. Para pavimentos rígidos sin considerar la varianza del tránsito en el tramo vial según la metodología AASHTO 93 sugiere utilizar 0.35.

Tabla 9. Desviación estándar método AASHTO 93.

Tipo de pavimento	Rango para la desviación estándar total, So	So considerando la varianza del tránsito	So SIN considerar la varianza del tránsito
Flexible	0.40 – 0.50	0.49	0.44
Rígido	0.30 – 0.40	0.39	0.34

Fuente: Tabla tomada del AASHTO 93

Según la metodología AASHTO 93 sugiere utilizar 0.35 dado que es una vía principal que se encuentra con estructura de pavimentos, esto como se observa en la Tabla 9.

8.1.3 Serviciabilidad

El concepto de serviciabilidad se refiere a la capacidad de "servir" al tránsito que rodará sobre el pavimento. Esta capacidad de servicio se mide con el Índice Presente de Serviciabilidad (PSI), que oscila de 1 a 5, siendo 1 un camino "imposible" y 5 el camino "perfecto".

Tabla 10. Desviación estándar método AASHTO 93.

Tipo de vía	Índice de serviciabilidad del pavimento (PSI)			
	Pavimento flexible		Pavimento rígido	
	PSI inicial	PSI final	PSI inicial	PSI final
Vías principales	4.2	2.5	4.5	2.5
Vías secundarias		2.0		2.0
Condición de falla		1.5		1.5

Fuente: Tabla tomada del AASHTO 93

La escogencia de un índice más bajo que pueda tolerarse antes de que sea necesario un refuerzo o una rehabilitación, la AASHTO sugiere un valor de 2.5 para las autopistas y vías principales y 2.0 para las demás carreteras. En el ensayo AASHTO, se obtuvo un valor de 4.2 para los pavimentos flexibles, la serviciabilidad final se considerará 2.5.

8.1.4 Coeficiente de transferencia de carga (J)

Es un factor usado en los pavimentos rígidos para considerar la capacidad del concreto de distribuir cargas a través de las discontinuidades como las juntas o un dispositivo de transferencia de cargas de grietas, trabazón de agregados. En la **Tabla 11** se pueden observar los valores para la metodología.

Tabla 11. Coeficiente de transferencia de carga.

Tipo de berma	Concreto asfáltico		Anclada y de concreto de cemento Pórtland	
Dispositivos de transmisión de carga	Sí	No	Sí	No
Pavimentos con juntas Concreto simple o concreto reforzado	3.2	3.8 – 4.4	2.5 – 3.1	3.6 – 4.2
Pavimento de concreto continuamente reforzado	2.9 – 3.2	NA	2.3 – 2.9	NA

Fuente: Guía AASHTO 93

Para las diferentes unidades de diseño, considerando que se planteó un pavimento simple con juntas, con barras de transferencia de carga, se toma el valor promedio correspondiente a 2.8.

8.1.5 Coeficiente de drenaje para base granular

Debido a que el desempeño de las capas granulares (no ligadas) está directamente relacionado con las propiedades de drenaje de cada una de ellas, se incluye en el diseño un parámetro que representa el efecto de dichas condiciones en la estructura. Para capas granulares con buena calidad de drenaje (agua libre removida de la capa en un día) y para tiempos de exposición de la estructura a niveles de saturación de más del 25% de la vida útil del pavimento, el coeficiente es 1.0.

Tabla 12. Coeficiente de drenaje metodología AASHTO93.

Calidad del drenaje	% del tiempo en que la estructura del pavimento rígido está expuesta a humedades cercanas a la saturación			
	Menos del 1%	1% - 5%	5% - 25%	Más del 25%
Excelente	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Aceptable	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Malo	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy malo	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Fuente: Guía AASHTO 93

8.1.6 Espesor de la subbase granular

Antes de diseñar el espesor de la losa de concreto rígido, es necesario estimar los posibles niveles de soporte de la losa mediante el cáiculo del módulo efectivo de reacción de la subrasante en función del módulo de elasticidad de la subbase, el MR de la subrasante y el espesor de la subbase.

El valor representativo de la resistencia de la subrasante es el promedio de los datos obtenidos durante la exploración, recomendado por el método AASHTO. Para hallar el módulo resiliente de las unidades de diseño se aplica la siguiente ecuación.

$$MR\ (psi) = 1.500 * CBR$$

De lo cual se obtienen el siguiente valor para la vía del asentamiento humano Bajo Villa Jardín.

Bajo Villa Jardín CBR= 3.75% MR= 5.625 psi

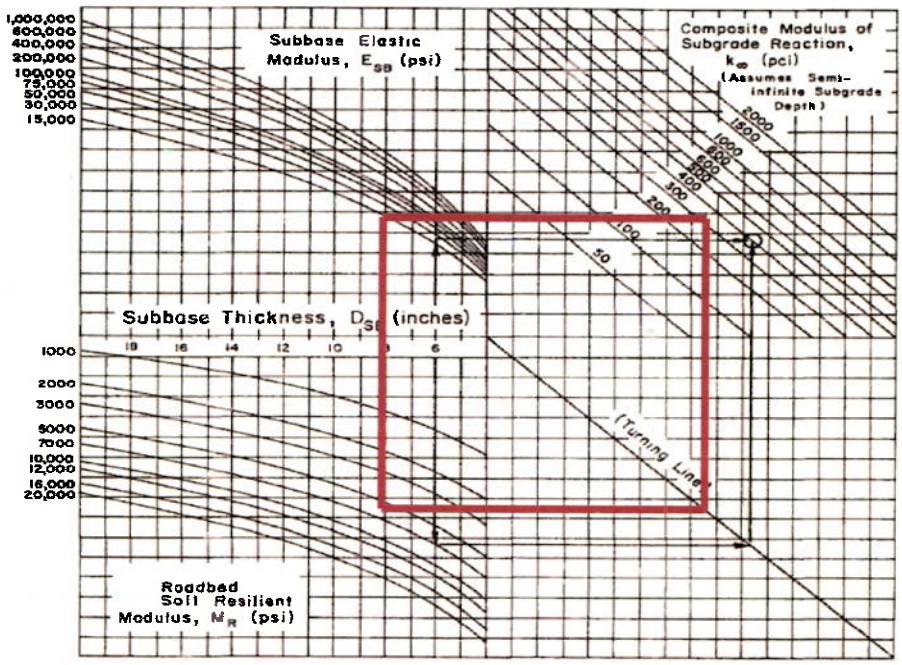


Figure 3.3. Chart for Estimating Composite Modulus of Subgrade Reaction, k_∞, Assuming a Semi-Infinite Subgrade Depth. (For practical purposes, a semi-infinite depth is considered to be greater than 10 feet below the surface of the subgrade.)

Figura 3.- Cálculo del coeficiente de balastro de la subrasante asumiendo el espesor de la subbase.
Fuente: Guía AASHTO 93

Figura 4. Cálculo del módulo de reacción compuesto del terreno.

D_{SB} (in)	E_{SBG} (psi)	Mr (psi)	Kc (psi)
8.0	14.000	5.625	**315**

Fuente: Guía AASHTO 93

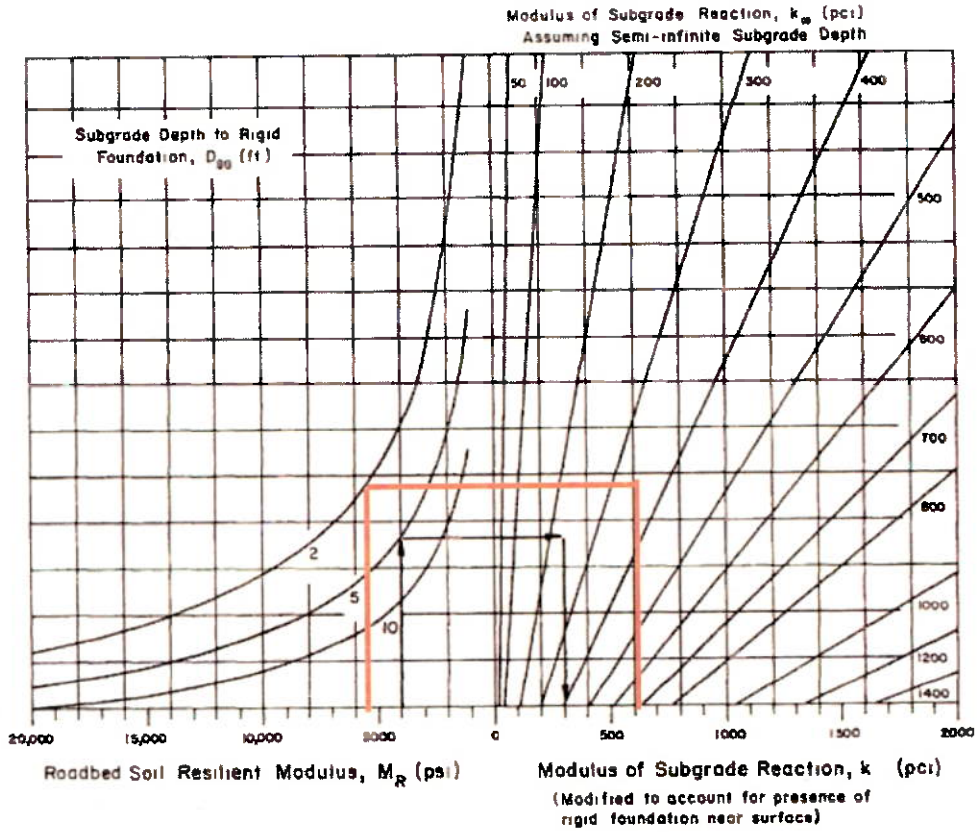


Figura 5. Cálculo del módulo de reacción modificado del terreno.

Mr (psi)	Prof estrato firme (ft)	K_C (pci)	K_m (pci)
5.625	2.0	315	**600**

Fuente: Guía AASHTO 93

En la **Tabla 13,** se presentan valores representativos de la pérdida de soporte según los materiales de soporte de la losa, por lo que se determina aplicar LS: 1.0.

Tabla 13. Rangos típicos de factores de pérdida de soporte para diferentes tipos de materiales.

Tipo de material	Pérdida de soporte (LS)
Base granular tratada con cemento (E = 1000.000 a 2.000.000 psi)	0,0 a 1,0
Mezclas de agregados con cemento (E = 500.000 a 1.000.000 psi)	0,0 a 1,0
Base tratada con asfalto (E = 350.000 a 1.000.000 psi)	0,0 a 1,0
Mezclas estabilizadas con bitumen (E = 40.000 a 300.000 psi)	0,0 a 1,0
Estabilizado con cal (E = 20.000 a 70.000 psi)	1,0 a 3,0
Materiales granulares no ligados (E = 15.000 a 45.000 psi)	1,0 a 3,0
Materiales de subgrado naturales o Suelos de grano fino (E = 3.000 a 40.000 psi)	2,0 a 3,0

Fuente: Guía AASHTO 93

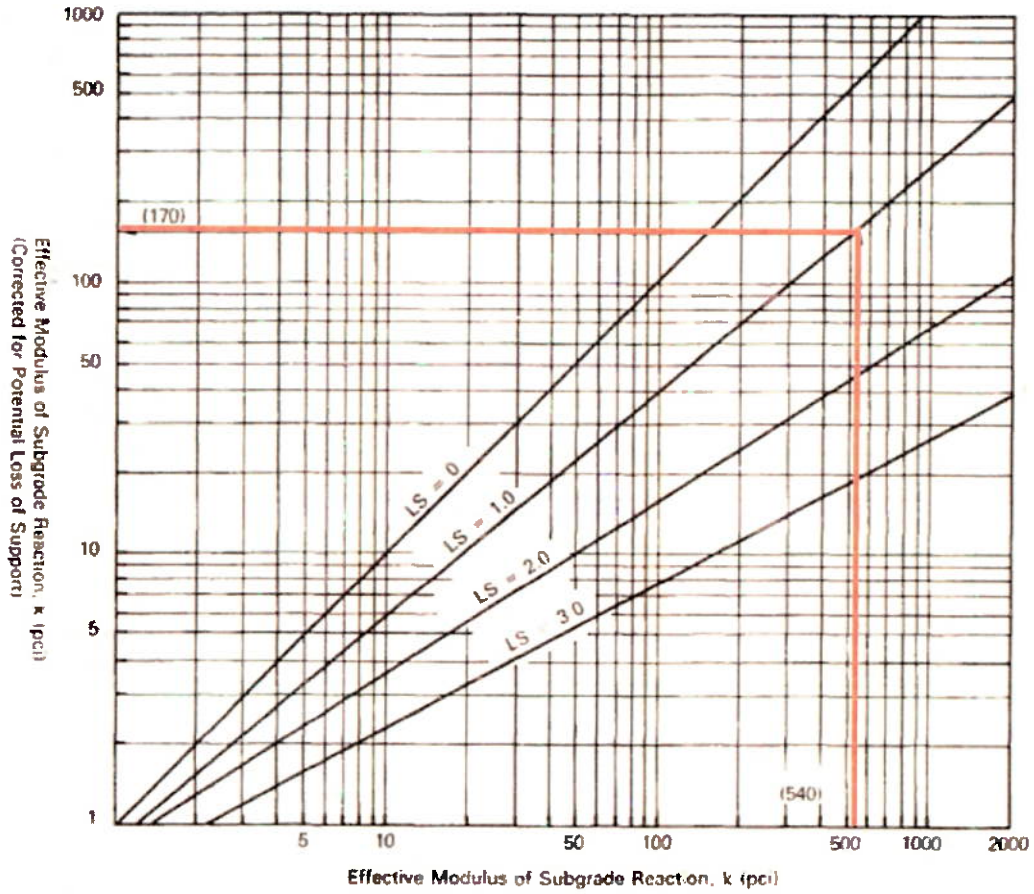


Figure 3.6. Correction of Effective Modulus of Subgrade Reaction for Potential Loss of Subbase Support (6)

Figura 6. Cálculo del módulo de reacción de la subrasante.

K_m (pci)	LS/Pérdida de soporte	K_e (pci)
600	1.0	170

Fuente: *Guía AASHTO 93*

Con lo anterior se determina un módulo efectivo de reaccion de la subrasante de 170.

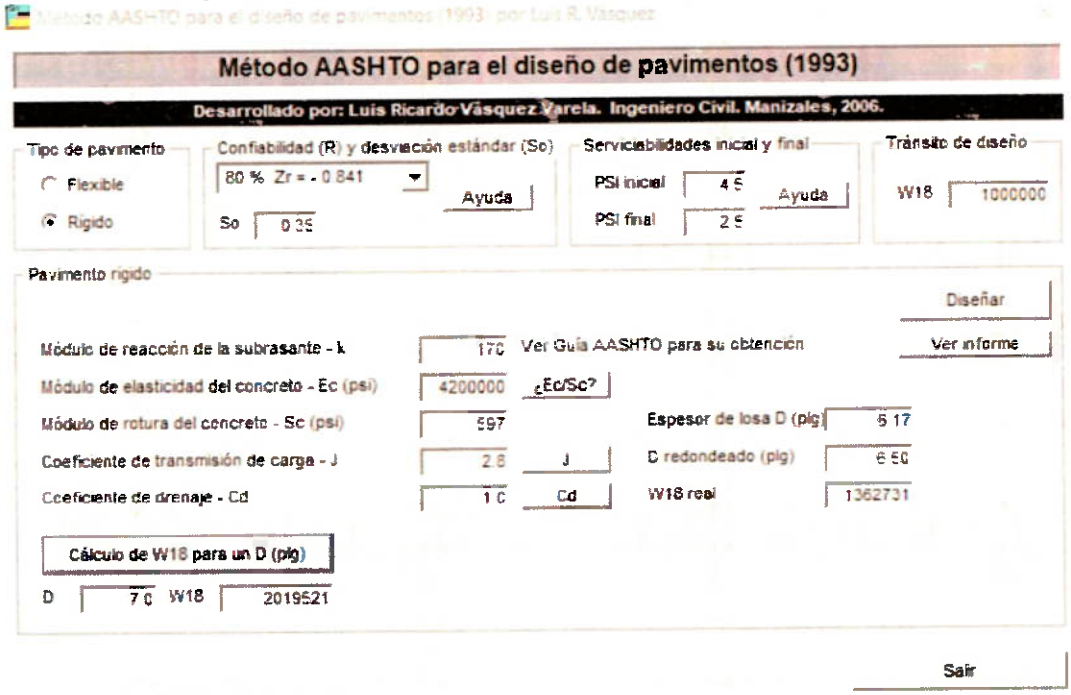
8.1.7 Determinación del número estructural (SN)

El número estructural es la variable que el método AASHTO emplea para definir las características propias de cada proyecto, en otras palabras, es la medida a satisfacer con cualquiera de las alternativas de pavimento que se postulen para el proyecto en estudio.

Ejes equivalentes	**W18=** 1.000.000
Confiabilidad	R= 0.80
Desviación Estándar	So= 0.35
Serviciabilidad Inicial	Pi = 4.2
Serviciabilidad Final	Pt = 2.5
Coeficiente de Transferencia de carga (J)	2.8
Módulo de reacción de la subrasante (k) (psi/in)	170
Módulo de elasticidad del concreto (psi)	4.200.000
Módulo de rotura del concreto (Sc, (psi)	597 (MR=42)
Coeficiente de drenaje – Subbase granular	1.0

En la **Figura 7** para el cálculo de la estructura de pavimentos se utilizó la herramienta informática Ecuación AASHTO 93, diseñada por el Ingeniero Luis Ricardo Vásquez Varela.

Figura 7.- Determinación de la estructura de pavimento rígido.



Fuente: Software gratis "Ecuación AASHTO 93" elaborado por el Ing. Luis Ricardo Vásquez Varela

Por facilidad constructiva se redondea el espesor a 17.5 centímetros para la vía Bajo Villa Jardín y se precisa hacer la recomendación de que si el ancho de la calzada es de 4.5 metros, se propone un espesor de 20.0 centímetros para no fraccionar la losa en el sentido transversal.

Acero de refuerzo longitudinal Barras de anclaje

El acero que se encuentra en el sentido longitudinal se estimó con la **Tabla 14**, con varilla de 1/2" de 85 centímetros de longitud, separado según se indica el plano de modulación de las losas.

Tabla 14.- Recomendaciones para las barras de anclaje.

Espesor de losa (mm)	Barras de ϕ 9,5 mm (3/8")				Barras de ϕ 12,7 mm (1/2")				Barras de ϕ 15,9 mm (5/8")			
	Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)		
		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)
Acero de fy= 187,5 MPa (40.000 psi)												
150		0,80	0,75	0,65		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
175		0,70	0,60	0,55		1,20	1,10	1,00		1,20	1,20	1,20
200	0,45	0,60	0,55	0,50	0,60	1,05	1,00	0,90	0,70	1,20	1,20	1,20
225		0,55	0,50	0,45		0,85	0,85	0,80		1,20	1,20	1,20
250		0,45	0,45	0,40		0,85	0,80	0,70		1,20	1,20	1,10
Acero de fy= 280 MPa (60.000 psi)												
150		1,20	1,10	1,00		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
175		1,05	0,95	0,85		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
200	0,65	0,90	0,80	0,75	0,85	1,20	1,20	1,20	1,00	1,20	1,20	1,20
225		0,80	0,75	0,65		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
250		0,70	0,65	0,60		1,20	1,15	1,10		1,20	1,20	1,20

Fuente: Tomada del manual de pavimentos rígido del INVIAS, "Tabla 6-1. Recomendaciones para las barras de anclaje".

Acero de refuerzo transversal - Dovelas

Las dovelas para la estructura de pavimento según la Tabla 15 corresponde a varilla lisa de 7/8 de longitud de 35 centímetros separada cada un 30 centímetro, donde el centro de la varilla debe ir en la mitad del espesor de la losa, esto como se muestra en el plano anexo de modulación de losas.

Tabla 15.- Recomendaciones para las dovelas.

Espesor del pavimento	Diámetro del pasador		Longitud	Separación entre centros
	mm	Pulgada	mm	mm
0 - 100	13	1/2	250	300
110 - 130	16	5/8	300	300
140 - 150	19	3/4	350	300
160 - 180	22	7/8	350	300
190 – 200	25	1	350	300
210 – 230	29	1 1/8	400	300
240 - 250	32	1 1/4	450	300
260 - 280	35	1 3/8	450	300
290 - 300	38	1 1/2	500	300

Fuente: Tomada del manual de pavimentos rígido del INVIAS, "Tabla 6-2. Recomendaciones para la selección de los pasadores de carga".

Juntas de expansión o aislamiento

Del "Manual de diseño de pavimentos en concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito." Se tiene que las juntas de expansión alrededor de elementos incorporados dentro del pavimento, tales como sumideros, cámaras de inspección o cajas, deben estar como mínimo a 300 mm de los bordes de dichos elementos y su forma deber ser poligonal, circular, o semicircular.

Cuando se trate de juntas de expansión o aislamiento con una forma poligonal, hay que construir juntas longitudinales o transversales, contracción, en cada uno de los vértices del polígono. Si la junta de aislamiento tiene forma circular o semi-circular, de ella debe salir al menos una junta longitudinal o transversal de contracción. Esto como se observa en la **Figura 8.**

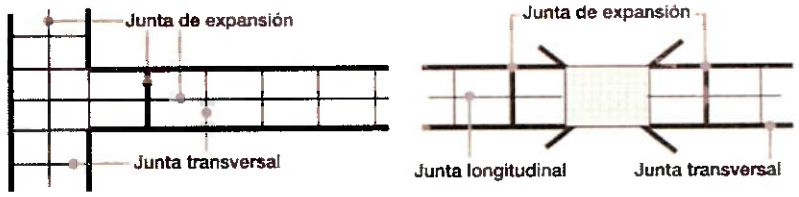


Figura 6.1. Juntas de expansión en las intersecciones y cerca de algún obstáculo

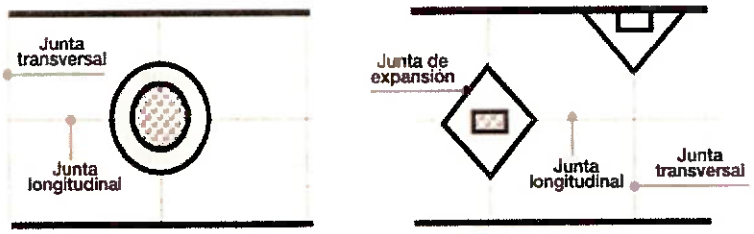


Figura 6.2. Juntas de expansión alrededor de elementos incorporados dentro del pavimento

Figura 8. Juntas longitudinales y de expansión para protección de obras hidráulicas.
Fuente: *Manual de diseño de pavimentos en concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.*

Acero de refuerzo de las losas

El refuerzo requerido para el control del ancho de grietas es una función del tamaño y del espesor de la losa. Para eliminar las juntas de contracción, se recomienda colocar una cuantía mínima de acero correspondiente al 0,5% de la sección transversal en la dirección en que se elimina la junta de contracción

La parrilla debe colocarse lo más cerca posible de la parte superior de la losa, recomendándose que se coloque a una profundidad de 1/3 del espesor de la losa, y debe tener un recubrimiento mínimo de entre 35 y 50 mm. Esta armadura no debe atravesar las juntas.

$$Cuantía: 0.005 * 17.5 * 100 = 8.75\ {}^{cm^2}/_{m}$$

$$Cuantía: 0.005 * 20 * 100 = 10.0\ {}^{cm^2}/_{m}$$

Debido a la cuantía tan alta se plantea el refuerzo en una malla por lo que se tendría una cuantía en cada sentido de 8.75.00 cm2/m para la losa de17.5 cm de espesor.

$$\#\ de\ varillas: = \frac{8.75\ {}^{cm^2}/_{m}}{0.71\ cm^2} = 13\ varillas\ 3/8"\ /m$$

$$Espaciamiento: = \frac{1\ m}{13\ varillas} = 1\ varilla\ 3/8"\ cada\ 8.0\ cm$$

Debido a la cuantía tan alta se plantea el refuerzo en una malla por lo que se tendría una cuantía en cada sentido de 10.00 cm2/m para la losa de 20 cm de espesor

$$\#\ de\ varillas: = \frac{10.0\ {}^{cm^2}/_{m}}{0.71\ cm^2} = 15\ varillas\ 3/8"\ /m$$

$$Espaciamiento: = \frac{1\ m}{15\ varillas} = 1\ varilla\ 3/8"\ cada\ 7.0\ cm$$

Las losas que se refuercen se debe colocar las varillas de 3/8" planteadas para cada espesor por metro en cada sentido (X y Y) en una malla. Las losas que requieren refuerzo se muestran en el plano anexo de modulación de losas del pavimento.

Modulación de las losas

Se deben tener en cuenta las consideraciones propuestas en el plano anexo de la configuración de las losas de pavimento rígido, bajo la condición geométrica simétrica donde el concreto no requiere acero de refuerzo y las condiciones asimétricas o irregulares donde se recomienda el acero de refuerzo de las losas de concreto.

ESPESORES DE PAVIMENTO RÍGIDO

En la **Tabla 16** se presentan los espesores de pavimentos de concreto rígido aplicando la metodología AASHTO 93, que se proponen para las unidades de diseño.

Tabla 16.- Dimensiones de las losas de pavimento rígido aplicando la metodología AASHTO 93 para las unidades de diseño.

UNIDAD DE DISEÑO	Espesor de la losa (in - cm)	Soporte Subbase granular (in - cm)	Barras de anclaje fy= 280MPa			Resistencia (kg/cm²) MR	BERMAS, ANDÉN
			Separación Entre barras (m)	Diámetro de la barra (in)	Longitud (m)		
1	7.0" ~ 17.50	8" – 20	1.00	1/2"	0.85	42	SI
1	8.0" ~ 20.0	8" – 20	1.00	1/2"	0.85	42	SI

Fuente: *Elaboración propia*

En la **Tabla 17** se muestran las dimensiones de diseño de las losas del pavimento rígido siguiendo la relación de esbeltez L/a que se encuentre en el rango entre 1 y 1.3.

Tabla 17.- Dimensiones de las losas de pavimento rígido para las unidades de diseño.

UNIDAD DE DISEÑO	Sector	Ancho de la losa (m) máximo	Largo de la losa (m) máximo	Relación entre el largo y el ancho de la losa
1	Bajo Villa Jardín	3	3.5	1.16
1	Bajo Villa Jardín	4.5	4.5	1.00

Fuente: *Elaboración propia*

8.2 MÉTODO AASHTO 93

El procedimiento de diseño recomendado por la "American Association of State Highway and Transportation Officials" se basa en los resultados de ensayos viales en la década de los cincuenta y sesenta y se viene ajustando desde entonces. Está orientado a la estimación del desempeño del pavimento en función de su serviciabilidad antes que en la falla estructural.

8.2.1 CONFIABILIDAD (R)

Es la probabilidad de que la serviciabilidad del pavimento sea mantenida a un nivel aceptable para el usuario a través del período de análisis. Es función del tipo de vía, para vías locales, entre 50% y 80%. En este caso se eligió el 80%.

Tabla 18. Confiabilidad método AASHTO 93.

Clasificación funcional	Confiabilidad recomendada	
	Urbano	Rural
Interestatales y otras autopistas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Tabla tomada del AASHTO 93

En la Tabla 18 se muestran los valores de la confiabilidad y se adopta un valor del 80% para el proyecto.

8.2.2 DESVIACIÓN ESTÁNDAR (So)

Cubre la variabilidad inherente al desempeño de cualquier estructura de pavimento y es función del tipo de éste. Para pavimentos flexibles AASHTO sugiere 0.44. Como se presenta en la **Tabla 19**

Tabla 19. Desviación estándar método AASHTO 93.

Tipo de pavimento	Rango para la desviación estándar total, So	So considerando la varianza del tránsito	So SIN considerar la varianza del tránsito
Flexible	0.40 – 0.50	0.49	0.44
Rígido	0.30 – 0.40	0.39	0.34

Fuente: Tabla tomada del AASHTO 93

8.2.3 SERVICIABILIDAD

El concepto de serviciabilidad se refiere a la capacidad de "servir" al tránsito que rodará sobre el pavimento. Esta capacidad de servicio se mide con el Índice Presente de Serviciabilidad (PSI), que oscila de 1 a 5, siendo 1 un camino "imposible" y 5 el camino "perfecto".

Tabla 20. Serviciabilidad propuesta del método AASHTO 93.

Tipo de vía	Índice de serviciabilidad del pavimento (PSI)			
	Pavimento flexible		Pavimento rígido	
	PSI inicial	PSI final	PSI inicial	PSI final
Vías principales	4.2	2.5	4.5	2.5
Vías secundarias		2.0		2.0
Condición de falla		1.5		1.5

Fuente: Tabla tomada del AASHTO 93

La escogencia de un índice más bajo que puede tolerarse antes de que sea necesario un refuerzo o una rehabilitación, la AASHTO sugiere un valor de 2.5 para las autopistas y vías principales y 2.0 para las demás carreteras. En el ensayo AASHTO, se obtuvo un valor de 4.2 para los pavimentos flexibles, la serviciabilidad final se considerará 2.5. Esto como se presenta en la **Tabla 20**.

8.2.4 MÓDULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE (Mr)

La resistencia mecánica de la subrasante se mide con su módulo de resiliencia, el cual a su vez puede estimarse con base en el resultado del ensayo de Valor Soporte Relativo de California (CBR).

El valor representativo de la resistencia de la subrasante es el promedio de los datos obtenidos durante la exploración, recomendado por el método AASHTO. Para hallar el módulo resiliente de las unidades de diseño se aplica la siguiente ecuación.

$$MR\ (psi) = 1.500 * CBR$$

De lo cual se obtienen el siguiente valor para la vía del asentamiento humano Bajo Villa Jardín.

Bajo Villa Jardín CBR= 3.75% MR= 5.625 psi

8.2.5 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA BASE GRANULAR (a2) Y SUBBASE GRANULAR (a3)

El coeficiente estructural, una característica propia de cada uno de los posibles materiales que pueden incluirse dentro de la estructura de pavimento. Para el caso de la base granular, se elige a partir del Módulo Resiliente del material, e indirectamente con la correlación al CBR Para una base granular con CBR de 80%, el Coeficiente estructural es 0.131. Para CBR 100% es 0.140.

Para material tipo subbase, la correlación entre CBR y coeficiente estructural indica un coeficiente de 0.100, si se trata de una subbase con CBR de 25%.

8.2.6 COEFICIENTE DE DRENAJE PARA BASE Y SUBBASE GRANULAR (m2 y m3)

Debido a que el desempeño de las capas granulares (no ligadas) está directamente relacionado con las propiedades de drenaje de cada una de ellas, se incluye en el diseño un parámetro que representa el efecto de dichas condiciones en la estructura. Para capas granulares con buena calidad de drenaje (agua libre removida de la capa en un día) y para tiempos de exposición de la estructura a niveles de saturación de más del 25% de la vida útil del pavimento, el coeficiente es 1.0.

8.2.7 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO ASFÁLTICO (a1)

El coeficiente estructural de una capa densa de concreto asfáltico está dado por su Módulo de Resiliencia, e indirectamente por la Estabilidad Marshall (AASHTO T245 o ASTM D1633), el coeficiente estructural para este tipo de capa es del orden de 0.44, si el módulo de elasticidad de la mezcla es superior a 350.000 psi. En este caso se empleará un coeficiente de 0.40. Esto como se puede observar en la **Tabla 21** al ajuste realizado por temperatura.

Tabla 21. Ajuste por temperatura del coeficiente estructural del pavimento.

Mezcla densa en caliente	MDC a_i = 0.44 MDC a_i = 0.37 MDC a_i = 0.30	TMAP < 13 °C 13 °C ≤ TMAP < 20 °C 20 °C ≤ TMAP ≤ 30 °C
Mezcla densa en frío	MDF a_i =0.8 * 0.44 MDF a_i =0.8 * 0.37 MDF a_i =0.8 * 0.33	TMAP < 13 °C 13 °C ≤ TMAP < 20 °C 20 °C ≤ TMAP ≤ 30 °C
Base estabilizada con emulsión asfáltica	BEE-1 a_i = 0.20 BEE-2 a_i = 0.20 BEE-3 a_i = 0.14	Agregado grueso Agregado medio Suelo
Base estabilizada con cemento	BEC-1 a_i = 0.16 BEC-2 a_i = 0.14 BEC-3 a_i = 0.13	A-1-a; A-1-b A-3; A-2-4; A-2-5 A-2-6; A-2-7; A-4 A-5; A-6; A-7
Base granular	BG-1, BG-2	a_i = 0.14
Sub-base granular	SBG-1, SBG-2	a_i = 0.12

Fuente. Manual de diseño de pavimentos Asfálticos en Vías con Medios y Altos Volúmenes de Tránsito, INVIAS 1998. (Documento original).

Se determina y establece de acuerdo con la temperatura media anual del municipio de Manizales, Caldas y se plantea un coeficiente estructural de 0.40.

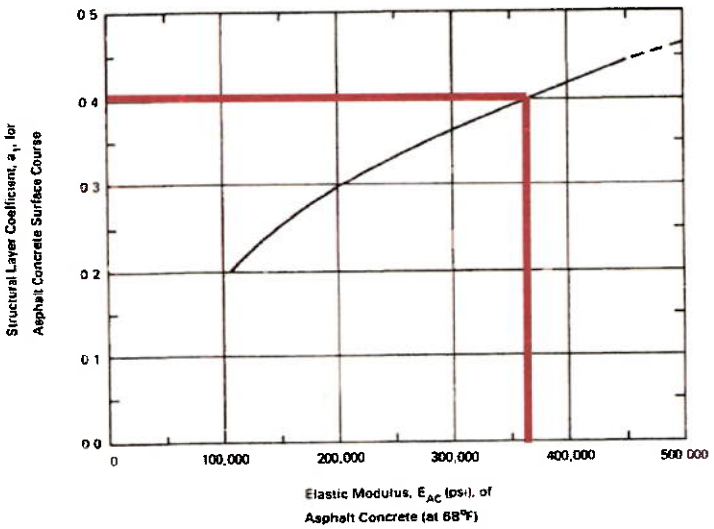


Figure 2.5. Chart for Estimating Structural Layer Coefficient of Dense-Graded Asphalt Concrete Based on the Elastic (Resilient) Modulus (3)

Figura 9.- Determinación del coeficiente estructural de la capa de rodadura asfáltica.
Fuente: Guía AASHTO93.

Este valor según la figura 2.5 del AASHTO 93 que se presenta en la **Figura 9** corresponde a una resistencia aproximada de la mezcla asfáltica de 360.000 PSI.

8.2.8 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL (SN)

El número estructural es la variable que el método AASHTO emplea para definir las características propias de cada proyecto, en otras palabras, es la medida a satisfacer con cualquiera de las alternativas de pavimento que se postulen para el proyecto en estudio.

Se estimó el número estructural para el valor esperado de ejes equivalentes a ejes sencillos de de 8.2Ton de acuerdo con el estudio de tránsito.

PAVIMENTO ASFÁLTICO

Ejes equivalentes	**W18= 68.028**
Confiabilidad	R= 0.80
Desviación Estándar	So= 0.44
Serviciabilidad Inicial	Pi = 4.2
Serviciabilidad Final	Pt = 2.5
Coeficiente de capa – Capa de rodadura (a1)	0.40
Coeficiente de capa – Base granular (a2)	0.13
Coeficiente de capa – Subbase granular (a3)	0.102
Coeficiente de drenaje – Capa de rodadura (m1)	1.0
Coeficiente de drenaje – Base granular (m2)	1.0
Coeficiente de drenaje – Subbase granular (m3)	1.0
Módulo de elasticidad Capa de rodadura (psi)	360.000
Módulo de elasticidad Base granular (psi)	30.000
Módulo de elasticidad Subbase granular (psi)	14.000
CBR de diseño – Percentil50	CBR= 3.75
Módulo resiliente subrasante (MR) (psi)	**MR= 5.625**

Para el cálculo de la estructura de pavimentos se utilizó la herramienta informática Ecuación AASHTO 93, diseñada por el Ingeniero Luis Ricardo Vásquez Varela. En la **Figura 10** se observa el cálculo de la estructura de pavimento de la vía.

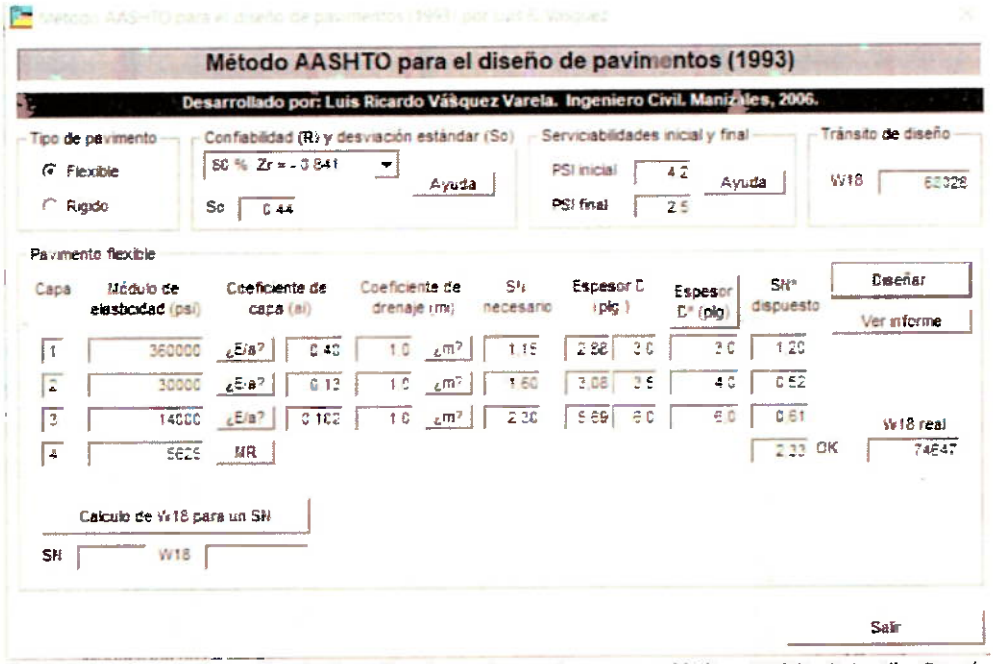


Figura 10.- Determinación de la estructura de pavimento asfáltico, Unidad de diseño vía.
Fuente: Software gratis "Ecuación AASHTO 93" elaborado por el Ing. Luis Ricardo Vásquez Varela

8.2.9 ESPESORES Y TIPO DE PAVIMENTO

Es importante mencionar que AASHTO 93 según el nivel de tránsito sugiere los espesores mínimos permisibles a los que podría dar lugar su aplicación, esto aplica para concreto asfáltico y base granular como se muestra en la **Tabla 22**.

Tránsito - W18	Concreto Asfáltico -(plg)	Base granular - (plg)
<50000	1.0 ó TS	4
50000-150000	2.0	4.0
150000-500000	2.5	4.0
500000-2000000	3.0	6.0

Tabla 22.- Espesores mínimos de capas recomendados por AASHTO'93
Fuente: AASHTO-93. Guide for Design of Pavement Structures.

Para lograr una estructura de pavimento que sea consistente con el diseño es necesario emplear materiales y procedimientos constructivos adecuados. Y al momento de construir una estructura, en particular, es necesario completar un diseño apropiado de la mezcla de agregados y de algún agente o agente estabilizador si fuera necesario.

La solución elegida, debe satisfacer los espesores de capa indicados, el coeficiente estructural elegido en el diseño y los valores de CBR promedio. Los coeficientes

estructurales se eligieron de acuerdo con las condiciones mínimas de calidad exigidas en las especificaciones de construcción INVIAS.

Las especificaciones para las estructuras de pavimento sugeridas son las siguientes:

Carpeta asfáltica: MDC	INV 450 2022
Imprimación	INV 420 2022
Base granular	INV 330 2022
Subbase granular:	INV 320 2022

A continuación, se muestran la estructura sugerida para la unidad de diseño calculadas como se observa en la **Figura 10** de acuerdo con los diferentes parámetros establecidos para el pavimento, se resumen los espesores hallados en la **Tabla 23.**

ESTRUCTURA	Espesor (cm)	Espesor (pulg)
Carpeta Asfáltica	7.5	3.0
Base Granular	10.0	4.0
Sub Base Granular	15.0	6.0

Tabla 23.- Estructuras de pavimento asfáltico, método AASHTO 93
Fuente: Elaboración propia.

Con la aplicación del numeral 3.1.4 "*Selection of layer thicknesses*" del manual de diseño de pavimentos AASHTO 93 se establece el espesor mínimo de pavimento de 2.0" o 5.0 centímetros. Mediante el número estructural se identificó un conjunto de capas cuyos espesores convenientemente combinados, proporcionen la capacidad portante correspondiente a dicho SN. Para esto se aplicó la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3$$

Fuente: *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures.*

Esta expresión no conduce a una solución única, sino que presenta muchas combinaciones técnicamente válidas y en este caso mediante las visitas de campo se aplica un espesor de subbase para realizar la nivelación de la vía, por lo que la estructura de pavimento propuesta para el tramo de pavimento calculado serían las que se muestran en la **Tabla 24.**

Tabla 24.- Cálculo estructura de pavimento combinada con mezcla asfáltica MDC-19

DISEÑO ASFALTO				
Estructura	**D (cm)**	**D (IN)**	**ai**	**SN**
MDC-19	**7.5**	3.0	0.40	1.200
BASE GRANULAR TIPO C	**10.0**	4.0	0.13	0.52
SUBBASE GRANULAR TIPO C	**15.0**	6.0	0.102	0.612
SN Dispuesto				2.332
SN Necesario				2.33

Fuente: Elaboración propia.

La estructura dadas las características corresponde a espesores mínimos y a valores de mejoramiento de la subrasante dados los valores del ensayo del CBR inalterado

9 DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ANDÉN

9.1 MÉTODO AASHTO 93

El procedimiento de diseño recomendado por la "American Association of State Highway and Transportation Officials" se basa en los resultados de ensayos viales en la década de los cincuenta y sesenta y se viene ajustando desde entonces. Está orientado a la estimación del desempeño del pavimento en función de su serviciabilidad antes que en la falla estructural.

9.1.1 Confiabilidad (R)

Es la probabilidad de que la serviciabilidad del pavimento sea mantenida a un nivel aceptable para el usuario a través del período de análisis. Es función del tipo de vía, en la **Tabla 25** se observan los valores de la confiabilidad según la característica de la vía.

Tabla 25. Confiabilidad método AASHTO 93.

Clasificación funcional	Confiabilidad recomendada	
	Urbano	Rural
Interestatales y otras autopistas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: *Tabla tomada del AASHTO 93*

En la **Tabla 26** se muestran los valores de la confiabilidad adoptados para el cálculo del pavimento rígido en el proyecto.

Tabla 26. Confiabilidad implementada del método AASHTO 93.

Unidad	Sector	Categoría de tránsito
1	Bajo Villa Jardín	80%

Fuente: *Elaboración propia*

9.1.2 Desviación estándar (So)

Cubre la variabilidad inherente al desempeño de cualquier estructura de pavimento, y es función del tipo de éste. Para pavimentos rígidos considerando la varianza del tránsito en el tramo vial según la metodología AASHTO 93 sugiere utilizar 0.39.

9.1.3 Serviciabilidad

El concepto de serviciabilidad se refiere a la capacidad de "servir" al tránsito que rodará sobre el pavimento. Esta capacidad de servicio se mide con el Índice Presente de Serviciabilidad (PSI) que oscila de 1 a 5, siendo 1 un camino "imposible" y 5 el camino "perfecto".

La escogencia de un índice más bajo que puede tolerarse antes de que sea necesario un refuerzo o una rehabilitación, la AASHTO sugiere un valor de 2.5 para las autopistas y vías principales y 2.0 para las demás carreteras. En el ensayo AASHTO, se obtuvo un valor de 4.2 para los pavimentos flexibles, la serviciabilidad final se considerará 2.0.

9.1.4 Coeficiente de transferencia de carga (J)

Es un factor usado en los pavimentos rígidos para considerar la capacidad del concreto de distribuir cargas a través de las discontinuidades como las juntas o un dispositivo de transferencia de cargas de grietas, trabazón de agregados. En la **Tabla 27** se pueden observar los valores para la metodología.

Tabla 27. Coeficiente de transferencia de carga.

Table 2.6. Recommended Load Transfer Coefficient for Various Pavement Types and Design Conditions

Shoulder	Asphalt		Tied P.C.C.	
Load Transfer Devices	Yes	No	Yes	No
Pavement Type				
1 Plain jointed and jointed reinforced	3.2	3.8–4.4	2.5–3.1	3.6–4.2
2 CRCP	2.9–3.2	N/A	2.3–2.9	N/A

Fuente: Guía AASHTO 93

Para las diferentes unidades de diseño, considerando que se planteó un pavimento simple con juntas, con barras de transferencia de carga, se toma el valor promedio correspondiente a 2.8.

9.1.5 Coeficiente de drenaje para base granular

Debido a que el desempeño de las capas granulares (no ligadas) está directamente relacionado con las propiedades de drenaje de cada una de ellas, se incluye en el diseño un parámetro que representa el efecto de dichas condiciones en la estructura. Para capas granulares con buena calidad de drenaje

(agua libre removida de la capa en un día) y para tiempos de exposición de la estructura a niveles de saturación de más del 25% de la vida útil del pavimento, el coeficiente es 1.0.

9.1.6 Determinación del espesor de la subbase granular

Para determinar el espesor de la subbase granular se implementa el ábaco sugerido para hallar con el módulo resiliente de la subrasante, el espesor y el módulo de elasticidad de la subbase granular de acuerdo con el valor de CBR.

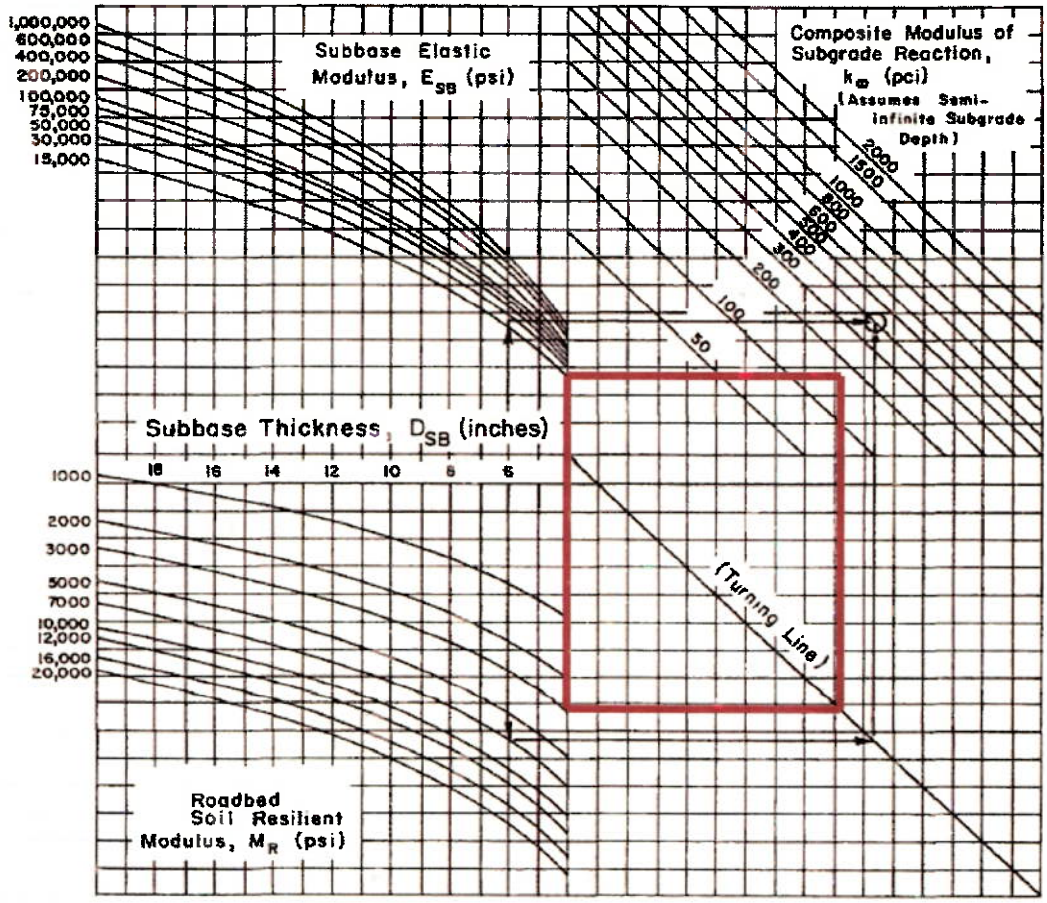


Figura 11.- Modulo compuesto de reacción de la subrasante.
Fuente: AASHTO93

Figura 12. Cálculo del módulo de reacción compuesto del terreno.

D_{SB} (in)	E_{SbG} (psi)	Mr (psi)	K_C (psi)
8.0	14.000	3.000	**160**

Fuente: Guía AASHTO 93

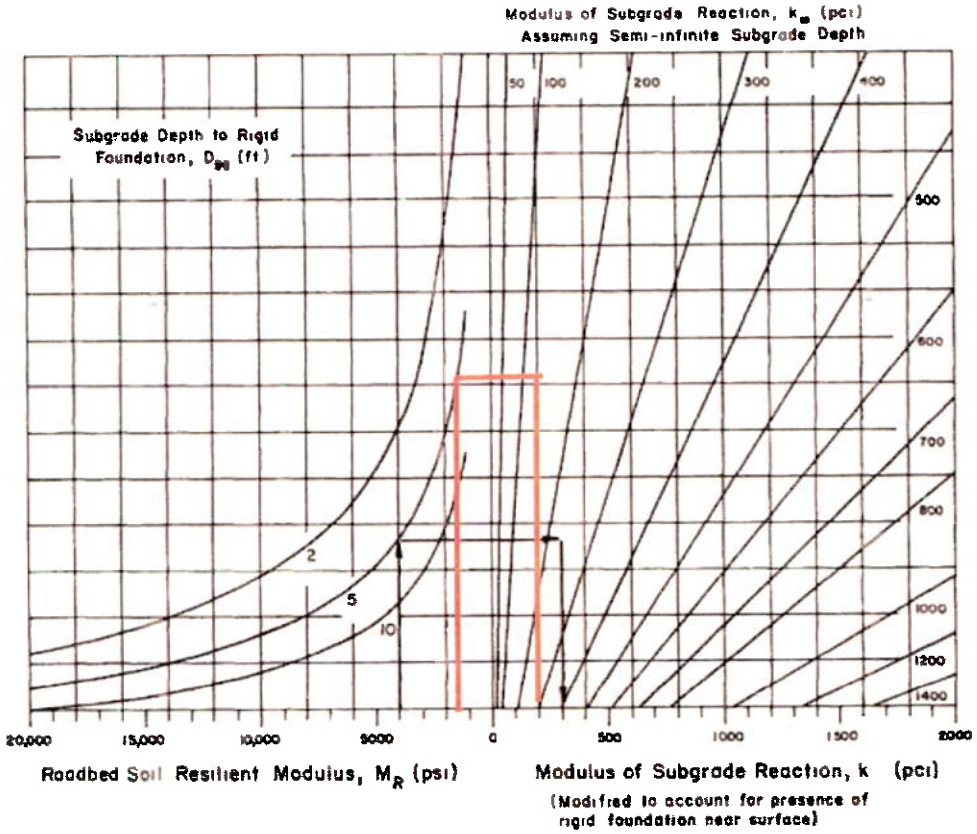


Figura 13. Cálculo del módulo de reacción modificado del terreno.

Mr (psi)	Prof estrato firme (ft)	Kc (pci)	Km (pci)
3.000	2.0	160	200

Fuente: Guía AASHTO 93

En la **Tabla 28.** Rangos típicos de factores de pérdida de soporte para diferentes tipos de materiales., se presentan valores representativos de la pérdida de soporte según los materiales de soporte de la losa, por lo que se determina aplicar LS: 1.0.

Tabla 28. Rangos típicos de factores de pérdida de soporte para diferentes tipos de materiales.

Tipo de material	Pérdida de soporte (LS)
Base granular tratada con cemento (E = 1000.000 a 2.000.000 psi)	0,0 a 1,0
Mezclas de agregados con cemento (E = 500.000 a 1.000.000 psi)	0,0 a 1,0
Base tratada con asfalto (E = 350.000 a 1.000.000 psi)	0,0 a 1,0
Mezclas estabilizadas con bitumen (E = 40.000 a 300.000 psi)	0,0 a 1,0
Estabilizado con cal (E = 20.000 a 70.000 psi)	1,0 a 3,0
Materiales granulares no ligados (E = 15.000 a 45.000 psi)	1,0 a 3,0
Materiales de subgrado naturales o Suelos de grano fino (E = 3.000 a 40.000 psi)	2,0 a 3,0

Fuente: Guía AASHTO 93

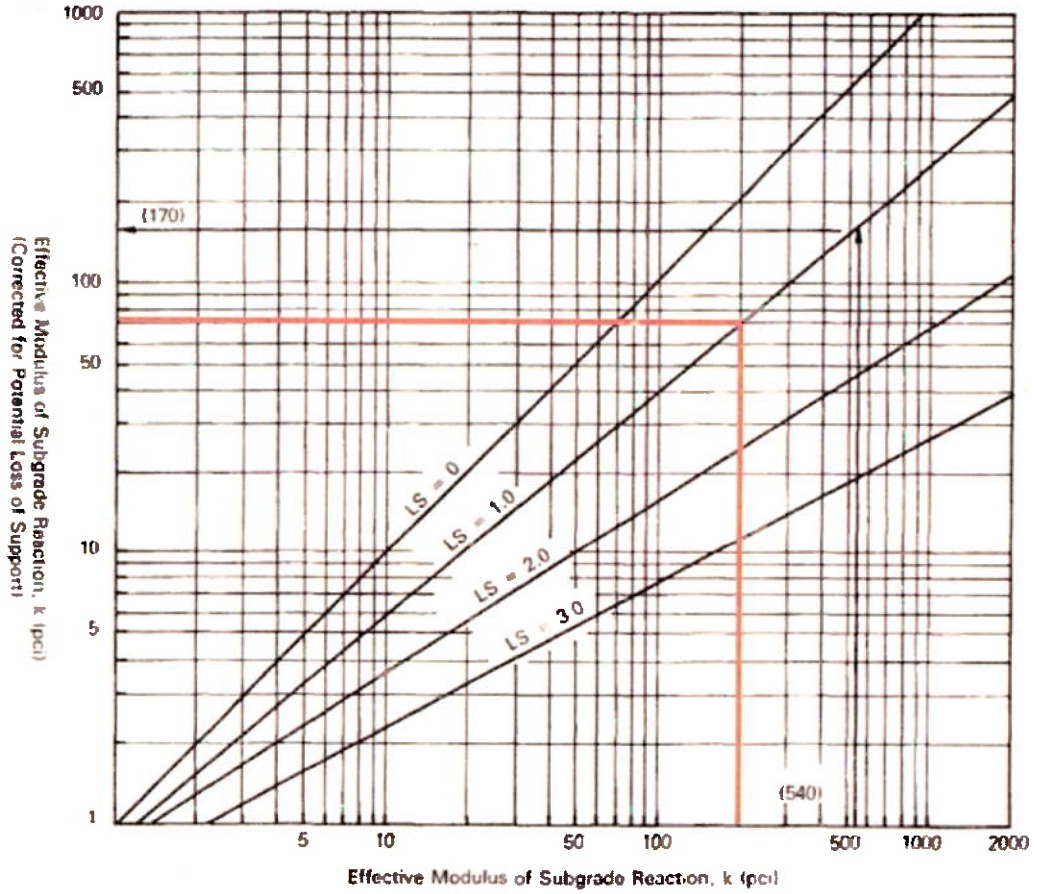


Figure 3.6. Correction of Effective Modulus of Subgrade Reaction for Potential Loss of Subbase Support (6)

Figura 14. Cálculo del módulo de reacción de la subrasante.

K_m (pci)	LS/Pérdida de soporte	K_e (pci)
200	1.0	70

Fuente: *Guía AASHTO 93*

Con lo anterior se determina un módulo efectivo de reacción de la subrasante de 70.

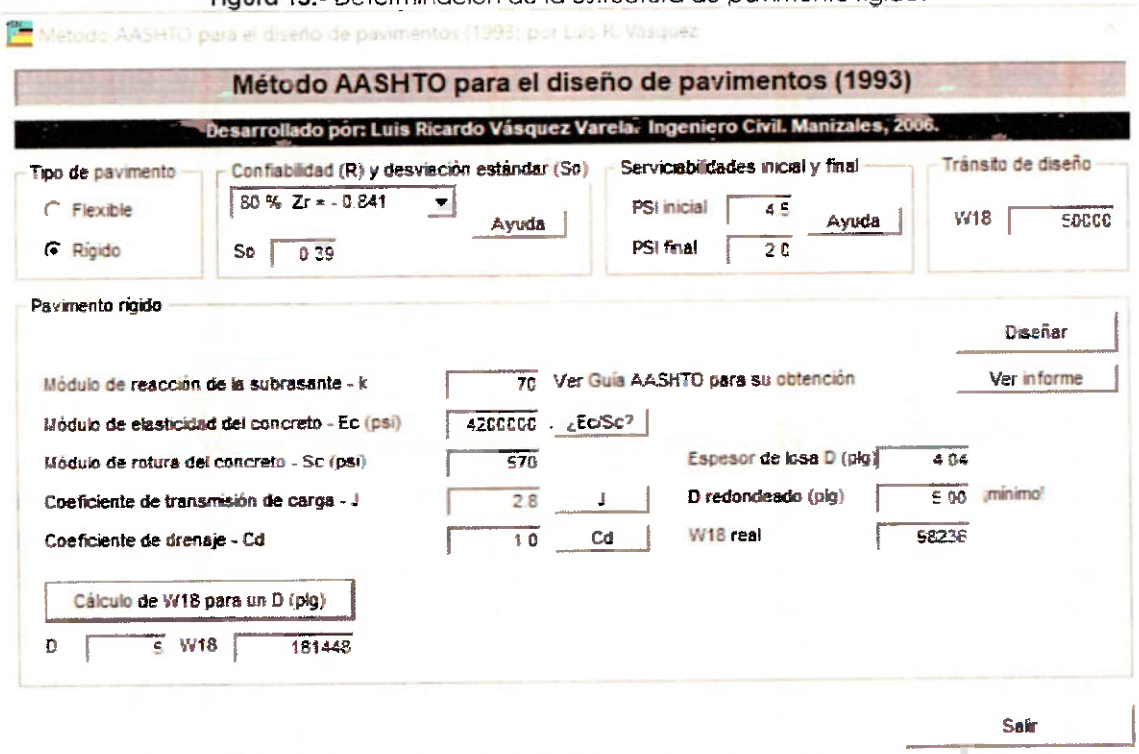
9.1.7 Determinación del número estructural (SN)

El número estructural es la variable que el método AASHTO emplea para definir las características propias de cada proyecto, en otras palabras, es la medida a satisfacer con cualquiera de las alternativas de pavimento que se postulen para el proyecto en estudio.

Ejes equivalentes (Mínimo)	**W18=** 50.000
Confiabilidad	R= 0.80
Desviación Estándar	So= 0.39
Serviciabilidad Inicial	Pi = 4.2
Serviciabilidad Final	Pt = 2.0
Pérdida de Serviciabilidad	ΔPSI= 2.2
Coeficiente de Transferencia de carga (J)	2.8
Módulo de reacción de la subrasante (k) (psi/in)	70
Módulo de elasticidad del concreto (psi)	4.200.000
Módulo de rotura del concreto (Sc) (psi)	570 (MR=40)
Coeficiente de drenaje – Subbase granular	1.0

Para el cálculo del espesor de la losa de pavimento se implementaron los parámetros enunciados.

Figura 15.- Determinación de la estructura de pavimento rígido.



Fuente: Software gratis "Ecuación AASHTO 93" elaborado por el Ing. Luis Ricardo Vásquez Varela

Para el cálculo de la estructura de pavimentos se utilizó la herramienta informática Ecuación AASHTO 93, diseñada por el Ingeniero Luis Ricardo Vásquez Varela. En la

Figura 15 se observa el cálculo de la estructura de pavimento para las diferentes unidades de diseño propuestas.

9.1.8 Espesores de pavimento rígido

En la **Figura 15** se presentan los espesores de pavimentos de concreto rígido aplicando la metodología AASHTO 93

Tabla 29.- Dimensiones de las losas de pavimento rígido aplicando la metodología AASHTO 93

Espesor de la losa (in - cm)	Soporte Subbase granular (in - cm)	Resistencia (kg/cm^2) MR	BORDILLO - SARDINEL
5" – 12.5	4" – 10	42	**SI**

Fuente: Elaboración propia

Para el andén la máxima longitud sin soportar junta corresponde a 2.5 metros. Sin embargo, el ancho del andén para esta longitud no debe ser inferior a 2.0 metros. En la **Tabla 30** se muestran las dimensiones de diseño de las losas del pavimento rígido siguiendo la relación de esbeltez L/a que se encuentre en el rango entre 1 y 1.3, donde se recomienda la proporción 1.5 metros de longitud y 1.5 metros de ancho.

Tabla 30.- Dimensiones de las losas de pavimento rígido

Sector	Ancho de la losa (m)	Largo de la losa (m)	Relación entre el largo y el ancho de la losa
Andén Bajo Villa Jardín	1.5	1.5	**1.0**

Fuente: Elaboración propia

Para un mejor funcionamiento en los movimientos de contracción y dilatación de las losas se recomienda por el espesor de la losa de pavimento, el uso de transmisores de carga en dovelas de varillas lisas de diámetro 5/8" de longitud de 30.0 centímetros y separados cada 30.0 centímetros.

Se recomienda que los andenes se encuentren confinados con bordillos en ambos costados, y en caso de requerirse que los pavimentos sean drenantes, en la parte inferior se debe realizar un dren francés.

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Para el diseño de pavimentos desde el componente de estudio de tránsito se determinó el número de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas para un período de diseño de 10 años en 68.028 para la estructura en pavimento flexible de tipo asfáltico, para el período de 20 años para la estructura de pavimentos rígido se proyecta un tránsito mayorado por el coeficiente 1.492 según la recomendación de la metodología AASHTO93 de 236.759 sin embargo, se recomienda trabajar para esta estructura de pavimentos con el valor mínimo recomendado por la normativa vigente de 1'000.000 de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas y se determina que este será el valor del NESE a implementar como insumo para el diseño de la estructura de pavimentos.

- Se realizó un diseño de pavimentos en pavimento asfáltico y concreto hidráulico, asimismo se proyecto en pavimento de concreto hidráulico el diseño del andén.

- Se utilizaron y actualizaron el número de ejes sencillos equivalentes del estudio de tránsito, adicionalmente la prospección geotécnica de pavimentos suministrada para cumplir la normativa vigente, con los ensayos que se muestra en la **Tabla 31** y **Tabla 32**.

Tabla 31.- Resumen ensayos de clasificación de suelos.

Sondeo	PROF (m)	LL	LP	IP	HUMEDAD NATURAL	%PASA 40	%PASA 200	S.U.C.S
1	1.50	37.76%	30.58%	7.18%	31.20%	75.22%	30.31%	SC
2	1.60	41.6.%	33.90%	7.73%	41.94%	51.37%	36.61%	SC
3	1.70	40.33%	33.18%	7.15%	34.35%	56.42%	35.7?%	SC
4	1.70	41.37%	34.05%	7.33%	31.40%	72.54%	36.38%	SC

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32.- Resumen ensayos de CBR inalterado.

PROF ENSAYO (m)	HUMEDAD NATURAL	PROF. (m)	CBR 0.2"	CONDICIÓN	CLASIFICACIÓN (USACE)
CBR 1	42.03	0.50	4.7	SATURADO	SC
CBR 2	51.58	0.60	2.7	SATURADO	SC
CBR 3	52.20	0.80	1.0	SATURADO	SC
CBR 4	54.57	0.70	6.6	SATURADO	SC

Fuente: Volumen de geotecnia.

- En la **Tabla 33** se muestran el resumen de las estructuras de pavimento rígido por el método AASHTO93.

Tabla 33.- Dimensiones de las losas de pavimento rígido aplicando la metodología AASHTO 93 para las unidades de diseño.

UNIDAD DE DISEÑO	Espesor de la losa (in - cm)	Soporte Subbase granular (in - cm)	Barras de anclaje fy= 280MPa			Resistencia (kg/cm²) MR	BERMAS, ANDÉN
			Separación Entre barras (m)	Diámetro de la barra (in)	Longitud (m)		
1	7.0" ~ 17.50	8" – 20	1.00	1/2"	0.85	42	SI
1	8.0" ~ 20.0	8" – 20	1.00	1/2"	0.85	42	SI

Fuente: *Elaboración propia*

- El diseñador deja a criterio de la entidad evaluar las alternativas de los métodos AASHTO 93 e INVIAS, y escoger la que considere que aporta un mayor costo – beneficio.

- En la **Tabla 34** se muestran el resumen de las estructuras de pavimento asfáltico por el método AASHTO93 calculada:

Tabla 34.- Estructuras de pavimento asfáltico, método AASHTO 93

DISEÑO ASFALTO				
Estructura	**D (cm)**	**D (IN)**	**ai**	**SN**
MDC-19	**7.5**	3.0	0.40	1.200
BASE GRANULAR TIPO C	**10.0**	4.0	0.13	0.52
SUBBASE GRANULAR TIPO C	**15.0**	6.0	0.102	0.612
SN Dispuesto				2.332
SN Necesario				2.33

Fuente: Elaboración propia.

- En la **Tabla 35** se muestran el resumen de las estructuras de pavimento de concreto hidráulico para los andenes por el método AASHTO93 calculada:

Tabla 35.- Dimensiones de las losas de pavimento rígido aplicando la metodología AASHTO 93

Espesor de la losa (in - cm)	**Soporte Subbase granular (in - cm)**	Resistencia (kg/cm²) MR	**BORDILLO - SARDINEL**
5" – 12.5	4" – 10	42	**SI**

Fuente: Elaboración propia

- El diseñador deja a criterio de la entidad evaluar las alternativas de los métodos AASHTO 93 tanto para pavimento flexible como de concreto hidráulico la que mejor costo – beneficio aporte al proyecto.

- El diseñador no se hace responsable de los ajustes que se realicen en obra sin previa consulta.

HERNANDEZ INGENIERIA S.A.S.
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL

CLASIFICACIÓN, GRANULOMETRIA Y LÍMITES

PROYECTO:	BARRIO VILLAJULIA	SONDEO Nº	1
LOCALIZACION:	SECTOR ESTAMBUL M/ZALES CALDAS	PROFUNDIDAD:	1.50 METROS
DESCRIPCIÓN:	LIMOARENOSO GRIS HABANO	FECHA DE CAMPO:	DICB 13/204
		FECHA DE ENSAYO:	DICB 26/2024

LIMITES DE CONSISTENCIA
LIMITE LIQUIDO

N_0 de Golpes	33	21	12
Recipiente N_0	65J	19P	14E
P1	31,28	30,54	32,96
P2	24,19	23,54	25,21
P3	5,20	5,16	5,20
% Humedad	37	38	39

HUMEDAD NATURAL

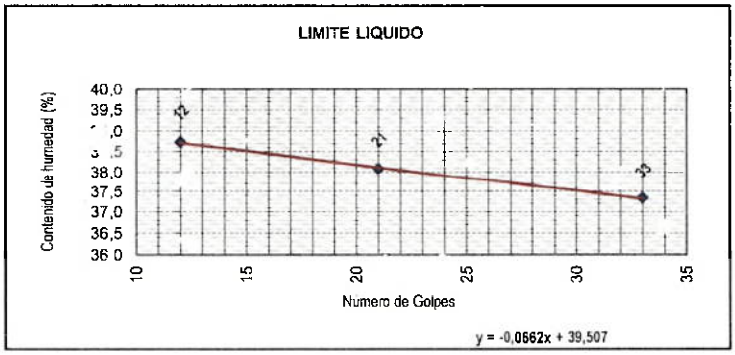
Recipiente N_0	P1	P2	P3
B31	574	452	61,00
		ω natural (%)	31,20

LIMITE PLASTICO

2P	78K	33	
P1	28,34	29,11	
P2	22,86	23,55	
P3	5,14	5,16	
% Humedad	31	30	

GRADACION

P1 grs	452,0	% Retenido	% Acumulado	% Pasa
Tamiz	Peso Retenido			
2,1/2"	-			100,00
2"	-			100,00
1,1/2"	-			100,00
1"	-			100,00
3/4"	-			100,00
1/2"	-			100,00
3/8"	-			100,00
No 4				100,00
10	-			100,00
40	112,0	24,78	24,78	75,22
200	203,0	44,91	69,69	30,31
FONDO	137,0	0,31	100,00	



RESULTADOS

Límite Líquido	37,76	%
Límite Plástico	30,58	%
Índice Plastico	7,18	%
A.A.S.H.T.O.	A-2-4	
Índice de Grupo	0	
S.U.C.S	SC	
Cu =	5,09	
Cc =	1,77	

OBSERVACIONES

HUMEDAD NATURAL: 31,20

JESUS ANTONIO HERNÁNDEZ E
MATRICULA 17502-001547 CALDAS

Calle 68 No. 34 - 29 Manizales - Cel. 310 837 3 92
hdezing0911@gmail.com

HERNANDEZ INGENIERIA S.A.S.
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL

CLASIFICACIÓN, GRANULOMETRIA Y LÍMITES

PROYECTO:	BARRIO VILLAJULIA	SONDEO N°	2
LOCALIZACION:	SECTOR ESTAMBUL MZALES CALDAS	PROFUNDIDAD:	1,60 METROS
DESCRIPCIÓN:	LIMOARCILLOSO CAFÉ	FECHA DE CAMPO:	DICB 13/204
		FECHA DE ENSAYO:	DICB 26/2024

LIMITES DE CONSISTENCIA
LIMITE LIQUIDO

N° de Golpes	34	22	13
Recipiente N°	28H	96H	28Y
P1	29,35	35,46	33,97
P2	22,31	26,54	25,32
P3	5,20	5,14	5 17
% Humedad	41	42	43

HUMEDAD NATURAL

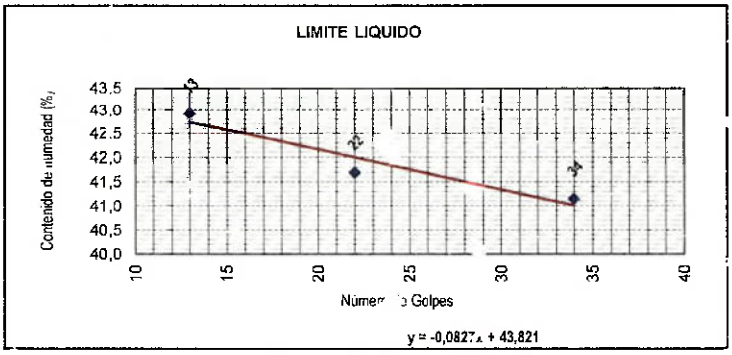
Recipiente N°	P1	P2	P3
W33	483	366	87,00
	ω natural (%)		41 94

LIMITE PLASTICO

2P	19H	78	
P1	31,26	35,45	
P2	24,63	27,84	
P3	5,19	5,25	
% Humedad	34	34	

GRADACION

P1 grs 766,0				
Tamiz	Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Pasa
2,1/2"	-			100,00
2"	-			100,00
1,1/2"	-			100,00
1"	-			100,00
3/4"	-			100,
1/2"	-			100,00
3/8"	-			100,00
No 4	11,0	3,01	3,01	96,99
10	45,0	12,30	15,30	84,70
40	122,0	33,33	48,63	51,37
200	54,0	14,75	63,39	36,61
FONDO	134,0	36,61	100,00	



RESULTADOS

Límite Líquido	41,63	%
Límite Plástico	33,90	%
Índice Plastico	7,73	%
A.A.S.H.T.O.	A-5	
Índice de Grupo	0	
S.U.C.S	SC	
Cu =	22,96	
Cc =	0,39	

OBSERVACIONES

HUMEDAD NATURAL 41,94

JESUS ANTONIO HERNÁNDEZ E
MATRICULA 17502-001547 CALDAS

Calle 68 No. 34 - 29 Manizales - Cel. 310 837 3892
hdeing0911@gmail.com

HERNANDEZ INGENIERIA S.A.S.
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL

CLASIFICACIÓN, GRANULOMETRIA Y LÍMITES

PROYECTO:	BARRIO VILLAJULIA	SONDEO N°	3
LOCALIZACION:	SECTOR ESTAMBUL M/ZALES CALDAS	PROFUNDIDAD:	1,70 METROS
DESCRIPCIÓN:	LIMOARCILLOSO HABANO VETAS NEGRAS	FECHA DE CAMPO:	DICB 13/204
		FECHA DE ENSAYO:	DICB 26/2024

LIMITES DE CONSISTENCIA
LIMITE LIQUIDO

N° de Golpes	33	21	12
Recipiente N°	65J	90Ñ	74G
P1	34,89	32,10	30,25
P2	26,44	24,32	22,87
P3	5,19	5,25	5,10
% Humedad	40	41	42

HUMEDAD NATURAL

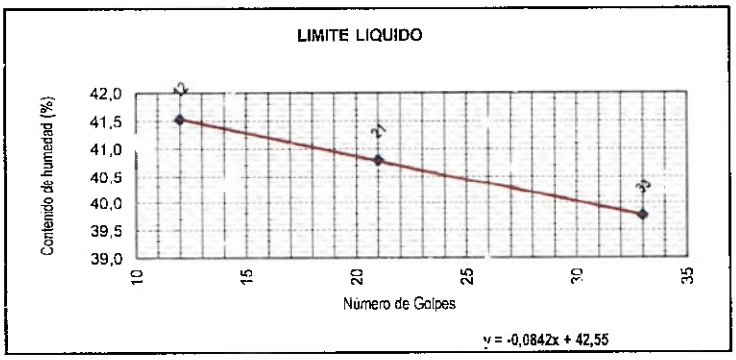
Recipiente N°	P1	P2	P3
48	611	475	82,00
	Ø natural (%)		34,35

LIMITE PLASTICO

2P	85	46M	
P1	27,[illegible]	29,33	
P2	22,34	23,19	
P3	5,17	5,12	
% Humedad	32	34	

GRADACION

P1 grs	475,0	% Retenido	% Acumulado	% Pasa
Tamiz	Peso Retenido			
2 1/2"	-			100,00
2"	-			100,00
1 1/2"	-			100,00
1"	-			100,00
3/4"	-			100,00
1/2"	-			100,00
3/8"	-			100,00
No 4	28,0	5,89	5,89	94,11
10	56,0	11,79	17,68	82,32
40	123,0	25,89	43,58	56,42
200	98,0	20,63	64,21	35,79
FONDO	170,0	35,7[illegible]	100,00	



RESULTADOS

Límite Líquido	40,33	%
Límite Plástico	33,18	%
Índice Plastico	7,15	%
A.A.S.H.T.O.	A-5	
Índice de Grupo	0	
S.U.C.S	SC	
Cu =	21,45	
Cc =	0,42	

OBSERVACIONES

HUMEDAD NATURAL 34,35

JESUS ANTONIO HERNÁNDEZ E
MATRICULA 17502-001547 CALDAS

Calle 68 No. 34 - 29 Manizales - Cel. 310 837 3892
hdezing0911@gmail.com

HERNANDEZ INGENIERIA S.A.S.
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL

CLASIFICACIÓN, GRANULOMETRIA Y LÍMITES

PROYECTO:	BARRIO VILLAJULIA	SONDEO N°	4
LOCALIZACION:	SECTOR ESTAMBUL M/ZALES CALDAS	PROFUNDIDAD:	1,70 METROS
DESCRIPCIÓN:	LIMOARCILLOSO AMARILLO	FECHA DE CAMPO:	DICB 13/204
		FECHA DE ENSAYO:	DICB 26/2024

LIMITES DE CONSISTENCIA
LIMITE LIQUIDO

N_0 de Golpe	34	23	12
Recipiente N_0	52C	14F	14J
P1	34,65	31,25	34,21
P2	26,10	23,55	25,61
P3	5,18	5,00	5,41
% Humedad	41	42	43

HUMEDAD NATURAL

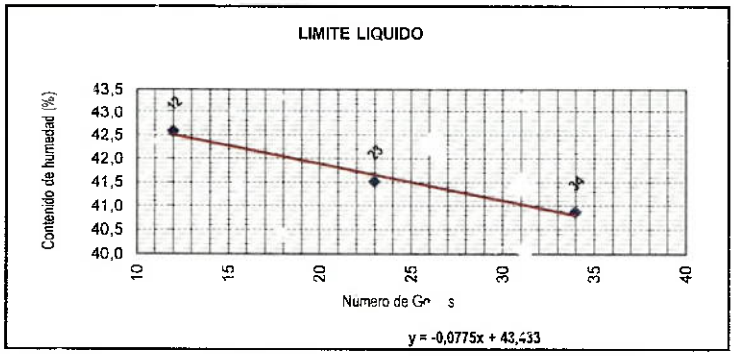
Recipiente N_0	P1	P2	P3
152	540	426	63,00
	ω natural (%)		31,40

LIMITE PLASTICO

2P	19D	43H	
P1	30,46	28,22	
P2	24,00	22,35	
P3	4,98	5,15	
% Humedad	34	34	

GRADACION

P1 grs	426,0	% Retenido	% Acumulado	% Pasa
Tamiz	Peso Retenido			
2,1/2"	-			100,00
2"	-			100,00
1.1/2"	-			100,00
1"	-			100,00
3/4"	-			100,00
1/2"	-			100,00
3/8"	-			100,00
No.4	-			100,00
10	15,0	3,52	3,52	96,48
40	102,0	23,94	27,46	72,54
200	154,0	36,15	63,62	36,38
FONDO	155,0	36,38	100,00	



RESULTADOS

Límite Líquido	41,37	%
Límite Plástico	34,05	%
Índice Plastico	7,33	%
A.A.S.H.T.O.	A-5	
Índice de Grupo	0	
S.U.C.S	SC	
Cu =	6,08	
Cc =	1,48	

OBSERVACIONES

HUMEDAD NATURAL 31,40

JESUS ANTONIO HERNANDEZ E
MATRICULA 17502-001547 CALDAS

Calle 68 No. 24 - 29 Manizales - Cel. 310 837 3892
hdezing0911@gmail com

ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA ESTUDIO DE INGENIERIA

ALCALDÍA DE MANIZALES

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del barrio San Sebastián, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU.

CONTRATISTA: DAVID VALLEJO OSORIO

C.C. 75.096.478

ATRIA ESTUDIO DE INGENIERIA

AMPLIACIÓN – CONEXIÓN VIA CONTIGUA MEGACOLEGIO SAN SEBASTIAN

MANIZALES – CALDAS

DISEÑADOR: LUIS GONZAGA MONTES GALVIS

MANIZALES, DICIEMBRE DE 2024

ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA ESTUDIO DE INGENIERIA

CONTRATO N° 2411151218: ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VÍAS VEHICULARES Y PEATONALES CORRESPONDIENTES AL PROYECTO DE LEGALIZACIÓN URBANÍSTICA DEL BARRIO SAN SEBASTIÁN, LOCALIZADO EN LA COMUNA LA MACARENA DE LA CIUDAD DE MANIZALES Y ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VÍA CORRESPONDIENTE A LA LICENCIA DE URBANISMO 17-2-0617-LU.

VOLUMEN: DISEÑO DE PAVIMENTOS

Versión	0	Fecha:	Diciembre de 2021
Versión		Fecha:	
Versión		Fecha:	

ELABORÓ

NOMBRE	CARGO	TARJETA PROF	FIRMA
LUIS GONZAGA MONTES GALVIS	INGENIERO CIVIL – ESPECIALISTA EN GEOTECNIA	17202-81186 CLD	

APROBÓ

ALCALDÍA DE MANIZALES

VERSIONES

N°	MODIFICACIONES	OBSERVACIONES
V0		Documento Original

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCION 7
2 OBJETIVOS 8
2.1 OBJETIVOS GENERALES 8
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 8
3 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 9
4 METODOLOGÍA 10
5 TRÁNSITO 11
DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES 11
6 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA 14
6.1 CBR DISEÑO 16
6.1.1 CBR obtenido a partir de la prospección geotécnica de pavimentos 16
6.1.2 METODOLOGÍA IVANOV PARA CÁLCULO DEL CBR EQUIVALENTE ... 16
6.1.3 Definición CBR de diseño 17
7 UNIDADES DE DISEÑO 18
8 ALTERNATIVAS DE DISEÑO DE PAVIMENTOS 19
PAVIMENTOS RÍGIDOS 19
8.1 MÉTODO AASHTO 93 19
8.1.1 Confiabilidad (R) 19
8.1.2 Desviación estándar (So) 19
8.1.3 Serviciabilidad 20
8.1.4 Coeficiente de transferencia de carga (J) 20
8.1.5 Coeficiente de drenaje para base granular 21
8.1.6 Espesor de la subbase granular 21
8.1.7 Determinación del número estructural (SN) 24
Acero de refuerzo longitudinal – Barras de anclaje 26
Acero de refuerzo transversal - Dovelas 26
Juntas de expansión o aislamiento 27
Acero de refuerzo de las losas 27
Modulación de las losas 28

ESPESORES DE PAVIMENTO RÍGIDO 28
PAVIMENTOS ASFÁLTICOS 30
8.2 MÉTODO AASHTO 93 30
8.2.1 CONFIABILIDAD (R) 30
8.2.2 DESVIACIÓN ESTÁNDAR (So) 30
8.2.3 SERVICIABILIDAD 31
8.2.4 MÓDULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE (Mr) 31
8.2.5 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA BASE GRANULAR (a2) Y SUBBASE GRANULAR (a3) 32
8.2.6 COEFICIENTE DE DRENAJE PARA BASE Y SUBBASE GRANULAR (m2 y m3) 32
8.2.7 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO ASFÁLTICO (a1) 32
8.2.8 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL (SN) 34
PAVIMENTO ASFÁLTICO 34
8.2.9 ESPESORES Y TIPO DE PAVIMENTO 35
9 DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ANDÉN 38
9.1 MÉTODO AASHTO 93 38
9.1.1 Confiabilidad (R) 38
9.1.2 Desviación estándar (So) 38
9.1.3 Serviciabilidad 39
9.1.4 Coeficiente de transferencia de carga (J) 39
9.1.5 Coeficiente de drenaje para base granular 39
9.1.6 Determinación del espesor de la subbase granular 40
9.1.7 Determinación del número estructural (SN) 42
9.1.8 Espesores de pavimento rígido 44
10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Localización de los sondeos realizados en el área de estudio. 14
Figura 2.- Registro fotográfico toma de CBR inalterado. 15
Figura 3.- Cálculo del coeficiente de balastro de la subrasante asumiendo el espesor de la subbase. 22
Figura 4. Cálculo del módulo de reacción compuesto del terreno. 22
Figura 5. Cálculo del módulo de reacción modificado del terreno. 23
Figura 6. Cálculo del módulo de reacción de la subrasante. 24
Figura 7.- Determinación de la estructura de pavimento rígido. 25
Figura 8. Juntas longitudinales y de expansión para protección de obras hidráulicas. 27
Figura 9.- Determinación del coeficiente estructural de la capa de rodadura asfáltica. 33
Figura 10.- Determinación de la estructura de pavimento asfáltico, Unidad de diseño vía. 35
Figura 11.- Modulo compuesto de reacción de la subrasante. 40
Figura 12. Cálculo del módulo de reacción compuesto del terreno. 40
Figura 13. Cálculo del módulo de reacción modificado del terreno. 41
Figura 14. Cálculo del módulo de reacción de la subrasante. 42
Figura 15.- Determinación de la estructura de pavimento rígido. 43

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.- Tasa de crecimiento por estación de aforo. 11
Tabla 2.- Proyección del tránsito para el tramo vial 11
Tabla 3.- Parámetros para la proyección del tránsito. 11
Tabla 4.- Proyección del número de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas para un período de 10 y 20 años. 12
Tabla 5.- Resumen ensayos de clasificación de suelos. 14
Tabla 6.- Resumen ensayos de CBR inalterado. 15
Tabla 7. CBR de diseño. 16
Tabla 8. Cálculo del CBR equivalente mediante la metodología IVANOV. 16
Tabla 9. CBR de diseño. 17
Tabla 10.- Unidades de diseño para la vía San Sebastián. 18
Tabla 11. Confiabilidad método AASHTO 93. 19
Tabla 12. Desviación estándar método AASHTO 93. 20
Tabla 13. Desviación estándar método AASHTO 93. 20
Tabla 14. Coeficiente de transferencia de carga. 21
Tabla 15. Coeficiente de drenaje metodología AASHTO93. 21
Tabla 16. Rangos típicos de factores de pérdido de soporte para diferentes tipos de materiales. 23
Tabla 17.- Recomendaciones para las barras de anclaje. 26
Tabla 18.- Recomendaciones para las dovelas. 26

Tabla 19.- Dimensiones de las losas de pavimento rígido aplicando la metodología AASHTO 93 para las unidades de diseño. 28
Tabla 20.- Dimensiones de las losas de pavimento rígido para las unidades de diseño. 29
Tabla 21. Confiabilidad método AASHTO 93. 30
Tabla 22. Desviación estándar método AASHTO 93. 30
Tabla 23. Serviciabilidad propuesta del método AASHTO 93. 31
Tabla 24. Ajuste por temperatura del coeficiente estructural del pavimento. 33
Tabla 25.- Espesores mínimos de capas recomendados por AASHTO'93 35
Tabla 26.- Estructuras de pavimento asfáltico, método AASHTO 93 36
Tabla 27.- Cálculo estructura de pavimento combinada con mezcla asfáltica MDC-19 37
Tabla 28. Confiabilidad método AASHTO 93. 38
Tabla 29. Confiabilidad implementada del método AASHTO 93 38
Tabla 30. Coeficiente de transferencia de carga. 39
Tabla 31. Rangos típicos de factores de pérdida de soporte para diferentes tipos de materiales. 41
Tabla 32.- Dimensiones de las losas de pavimento rígido aplicando la metodología AASHTO 93. 44
Tabla 33.- Dimensiones de las losas de pavimento rígido 44
Tabla 34.- Resumen ensayos de clasificación de suelos. 45
Tabla 35.- Resumen ensayos de CBR inalterado. 45
Tabla 36.- Dimensiones de las losas de pavimento rígido aplicando la metodología AASHTO 93 para las unidades de diseño. 45
Tabla 37.- Estructuras de pavimento asfáltico, método AASHTO 93 46
Tabla 38.- Dimensiones de las losas de pavimento rígido aplicando la metodología AASHTO 93. 46

1 INTRODUCCIÓN

En la zona donde actualmente queda ubicado el barrio San Sebastián en la ciudad de Manizales, debido al tránsito de la zona, y con el fin de mejorar la movilidad de la zona, se pretende realizar la conexión del anillo vial, razón por la cual se adelantan los estudios correspondientes para llevar a cabo la misma.

A continuación, se presentará el diseño de pavimentos donde se implementó como insumo el volumen de tránsito suministrado y la prospección geotécnica de pavimentos suministrada.

Las estructuras planteadas en el diseño corresponden a estructura de pavimentos flexible y pavimento asfáltico, por la metodología AASHTO93.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GENERALES

- ✓ Realizar el diseño de pavimentos para el proyecto de construcción de vías vehiculares y peatonales en el barrio San Sebastián.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Proponer alternativas para la estructura de pavimentos, que incluyan pavimento de concreto rígido y asfáltico aplicando la metodología AASHTO 93.
- ✓ Diseñar el tramo vial con los espesores de las diferentes capas estructurales, empleando las diversas metodologías de diseño propuestas.
- ✓ Implementar la caracterización geotécnica suministrada de la subrasante, mediante la ejecución de sondeos y apiques, obteniendo muestras de suelo suficientes para realizar los ensayos de laboratorio propuestos.
- ✓ Implementar el estudio de tránsito mediante el número de ejes equivalentes a ejes sencillos de 8.2 toneladas para un período de diseño de 10 y 20 años según la estructura de pavimentos a diseñar.
- ✓ Establecer las recomendaciones generales de construcción para una ejecución correcta de las respectivas obras.

3 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Está ubicada en el centro occidente de Colombia en la región andina, haciendo parte del eje cafetero, sobre la cordillera central de los Andes y cerca del nevado del Ruiz. Tiene una población de 464 027 habitantes (2024) y hace parte del Área metropolitana centro sur de Caldas junto con Neira, Palestina y Villamaría, siendo la región más poblada y competitiva del departamento con un aporte del 68 % de su PIB total y una población total de 570.754 habitantes.

El punto de interés se localiza en el barrio San Sebastián en municipio de Manizales, departamento de Caldas, tal como se presenta en la **Ilustración 1**

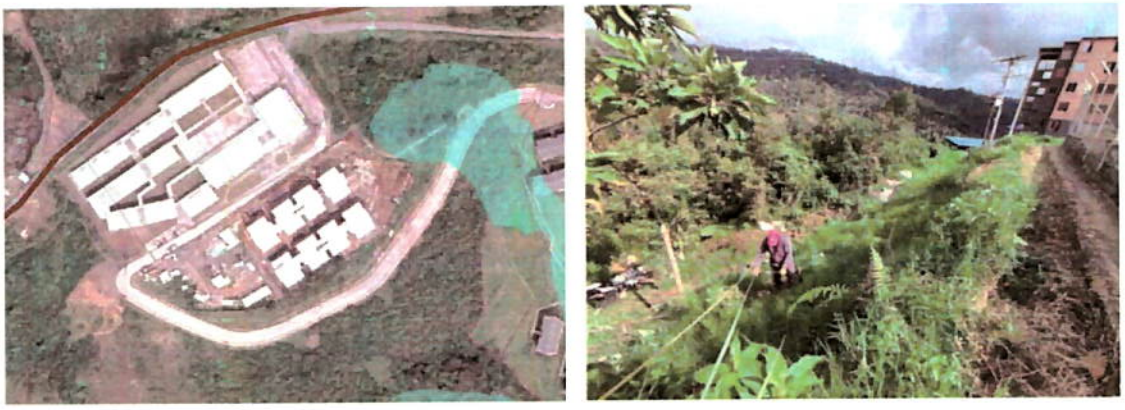


Ilustración 1.- Localización general del proyecto.
Fuente: Geoportal alcaldía de Manizales.

4 METODOLOGÍA

Se realizó visita al tramo vial, con la finalidad de realizar el diseño de pavimentos que presenta un desgaste alto, para reconstrucción y en las calles donde no existe pavimento plantear una solución de pavimento que genere seguridad vial y una adecuada movilidad en el municipio.

Para conocer la cantidad de ejes equivalentes a ejes sencillos de 8.2 Ton se utilizó un aforo vehicular suministrado en el estudio de tránsito de la consultoría. Para la prospección geotécnica para pavimentos para los ensayos de CBR y clasificaciones de suelo; obteniendo la caracterización de los suelos mediante ensayos de laboratorio.

Posteriormente, con la información obtenida se procede al cálculo de las estructuras de pavimentos asfáltico y rígido mediante la metodología AASHTO-93 y se plantean adicionalmente las fuentes de materiales y distancias de acarreo.

5 TRÁNSITO

Para realizar la proyección año a año se realiza mediante la siguiente expresión:

$$T_f = T_o * (1 + i)^n$$

Ecuación 1.- Proyección del tránsito futuro

En donde:

T_f = Tránsito futuro
T_o = Tránsito del año base
i = Tasa de crecimiento.
n = Periodo de proyección.

El procedimiento del cálculo se realiza de la siguiente manera:

La tasa de crecimiento se presenta en la **Tabla 1** de acuerdo con el manual de bajos volúmenes de tránsito.

Tabla 1.- Tasa de crecimiento por estación de aforo.

ESTACIÓN DE AFORO	TASA DE CRECIMIENTO (%)
San Sebastián	3.0%

Fuente: Elaboración propia.

En la **Tabla 2**, se presentan el resumen de los vehículos totales que pasaron en la vía entre el 17 al 23 de diciembre de 2024.

Tabla 2.- Proyección del tránsito para el tramo vial

Fecha	Motos	Autos	Buses	Busetas	C2-P	C2-G	C3 - C4	C5
17-dic	204	79	0	0	9	1	0	0
18-dic	216	96	0	0	10	8	0	0
19-dic	196	75	0	0	23	1	0	0
20-dic	175	72	0	0	9	2	0	0
21-dic	216	68	0	0	4	0	0	0
22-dic	251	68	0	0	9	1	0	0
23-dic	221	40	0	0	14	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES

Para la determinación del número de ejes sencillos equivalentes teniendo en cuenta el Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con medios y altos volúmenes de tránsito y los demás criterios extraídos de los manuales del INVIAS se implementan los parámetros que se presentan en la **Tabla 3**.

Tabla 3.- Parámetros para la proyección del tránsito.

FACTOR DE DAÑO VEHICULAR (INVIAS, 2008)		
	BUS	1
	C2P	1.14
	C2-G	3.44
	C3-C4	6.73
	C5	4.4
	>C5	4.72
ANCHO CALZADA		6.0
FACTOR DIRECCIONAL		0.50
FACTOR CARRIL		1.0
TRÁNSITO ATRAÍDO		5.0%
CRECIMIENTO TENDENCIAL (SOCIO- ECONÓMICO)		1.5%
TASA DE CRECIMIENTO		3.00%
AÑOS DE PROYECCIÓN (Pavimento flexible)		10.0
AÑOS DE PROYECCIÓN (Pavimento rígido)		20.0

Fuente: (INVIAS, 1998)

En la **Tabla 4**, se presenta la proyección del tránsito para el período de diseño (10 años) considerando el tránsito atraído del 5.0% y el tendencial generado por el turismo de 1.5%.

Tabla 4.- Proyección del número de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas para un período de 10 y 20 años.

AÑO	Autos	Buses	EJES EQUIV.	C2-P	EJES EQUIV.	C2-G	EJES EQUIV.
2024	26,280	0,000	0,000	4,994	2,497	2,512	1,256
2025	28,422	0,000	0,000	5,401	2,701	2,717	1,359
2026	29,693	0,000	0,000	5,643	2,822	2,838	1,420
2027	30,584	0,000	0,000	5,813	2,906	2,923	1,462
2028	31,502	0,000	0,000	5,986	2,994	3,012	1,506
2029	32,446	0,000	0,000	6,166	3,083	3,102	1,552
2030	33,420	0,000	0,000	6,352	3,176	3,195	1,598
2031	34,423	0,000	0,000	6,541	3,271	3,291	1,645
2032	35,455	0,000	0,000	6,738	3,370	3,390	1,695
2033	36,519	0,000	0,000	6,941	3,471	3,491	1,746
2034	37,615	0,000	0,000	7,148	3,574	3,595	1,798
2035	38,743	0,000	0,000	7,362	3,682	3,704	1,852
2036	39,904	0,000	0,000	7,584	3,792	3,815	1,907
2037	41,103	0,000	0,000	7,811	3,905	3,929	1,965
2038	42,335	0,000	0,000	8,045	4,023	4,047	2,024
2039	43,605	0,000	0,000	8,287	4,144	4,168	2,084
2040	44,913	0,000	0,000	8,535	4,267	4,294	2,147
2041	46,260	0,000	0,000	8,792	4,396	4,422	2,211
2042	47,648	0,000	0,000	9,055	4,527	4,555	2,278
2043	49,078	0,000	0,000	9,327	4,664	4,691	2,346
2044	50,550	0,000	0,000	9,606	4,803	4,832	2,416
		Σ	0,000	**Σ**	33,364	**Σ**	14,421
		Σ	0,000	**Σ**	76,068	**Σ**	38,267
TOTAL EJES SENCILLOS EQUIVALENTES (8.2 TON) 10 AÑOS						48,285	
TOTAL EJES SENCILLOS EQUIVALENTES (8.2 TON) 20 AÑOS						114,335	

TOTAL EJES SENCILLOS EQUIVALENTES (8.2 TON) 20 AÑOS (Pavimento rígido)	170,587

Fuente: Volumen estudio de tránsito.

Con lo anterior, se presenta el número de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas para un período de diseño de 10 años para el diseño de pavimento flexible de tipo asfáltico y a 20 años para el diseño de pavimento en concreto rígido el cual luego de presentar el cálculo se mayoró por el coeficiente 1.492 de acuerdo con la recomendación de la guía AASHTO93.

Para el diseño de pavimentos desde el componente de estudio de tránsito se determinó el número de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas para un período de diseño de 10 años en **48.285** para la estructura en pavimento flexible de tipo asfáltico, para el período de 20 años para la estructura de pavimentos rígido se proyecta un tránsito mayorado por el coeficiente 1.492 según la recomendación de la metodología AASHTO93 de **170.587** sin embargo, se recomienda trabajar para esta estructura de pavimentos con el valor mínimo recomendado por la normativa vigente de **1.000.000** de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas y se determina que este será el valor del NESE a implementar como insumo para el diseño de la estructura de pavimentos, según los parámetros presentados en la **Tabla 4**.

6 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

En la **Figura 1** se presenta la localización de los ensayos de capacidad portante de CBR con las clasificaciones de suelos, como insumo para el diseño de pavimentos.



Figura 1.- Localización de los sondeos realizados en el área de estudio.
Fuente: Geoportal alcaldía manizales.

En la **Tabla 5** , se muestra la clasificación de los suelos para la vía del barrio San Sebastián.

Tabla 5.- Resumen ensayos de clasificación de suelos.

Sondeo	PROF (m)	LL	LP	IP	HUMEDAD NATURAL	%PASA 40	%PASA 200	S.U.C.S
1	2.00	41.51%	33.48%	8.04%	44.04%	50.82%	36.34%	SC
2	1.50	30.28%	23.62%	6.66%	19.50%	36.33%	25.62%	SM-SC
3	1.70	31.50%	24.62%	6.87%	26.27%	41.34%	27.65%	SM-SC

Fuente: Elaboración propia.

En la **Tabla 6**, se observa el valor del CBR de laboratorio

Tabla 6.- Resumen ensayos de CBR inalterado.

PROF ENSAYO (m)	HUMEDAD NATURAL	PROF. (m)	CBR 0.2"	CONDICIÓN	CLASIFICACIÓN (USACE)
CBR 1	24.05%	0.70	9.2	SATURADO	SC
CBR 2	37.01%	0.50	11.8	SATURADO	SM-SC
CBR 3	41.73%	0.60	2.2	SATURADO	SM-SC

Fuente: Volumen de geotecnia.

En la **Figura 2**, se presenta el registro fotográfico suministrado para la toma del ensayo de CBR inalterado.

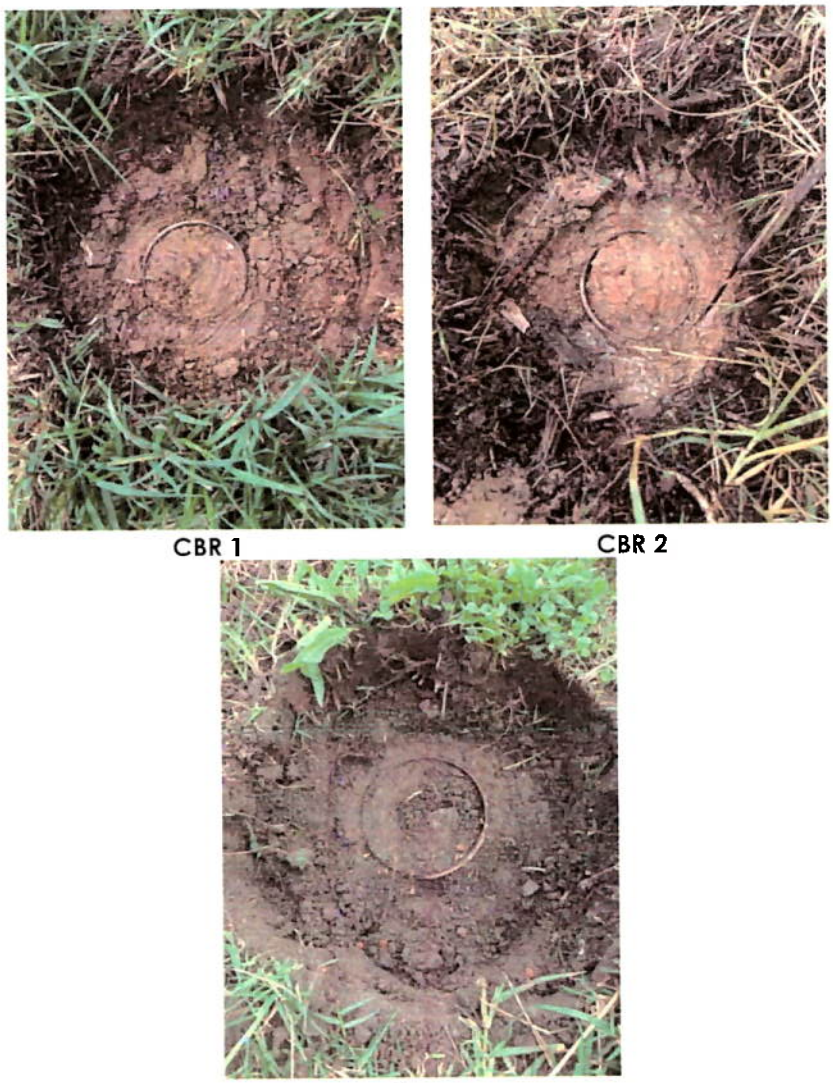


Figura 2.- Registro fotográfico toma de CBR inalterado.
Fuente: Volumen de geotecnia.

6.1 CBR DISEÑO

6.1.1 CBR obtenido a partir de la prospección geotécnica de pavimentos

Los valores de CBR se calcularon con los CBR a muestra inalterada y los CBR con la correlación con PDC. Para establecer el valor de diseño de la subrasante se tomó como criterio de diseño el valor que es igual o superado por un porcentaje del total. Para este estudio se tomará el PROMEDIO de la **Tabla 7**, recomendado por la AASHTO-93.

Tabla 7. CBR de diseño

Promedio	7.73
Percentil 50	9.20

Fuente: Elaboración propia.

Este valor se considera para la subrasante, en el estado natural sin embargo, dadas las condiciones proyectadas de muro en tierra armada, por lo tanto, se evaluara la estructura de pavimentos con un CBR de 10%

6.1.2 METODOLOGÍA IVANOV PARA CÁLCULO DEL CBR EQUIVALENTE

Con base en la identificación realizada y los valores obtenidos de capacidad portante de la subrasante mediante el ensayo CBR inalterado, así como el componente geológico, asimismo la proyección del muro en tierra armada y mediante el cálculo presentado en la **Tabla 8**, se adopta el aporte estructural del material granular proyectado para el muro en tierra armada con material seleccionado.

Tabla 8. Cálculo del CBR equivalente mediante la metodología IVANOV.

E=130CBR^0,714		
CBR inf	7.73 %	
CBR sup	10 %	
E inf	559.891032	
E sup	672.888882	
h1	100 cm	
n =	1.07630643	
n 3,5 =	1.29352733	
n*(h1/2a) =	3.58768811	74.42519 66
tan-1 (n*(h1/2a)) =	74.43	
2/pi =	0.63661828	

E=100CBR		
CBR inf	7.73 %	
CBR sup	10 %	
E inf	773	
E sup	1000	
h1	100 cm	
n =	1.10848087	
n 3,5 =	1.43399854	
n*(h1/2a) =	3.64152717	
2/pi =	0.63661828	
1/n 3,5 =	0.69735078	

E=103CBR		
CBR inf	7.73 %	
CBR sup	10 %	
E inf	796.19	
E sup	1030	
h1	100 cm	
n =	1.10848087	
n 3,5 =	1.43399854	
n*(h1/2a) =	3.64152717	
2/pi =	0.63661828	
1/n 3,5 =	0.69735078	

E=1[illegible]CBR^0,714		
1/n 3,5 =	0.77307962	
1-(1/n3,5) =	0.22692038	
(2/pi) * (1-(1/n3,5)) =	0.14446167	
arctg (rad) =	1.29896776	
E inf / E equ =	0.81234895	
E equ =	689.224784	kg/cm2
CBR equ =	10.3	%

E=10CBR		
1-(1/n3,5) =	0.30264922	
(2/pi) * (1-(1/n3,5)) =	0.19267203	
arctg (rad) =	1.30279267	
E inf / E equ =	0.74898 83	
E equ =	1032.05885	kg/cm2
CBR equ =	10.3	%

E=103CBR		
1-(1/n3,5) =	0.30264922	
(2/pi) * (1-(1/n3,5)) =	0.19267203	
arctg (rad) =	1.30279267	
E inf / E equ =	0.74898 83	
E equ =	1063.02062	kg/cm2
CBR equ =	10.3	%

Fuente: Elaboración propia.

6.1.3 Definición CBR de diseño

Para el valor de diseño en la estructura de pavimentos de la vía aprovechando el aporte estructural del material granular de tipo afirmado, se toma el valor PROMEDIO recomendado por la metodología AASHTO93. Y se presenta en la **Tabla 9** el valor de diseño para la capacidad portante de la vía.

Tabla 9. CBR de diseño

Promedio	10.0
MR (PSI)	15.000

Fuente: Elaboración propia.

7 UNIDADES DE DISEÑO

Para el tramo de vía en el barrio San Sebastián se observa la división en las unidades de diseño de pavimentos en la **Tabla 10**.

Tabla 10.- Unidades de diseño para la vía San Sebastián.

Unidad	Abscisa	Ancho calzada (m)	Alternativas	Andén	
				SI	NO
I	San Sebastián	Variable (6.0 m)	CR Mezcla Asfáltica	X	
II	San Sebastián	Variable (6.0 m)	Pavimento rígido	X	

Fuente: *Elaboración propia.*

8 ALTERNATIVAS DE DISEÑO DE PAVIMENTOS

PAVIMENTOS RÍGIDOS

8.1 MÉTODO AASHTO 93

El procedimiento de diseño recomendado por la "American Association of State Highway and Transportation Officials" se basa en los resultados de ensayos viales en la década de los cincuenta y sesenta y se viene ajustando desde entonces. Está orientado a la estimación del desempeño del pavimento en función de su serviciabilidad antes que en la falla estructural.

8.1.1 Confiabilidad (R)

Es la probabilidad de que la serviciabilidad del pavimento sea mantenida a un nivel aceptable para el usuario a través del período de análisis. Es función del tipo de vía, en la **Tabla 11** se observan los valores de la confiabilidad según la característica de la vía.

Tabla 11. Confiabilidad método AASHTO 93.

Clasificación funcional	Confiabilidad recomendada	
	Urbano	Rural
Interestatales y otras autopistas	80 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Tabla tomada del AASHTO 93

La confiabilidad adoptados para el cálculo del pavimento rígido en el proyecto es del 80%.

8.1.2 Desviación estándar (So)

Cubre la variabilidad inherente al desempeño de cualquier estructura de pavimento, y es función del tipo de éste. Para pavimentos rígidos sin considerar la varianza del tránsito en el tramo vial según la metodología AASHTO 93 sugiere utilizar 0.39.

Tabla 12. Desviación estándar método AASHTO 93.

Tipo de pavimento	Rango para la desviación estándar total, So	So considerando la varianza del tránsito	So SIN considerar la varianza del tránsito
Flexible	0.40 – 0.50	0.49	0.44
Rígido	0.30 – 0.40	0.39	0.34

Fuente: Tabla tomada del AASHTO 93

Según la metodología AASHTO 93 sugiere utilizar 0.35 dado que es una vía principal que se encuentra con estructura de pavimentos, esto como se observa en la Tabla 12.

8.1.3 Serviciabilidad

El concepto de serviciabilidad se refiere a la capacidad de "servir" al tránsito que rodará sobre el pavimento. Esta capacidad de servicio se mide con el Índice Presente de Serviciabilidad (PSI), que oscila de 1 a 5, siendo 1 un camino "imposible" y 5 el camino "perfecto".

Tabla 13. Desviación estándar método AASHTO 93.

Tipo de vía	Índice de serviciabilidad del pavimento (PSI)			
	Pavimento flexible		Pavimento rígido	
	PSI inicial	PSI final	PSI inicial	PSI final
Vías principales		2.5		2.5
Vías secundarias	4.2	2.0	4.5	2.0
Condición de falla		1.5		1.5

Fuente: Tabla tomada del AASHTO 93

La escogencia de un índice más bajo que puede tolerarse antes de que sea necesario un refuerzo o una rehabilitación, la AASHTO sugiere un valor de 2.5 para las autopistas y vías principales y 2.0 para las demás carreteras. En el ensayo AASHTO, se obtuvo un valor de 4.2 para los pavimentos flexibles, la serviciabilidad final se considerará 2.5.

8.1.4 Coeficiente de transferencia de carga (J)

Es un factor usado en los pavimentos rígidos para considerar la capacidad del concreto de distribuir cargas a través de las discontinuidades como las juntas o un dispositivo de transferencia de cargas de grietas, trabazón de agregados. En la **Tabla 14** se pueden observar los valores para la metodología.

Tabla 14. Coeficiente de transferencia de carga.

Tipo de berma	Concreto asfáltico		Anclada y de concreto de cemento Pórtland	
Dispositivos de transmisión de carga	Sí	No	Sí	No
Pavimentos con juntas Concreto simple o concreto reforzado	3.2	3.8 – 4.4	2.5 – 3.1	3.6 – 4.2
Pavimento de concreto continuamente reforzado	2.9 – 3.2	NA	2.3 – 2.9	NA

Fuente: Guía AASHTO 93

Para las diferentes unidades de diseño, considerando que se planteó un pavimento simple con juntas, con barras de transferencia de carga, se toma el valor promedio correspondiente a 2.8.

8.1.5 Coeficiente de drenaje para base granular

Debido a que el desempeño de las capas granulares (no ligadas) está directamente relacionado con las propiedades de drenaje de cada una de ellas, se incluye en el diseño un parámetro que representa el efecto de dichas condiciones en la estructura. Para capas granulares con buena calidad de drenaje (agua libre removida de la capa en un día) y para tiempos de exposición de la estructura a niveles de saturación de más del 25% de la vida útil del pavimento, el coeficiente es 1.0.

Tabla 15. Coeficiente de drenaje metodología AASHTO93.

Calidad del drenaje	% del tiempo en que la estructura del pavimento rígido está expuesta a humedades cercanas a la saturación			
	Menos del 1%	1% - 5%	5% - 25%	Más del 25%
Excelente	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Aceptable	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Malo	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy malo	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Fuente: Guía AASHTO 93

8.1.6 Espesor de la subbase granular

Antes de diseñar el espesor de la losa de concreto rígido, es necesario estimar los posibles niveles de soporte de la losa mediante el cálculo del módulo efectivo de reacción de la subrasante en función del módulo de elasticidad de la subbase, el MR de la subrasante y el espesor de la subbase.

El valor representativo de la resistencia de la subrasante es el promedio de los datos obtenidos durante la exploración, recomendado por el método AASHTO. Para hallar el módulo resiliente de las unidades de diseño se aplica la siguiente ecuación.

$$MR\ (psi) = 1.500 * CBR$$

De lo cual se obtienen el siguiente valor para la vía del barrio San Sebastián.

San Sebastián CBR= 10.00% MR= 15.000 psi

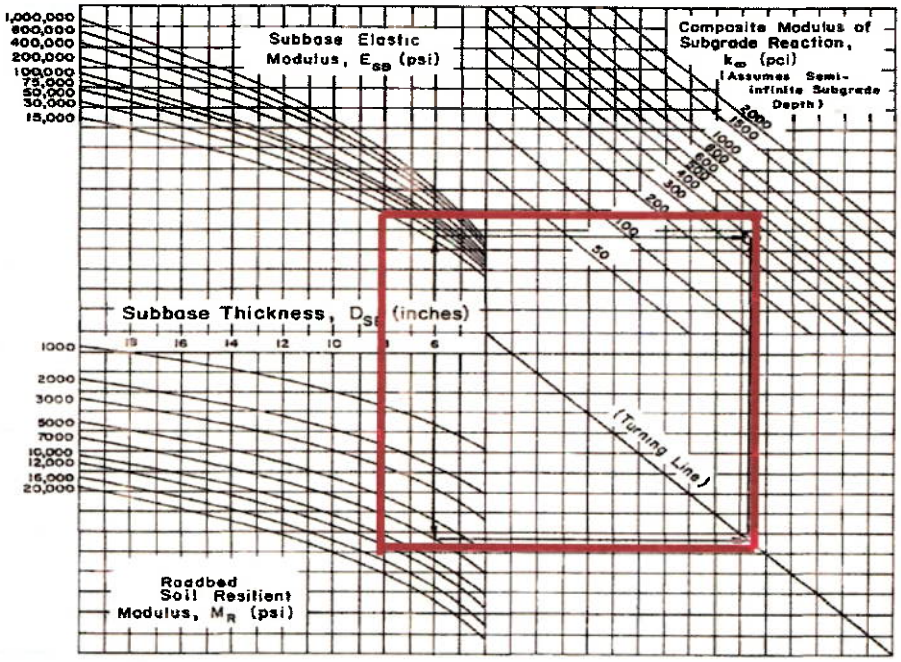


Figure 3.3. Chart for Estimating Composite Modulus of Subgrade Reaction, k_∞, Assuming a Semi-Infinite Subgrade Depth. (For practical purposes, a semi-infinite depth is considered to be greater than 10 feet below the surface of the subgrade.)

Figura 3.- Cálculo del coeficiente de balastro de la subrasante asumiendo el espesor de la subbase.
Fuente: Guía AASHTO 93

Figura 4. Cálculo del módulo de reacción compuesto del terreno.

D_{SB} (in)	E_{SBG} (psi)	Mr (psi)	K_C (psi)
8.0	14.000	15.000	**590**

Fuente: Guía AASHTO 93

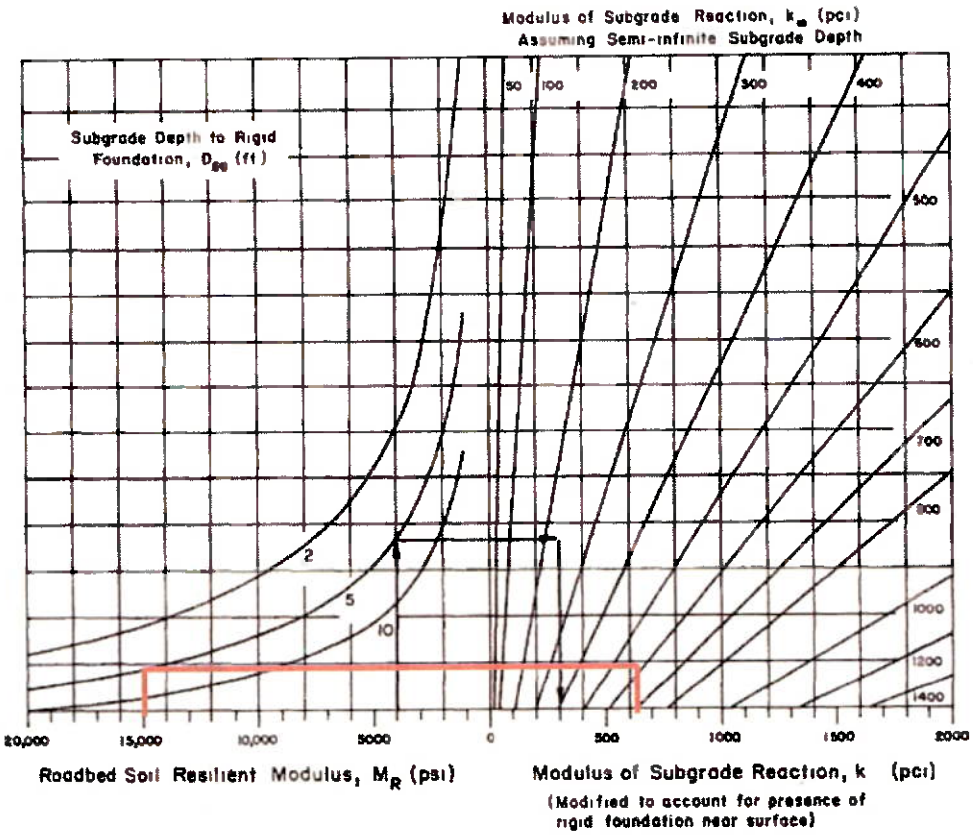


Figura 5. Cálculo del módulo de reacción modificado del terreno.

Mr (psi)	Prof estrato firme (ft)	K_C (pci)	K_m (pci)
15.000	2.0	5[illegible]	**620**

Fuente: Guía AASHTO 93

En la **Tabla 16,** se presentan valores representativos de la pérdida de soporte según los materiales de soporte de la losa, por lo que se determina aplicar LS: 1.0.

Tabla 16. Rangos típicos de factores de pérdida de soporte para diferentes tipos de materiales.

Tipo de material	Pérdida de soporte (LS)
Base granular tratada con cemento (E = 1000.000 a 2.000.000 psi)	0,0 a 1,0
Mezclas de agregados con cemento (E = 500.000 a 1.000.000 psi)	0,0 a 1,0
Base tratada con asfalto (E = 350.000 a 1.000.000 psi)	0,0 a 1,0
Mezclas estabilizadas con bitumen (E = 40.000 a 300.000 psi)	0,0 a 1,0
Estabilizado con cal (E = 20.000 a 70.000 psi)	1,0 a 3,0
Materiales granulares no ligados (E = 15.000 a 45.000 psi)	1,0 a 3,0
Materiales de subgrado naturales o Suelos de grano fino (E = 3.000 a 40.000 psi)	2,0 a 3,0

Fuente: Guía AASHTO 93

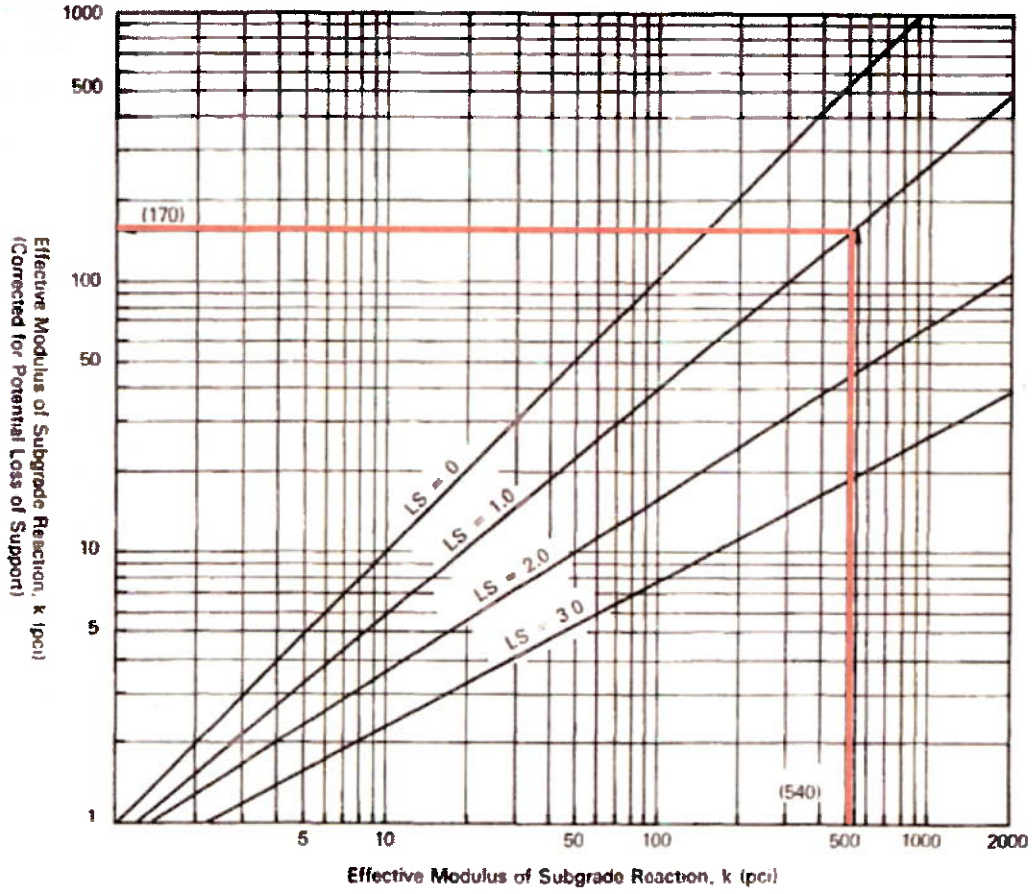


Figure 3.6. Correction of Effective Modulus of Subgrade Reaction for Potential Loss of Subbase Support (6)

Figura 6. Cálculo del módulo de reacción de la subrasante.

K_m (pci)	LS/Pérdiaa de soporte	K (pci)
590	1.0	170

Fuente: *Guía AASHTO 93*

Con lo anterior se determina un módulo efectivo de reacción de la subrasante de 170.

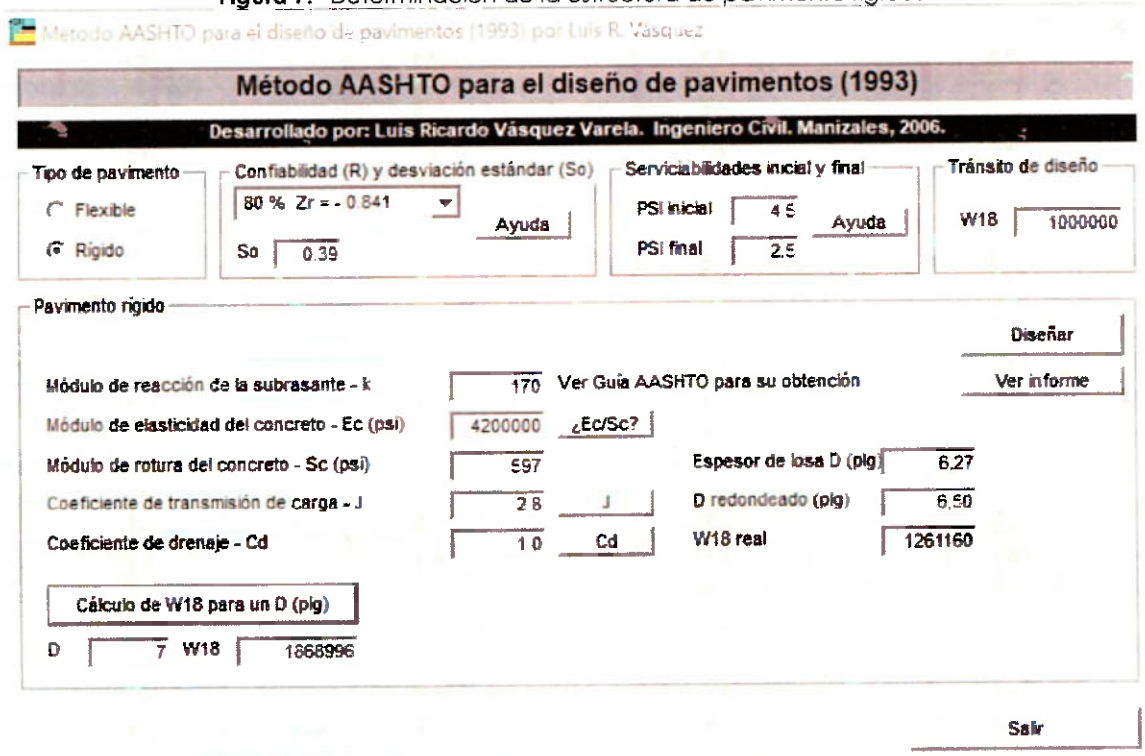
8.1.7 Determinación del número estructural (SN)

El número estructural es la variable que el método AASHTO emplea para definir las características propias de cada proyecto, en otras palabras, es la medida a satisfacer con cualquiera de las alternativas de pavimento que se postulen para el proyecto en estudio.

Ejes equivalentes	**W18=** 1.000.000
Confiabilidad	R= 0.80
Desviación Estánaar	So= 0.39
Serviciabilidad Inicial	Pi = 4.2
Serviciabilidad Final	Pt = 2.5
Coeficiente de Transferencia de carga (J)	2.8
Módulo de reacción de la subrasante (k) (psi/in)	170
Módulo de elasticidad del concreto (psi)	4.200.000
Módulo de rotura del concreto (Sc) (psi)	597 (MR=42)
Coeficiente de drenaje – Subbase granular	1.0

En la **Figura 7** para el cálculo de la estructura de pavimentos se utilizó la herramienta informática Ecuación AASHTO 93, diseñada por el Ingeniero Luis Ricardo Vasquez Varela.

Figura 7.- Determinación de la estructura de pavimento rígido.



Fuente: Software gratis "Ecuación AASHTO 93" elaborado por el Ing. Luis Ricardo Vásquez Varela

Por facilidad constructiva se redondea el espesor a 17.5 centímetros para la vía San Sebastián.

Acero de refuerzo longitudinal – Barras de anclaje

El acero que se encuentra en el sentido longitudinal se estimó con la **Tabla 17**, con varilla de ½" de 85 centímetros de longitud, separado según se indica el plano de modulación de las losas.

Tabla 17.- Recomendaciones para las barras de anclaje.

Espesor de losa (mm)	Barras de ϕ 9,5 mm (3/8")				Barras de ϕ 12,7 mm (1/2")				Barras de ϕ 15,9 mm (5/8")			
	Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)		
		3.05 (m)	3.35 (m)	3.65 (m)		3.05 (m)	3.35 (m)	3.65 (m)		3.05 (m)	3.35 (m)	3.65 (m)
Acero de fy= 187,5 MPa (40.000 psi)												
150	0,45	0.80	0.75	0.65	0,60	1.20	1.20	1.20	0,70	1.20	1.20	1.20
175		0.70	0.60	0.55		1.20	1.10	1.00		1.20	1.20	1.20
200		0.60	0.55	0.50		1.05	1.00	0.90		1,20	1.20	1.20
225		0,55	0.50	0.45		0.85	0.85	0.80		1.20	1.20	1.20
250		0.45	0.45	0.40		0.85	0.80	0.70		1.20	1.20	1.10
Acero de fy= 280 MPa (60.000 psi)												
150	0,65	1,20	1,10	1,00	0,85	1,20	1,20	1,20	1,00	1,20	1,20	1,20
175		1.05	0,95	0,85		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
200		0,90	0,80	0,75		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
225		0,80	0,75	0,65		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
250		0,70	0,65	0,60		1,20	1,15	1,10		1,20	1,20	1,20

Fuente: Tomada del manual de pavimentos rígido del INVIAS, "Tabla 6-1. Recomendaciones para las barras de anclaje".

Acero de refuerzo transversal - Dovelas

Las dovelas para la estructura de pavimento según la Tabla 18 corresponde a varilla lisa de 7/8" de longitud de 35 centímetros separada cada un 30 centímetro, donde el centro de la varilla debe ir en la mitad del espesor de la losa, esto como se muestra en el plano anexo de modulación de losas.

Tabla 18.- Recomendaciones para las dovelas.

Espesor del pavimento	Diámetro del pasador		Longitud	Separación entre centros
	mm	Pulgada	mm	mm
0 - 100	13	1/2	250	300
110 - 130	16	5/8	300	300
140 - 150	19	3/4	350	300
160 - 180	22	7/8	350	300
190 – 200	25	1	350	300
210 – 230	29	1 1/8	400	300
240 - 250	32	1 1/4	450	300
260 - 280	35	1 3/8	450	300
290 - 300	38	1 1/2	500	300

Fuente: Tomada del manual de pavimentos rígido del INVIAS, "Tabla 6-2. Recomendaciones para la selección de los pasadores de carga".

Juntas de expansión o aislamiento

Del "Manual de diseño de pavimentos en concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito." Se tiene que las juntas de expansión alrededor de elementos incorporados dentro del pavimento, tales como sumideros, cámaras de inspección o cajas, deben estar como mínimo a 300 mm de los bordes de dichos elementos y su forma debe ser poligonal, circular, o semicircular.

Cuando se trate de juntas de expansión o aislamiento con una forma poligonal, hay que construir juntas longitudinales o transversales, contracción, en cada uno de los vértices del polígono. Si la junta de aislamiento tiene forma circular o semicircular, de ella debe salir al menos una junta longitudinal o transversal de contracción. Esto como se observa en la **Figura 8.**

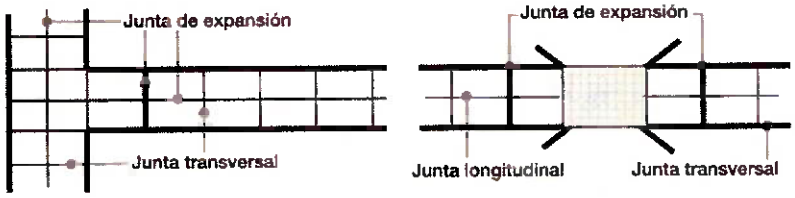


Figura 6.1. Juntas de expansión en las intersecciones y cerca de algún obstáculo

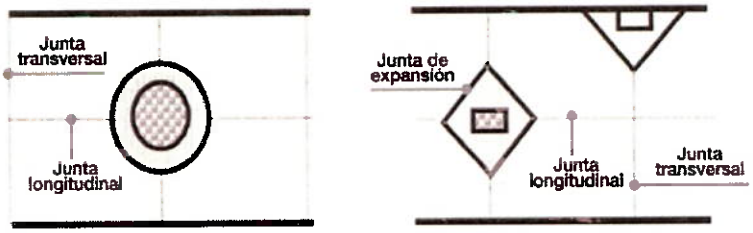


Figura 6.2. Juntas de expansión alrededor de elementos incorporados dentro del pavimento

Figura 8. Juntas longitudinales y de expansión para protección de obras hidráulicas.
Fuente: *Manual de diseño de pavimentos en concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.*

Acero de refuerzo de las losas

El refuerzo requerido para el control del ancho de grietas es una función del tamaño y del espesor de la losa. Para eliminar las juntas de contracción, se recomienda colocar una cuantía mínima de acero correspondiente al 0,5% de la sección transversal en la dirección en que se elimina la junta de contracción.

La parrilla debe colocarse lo más cerca posible de la parte superior de la losa, recomendándose que se coloque a una profundidad de 1/3 del espesor de la losa, y debe tener un recubrimiento mínimo de entre 3 y 50 mm. Esta armadura no debe atravesar las juntas.

$$Cuantía: 0.005 * 17.5 * 100 = 8.75\ {}^{cm^2}/_{m}$$

Debido a la cuantía tan alta se plantea el refuerzo en una malla por lo que se tendría una cuantía en cada sentido de 8.75.00 cm2/m para la losa de17.5 cm de espesor.

$$\#\ de\ varillas: = \frac{8.75\ {}^{cm^2}/_{m}}{0.71\ cm^2} = 13\ varillas\ 3/8"\ /m$$

$$Espaciamiento: = \frac{1\ m}{13\ varillas} = 1\ varilla\ 3/8"\ cada\ 8.0\ cm$$

Las losas que se refuercen se debe colocar las varillas de 3/8" planteadas para cada espesor por metro en cada sentido (X y Y) en una malla. Las losas que requieren refuerzo se muestran en el plano anexo de modulación de losas del pavimento.

Modulación de las losas

Se deben tener en cuenta las consideraciones propuestas en el plano anexo de la configuración de las losas de pavimento rígido, bajo la condición geométrica simétrica donde el concreto no requiere acero de refuerzo y las condiciones asimétricas o irregulares donde se recomienda el acero de refuerzo de las losas de concreto.

ESPESORES DE PAVIMENTO RÍGIDO

En la **Tabla 19** se presentan los espesores de pavimentos de concreto rígido aplicando la metodología AASHTO 93, que se proponen para las unidades de diseño.

Tabla 19.- Dimensiones de las losas de pavimento rígido aplicando la metodología AASHTO 93 para las unidades de diseño.

UNIDAD DE DISEÑO	Espesor de la losa (in - cm)	Soporte Subbase granular (in - cm)	Barras de anclaje fy= 280MPa				BERMAS, ANDÉN
			Separación Entre barras (m)	Diámetro de la barra (in)	Longitud (m)	Resistencia (kg/cm²) MP	
1	7.0" ~ 17.50	8" – 20	1.00	1/2"	0.85	42	SI

UNIDAD DE DISEÑO	Espesor de la losa (in - cm)	Soporte Subbase granular (in - cm)	Barras de anclaje fy= 280MPa			Resistencia (kg/cm²) MR	BERMAS, ANDÉN
			Separación Entre barras (m)	Diámetro de la barra (in)	Longitud (m)		

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 20** se muestran las dimensiones de diseño de las losas del pavimento rígido siguiendo la relación de esbeltez L/a que se encuentre en el rango entre 1 y 1.3.

Tabla 20.- Dimensiones de las losas de pavimento rígido para las unidades de diseño.

UNIDAD DE DISEÑO	Sector	Ancho de la losa (m) máximo	Largo de la losa (m) máximo	Relación entre el largo y el ancho de la losa
1	San Sebastián	3	3.5	1.16

***Fuente:** Elaboración propia*

8.2 MÉTODO AASHTO 93

El procedimiento de diseño recomendado por la "American Association of State Highway and Transportation Otficials" se basa en los resultados de ensayos viales en la década de los cincuenta y sesenta y se viene ajustando desde entonces. Está orientado a la estimación del desempeño del pavimento en función de su serviciabilidad antes que en la falla estructural.

8.2.1 CONFIABILIDAD (R)

Es la probabilidad de que la serviciabilidad del pavimento sea mantenida a un nivel aceptable para el usuario a través del período de análisis. Es función del tipo de vía, para vías locales, entre 50% y 80%. En este caso se eligió el 80%.

Tabla 21. Confiabilidad método AASHTO 93.

Clasificación funcional	Confiabilidad recomendada	
	Urbano	Rural
Interestatales y otras autopistas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Tabla tomada del AASHTO 93

En la **Tabla 21** se muestran los valores de la confiabilidad y se adopta un valor del 80% para el proyecto.

8.2.2 DESVIACIÓN ESTÁNDAR (So)

Cubre la variabilidad inherente al desempeño de cualquier estructura de pavimento, y es función del tipo de éste. Para pavimentos flexibles AASHTO sugiere 0.44. Como se presenta en la **Tabla 22**.

Tabla 22. Desviación estándar método AASHTO 93.

Tipo de pavimento	Rango para la desviación estándar total, So	So considerando la varianza del tránsito	So SIN considerar la varianza del tránsito
Flexible	0.40 – 0.50	0.49	0.44
Rígido	0.30 – 0.40	0.39	0.34

Fuente: Tabla tomada del AASHTO 93

8.2.3 SERVICIABILIDAD

El concepto de serviciabilidad se refiere a la capacidad de "servir" al tránsito que rodará sobre el pavimento. Esta capacidad de servicio se mide con el Índice Presente de Serviciabilidad (PSI) que oscila de 1 a 5, siendo 1 un camino "imposible" y 5 el camino "perfecto".

Tabla 23. Serviciabilidad propuesta del método AASHTO 93.

Tipo de vía	Índice de serviciabilidad del pavimento (PSI)			
	Pavimento flexible		Pavimento rígido	
	PSI inicial	PSI final	PSI inicial	PSI final
Vías principales		2.5		2.5
Vías secundarias	4.2	2.0	4.5	2.0
Condición de falla		1.5		1.5

Fuente: Tabla tomada del AASHTO 93

La escogencia de un índice más bajo que puede tolerarse antes de que sea necesario un refuerzo o una rehabilitación, la AASHTO sugiere un valor de 2.5 para las autopistas y vías principales y 2.0 para las demás carreteras. En el ensayo AASHTO, se obtuvo un valor de 4.2 para los pavimentos flexibles, la serviciabilidad final se considerará 2.5. Esto como se presenta en la **Tabla 23**.

8.2.4 MÓDULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE (Mr)

La resistencia mecánica de la subrasante se mide con su módulo de resiliencia, el cual a su vez puede estimarse con base en el resultado del ensayo de Valor Soporte Relativo de California (CBR).

El valor representativo de la resistencia de la subrasante es el promedio de los datos obtenidos durante la exploración, recomendado por el método AASHTO. Para hallar el módulo resiliente de las unidades de diseño se aplica la siguiente ecuación.

$$MR\ (psi) = 1.500 * CBR$$

De lo cual se obtienen el siguiente valor para la vía del barrio San Sebastián.

San Sebastián CBR= 15.00% MR = 15.000 psi

8.2.5 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA BASE GRANULAR (a2) Y SUBBASE GRANULAR (a3)

El coeficiente estructural, una característica propia de cada uno de los posibles materiales que pueden incluirse dentro de la estructura de pavimento. Para el caso de la base granular, se elige a partir del Módulo Resiliente del material, e indirectamente con la correlación al CBR. Para una base granular con CBR de 80%, el Coeficiente estructural es 0.131. Para CBR 100% es 0.140.

Para material tipo subbase, la correlación entre CBR y coeficiente estructural indica un coeficiente de 0.100, si se trata de una subbase con CBR de 25%.

8.2.6 COEFICIENTE DE DRENAJE PARA BASE Y SUBBASE GRANULAR (m2 y m3)

Debido a que el desempeño de las capas granulares (no ligadas) está directamente relacionado con las propiedades de drenaje de cada una de ellas, se incluye en el diseño un parámetro que representa el efecto de dichas condiciones en la estructura. Para capas granulares con buena calidad de drenaje (agua libre removida de la capa en un día) y para tiempos de exposición de la estructura a niveles de saturación de más del 25% de la vida útil del pavimento, el coeficiente es 1.0.

8.2.7 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO ASFÁLTICO (a1)

El coeficiente estructural de una capa densa de concreto asfáltico está dado por su Módulo de Resiliencia, e indirectamente por la Estabilidad Marshall (AASHTO T245 o ASTM D1633), el coeficiente estructural para este tipo de capa es del orden de 0.44, si el módulo de elasticidad de la mezcla es superior a 350.000 psi. En este caso se empleará un coeficiente de 0.40. Esto como se puede observar en la **Tabla 24** al ajuste realizado por temperatura.

Tabla 24. Ajuste por temperatura del coeficiente estructural del pavimento.

Mezcla densa en caliente	MDC a_i = 0.44 MDC a_i = 0.37 MDC a_i = 0.30	TMAP < 13 °C 13 °C ≤ TMAP < 20 °C 20 °C ≤ TMAP ≤ 30 °C
Mezcla densa en frio	MDF a_i =0 8 * 0.44 MDF a_i =0.8 * 0.37 MDF a_i =0.8 * 0.33	TMAP < 13 °C 13 °C ≤ TMAP < 20 °C 20 °C ≤ TMAP ≤ 30 °C
Base estabilizada con emulsión asfáltica	BEE-1 a_i = 0.20 BEE-2 a_i = 0.20 BEE-3 a_i = 0.14	Agregado grueso Agregado medio Suelo
Base estabilizada con cemento	BEC-1 a_i = 0.16 BEC-2 a_i = 0.14 BEC-3 a_i = 0.13	A-1-a; A-1-b A-3; A-2-4; A-2-5 A-2-6; A-2-7; A-4 A-5; A-6; A-7
Base granular	BG-1, BG-2	a_i = 0.14
Sub-base granular	SBG-1, SBG-2	a_i = 0.12

Fuente. Manual de diseño de pavimentos Asfálticos en Vías con Medios y Altos Volúmenes de Tránsito, INVIAS 1998. (Documento original).

Se determina y establece de acuerdo con la temperatura media anual del municipio de Manizales, Caldas y se plantea un coeficiente estructural de 0.40.

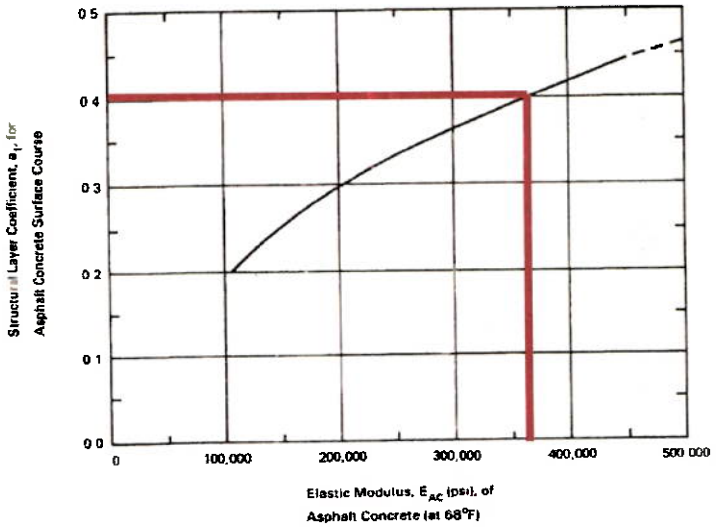


Figure 2.5. Chart for Estimating Structural Layer Coefficient of Dense-Graded Asphalt Concrete Based on the Elastic (Resilient) Modulus (3)

Figura 9.- Determinación del coeficiente estructural de la capa de rodadura asfáltica.
Fuente: Guía AASHTO93.

Este valor según la figura 2.5 del AASHTO93 que se presenta en la **Figura 9** corresponde a una resistencia aproximada de la mezcla asfáltica de 360.000 PSI.

8.2.8 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL (SN)

El número estructural es la variable que el método AASHTO emplea para definir las características propias de cada proyecto, en otras palabras, es la medida a satisfacer con cualquiera de las alternativas de pavimento que se postulen para el proyecto en estudio.

Se estimó el número estructural para el valor esperado de ejes equivalentes a ejes sencillos de de 8.2Ton de acuerdo con el estudio de tránsito.

PAVIMENTO ASFÁLTICO

Ejes equivalentes	**W18= 48.285 – 50.000**
Confiabilidad	R= 0.80
Desviación Estándar	So= 0.49
Serviciabilidad Inicial	Pi = 4.2
Serviciabilidad Final	Pt = 2.5
Coeficiente de capa – Capa de rodadura (a1)	0.40
Coeficiente de capa – Base granular (a2)	0.13
Coeficiente de capa – Subbase granular (a3)	0.102
Coeficiente de drenaje – Capa de rodadura (m1)	1.0
Coeficiente de drenaje – Base granular (m2)	1.0
Coeficiente de drenaje – Subbase granular (m3)	1.0
Módulo de elasticidad Capa de rodadura (psi)	360.000
Módulo de elasticidad Base granular (psi)	30.000
Módulo de elasticidad Subbase granular (psi)	14.000
CBR de diseño – Percentil50	CBR= 10.00
Módulo resiliente subrasante (MR) (psi)	**MR= 15.000**

Para el cálculo de la estructura de pavimentos se utilizó la herramienta informática Ecuación AASHTO 93. diseñada por el Ingeniero Luis Ricardo Vásquez Varela. En la **Figura 10** se observa el cálculo de la estructura de pavimento de la vía. Dado que el número de ejes sencillos equivalentes es de 48.285 se calculó con 50.000 dado que es el valor mínimo establecido en la metodología AASHTO93

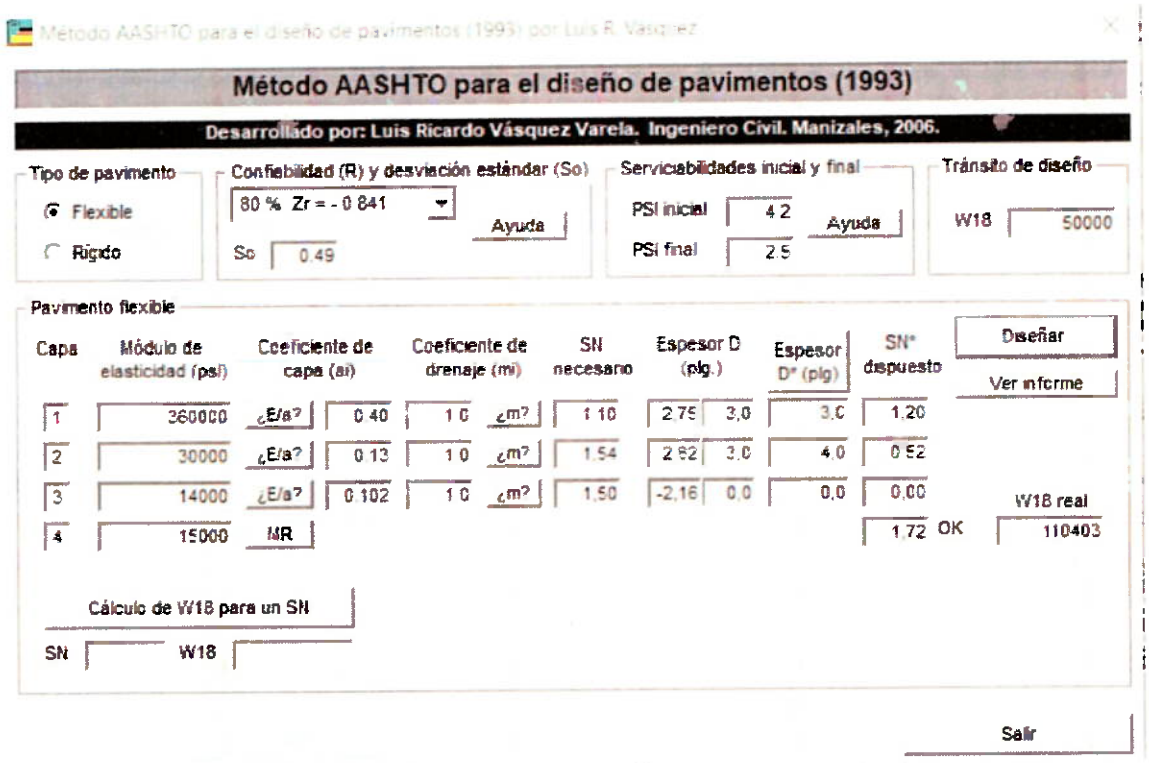


Figura 10.- Determinación de la estructura de pavimento asfáltico, Unidad de diseño vía.
Fuente: Software gratis "Ecuación AASHTO 93" elaborado por el Ing. Luis Ricardo Vásquez Varela

8.2.9 ESPESORES Y TIPO DE PAVIMENTO

Es importante mencionar que AASHTO 93 según el nivel de tránsito sugiere los espesores mínimos permisibles a los que podría dar lugar su aplicación, esto aplica para concreto asfáltico y base granular como se muestra en la **Tabla 25**.

Tránsito - W18	Concreto Asfáltico -(plg)	Base granular - (plg)
<50000	1.0 ó TS	4
50000-150000	2.0	4.0
150000-500000	2.5	4.0
500000-2000000	3.0	6.0

Tabla 25.- Espesores mínimos de capas recomendados por AASHTO'93
Fuente: AASHTO-93. Guide for Design of Pavement Structures.

Para lograr una estructura de pavimento que sea consistente con el diseño es necesario emplear materiales y procedimientos constructivos adecuados. Y al momento de construir una estructura, en particular, es necesario completar un diseño apropiado de la mezcla de agregados y de ligante o agente estabilizador si fuera necesario.

La solución elegida, debe satisfacer los espesores de capa indicados, el coeficiente estructural elegido en el diseño y los valores de CBR promedio. Los coeficientes estructurales se eligieron de acuerdo con las condiciones mínimas de calidad exigidas en las especificaciones de construcción INVIAS.

Las especificaciones para las estructuras de pavimento sugeridas son las siguientes:

Carpeta asfáltica: MDC	INV 450 2022
Imprimación	INV 420 2022
Base granular	INV 330 2022
Subbase granular:	INV 320 2022

A continuación, en la Tabla 26, se muestran la estructura sugerida para la unidad de diseño, calculadas como se observa en la **Figura 10** de acuerdo con los diferentes parámetros establecidos para el pavimento, se resumen los espesores hallados en la **Tabla 26**.

ESTRUCTURA	Espesor (cm)	Espesor (pulg)
Carpeta Asfáltica	7.5	3.0
Base Granular	10.0	4.0
Sub Base Granular	-	-

Tabla 26.- Estructuras de pavimento asfáltico, método AASHTO 93
Fuente: Elaboración propia.

Con la aplicación del numeral 3.1.4 "*Selection of layer thicknesses*" del manual de diseño de pavimentos AASHTO 93 se establece el espesor mínimo de pavimento de 2.0" o 5.0 centímetros. Mediante el número estructural se identificó un conjunto de capas cuyos espesores convenientemente combinados, proporcionen la capacidad portante correspondiente a dicho SN. Para esto se aplicó la siguiente ecuación.

$$SN = a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3$$

Fuente: *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures.*

Esta expresión no conduce a una solución única, sino que presenta muchas combinaciones técnicamente válidas y en este caso mediante las visitas de campo se aplica un espesor de subbase para realizar la nivelación de la vía, por lo que la estructura de pavimento propuesta para el tramo de pavimento calculado serían las que se muestran en la **Tabla 27**

Tabla 27.- Cálculo estructura de pavimento combinada con mezcla asfáltica MDC-19

DISEÑO ASFALTO				
Estructura	D (cm)	D (IN)	ai	SN
MDC-19	7.5	3.0	0.40	1.200
BASE GRANULAR TIPO C	10.0	4.0	0.13	0.52
SUBBASE GRANULAR TIPO C	-	-	-	-
SN Dispuesto				1.72
SN Necesario				1.58

Fuente: Elaboración propia.

La estructura dadas las características corresponde a espesores dados los valores del ensayo del CBR inalterado.

9 DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ANDÉN

9.1 MÉTODO AASHTO 93

El procedimiento de diseño recomendado por la "American Association of State Highway and Transportation Officials" se basa en los resultados de ensayos viales en la década de los cincuenta y sesenta y se viene ajustando desde entonces. Está orientado a la estimación del desempeño del pavimento en función de su serviciabilidad antes que en la falla estructural.

9.1.1 Confiabilidad (R)

Es la probabilidad de que la serviciabilidad del pavimento sea mantenida a un nivel aceptable para el usuario a través del período de análisis. Es función del tipo de vía, en la **Tabla 28** se observan los valores de la confiabilidad según la característica de la vía.

Tabla 28. Confiabilidad metodo AASHTO 93.

Clasificación funcional	Confiabilidad recomendada	
	Urbano	Rural
Interestatales y otras autopistas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Tabla tomada del AASHTO 93

En la **Tabla 29** se muestran los valores de la confiabilidad adoptados para el cálculo del pavimento rígido en el proyecto.

Tabla 29. Confiabilidad implementada del método AASHTO 93.

Unidad	Sector	Categoría de tránsito
1	San Sebastián	80%

Fuente: Elaboración propia

9.1.2 Desviación estándar (So)

Cubre la variabilidad inherente al desempeño de cualquier estructura de pavimento, y es función del tipo de éste. Para pavimentos rígidos considerando la varianza del tránsito en el tramo vial según la metodología AASHTO 93 sugiere utilizar 0.39.

9.1.3 Serviciabilidad

El concepto de serviciabilidad se refiere a la capacidad de "servir" al tránsito que rodará sobre el pavimento. Esta capacidad de servicio se mide con el Índice Presente de Serviciabilidad (PSI), que oscila de 1 a 5, siendo 1 un camino "imposible" y 5 el camino "perfecto".

La escogencia de un índice más bajo que puede tolerarse antes de que sea necesario un refuerzo o una rehabilitación, la AASHTO sugiere un valor de 2.5 para las autopistas y vías principales y 2.0 para las demás carreteras. En el ensayo AASHTO, se obtuvo un valor de 4.2 para los pavimentos flexibles, la serviciabilidad final se considerará 2.0.

9.1.4 Coeficiente de transferencia de carga (J)

Es un factor usado en los pavimentos rígidos para considerar la capacidad del concreto de distribuir cargas a través de las discontinuidades como las juntas o un dispositivo de transferencia de cargas de grietas, trabazón de agregados. En la **Tabla 30** se pueden observar los valores para la metodología.

Tabla 30. Coeficiente de transferencia de carga.

Table 2.6. Recommended Load Transfer Coefficient for Various Pavement Types and Design Conditions

Shoulder	Asphalt		Tied P.C.C.	
Load Transfer Devices	Yes	No	Yes	No
Pavement Type				
1 Plain jointed and jointed reinforced	3.2	3.8–4.4	2.5–3.1	3.6–4.2
2 CRCP	2.9–3.2	N/A	2.3–2.9	N/A

Fuente: Guía AASHTO 93

Para las diferentes unidades de diseño, considerando que se planteó un pavimento simple con juntas, con barras de transferencia de carga, se toma el valor promedio correspondiente a 2.8

9.1.5 Coeficiente de drenaje para base granular

Debido a que el desempeño de las capas granulares (no ligadas) está directamente relacionado con las propiedades de drenaje de cada una de ellas, se incluye en el diseño un parámetro que representa el efecto de dichas condiciones en la estructura. Para capas granulares con buena calidad de drenaje

(agua libre removida de la capa en un día) y para tiempos de exposición de la estructura a niveles de saturación de más del 25% de la vida útil del pavimento, el coeficiente es 1.0.

9.1.6 Determinación del espesor de la subbase granular

Para determinar el espesor de la subbase granular se implementa el ábaco sugerido para hallar con el módulo resiliente de la subrasante, el espesor y el módulo de elasticidad de la subbase granular de acuerdo con el valor de CBR.

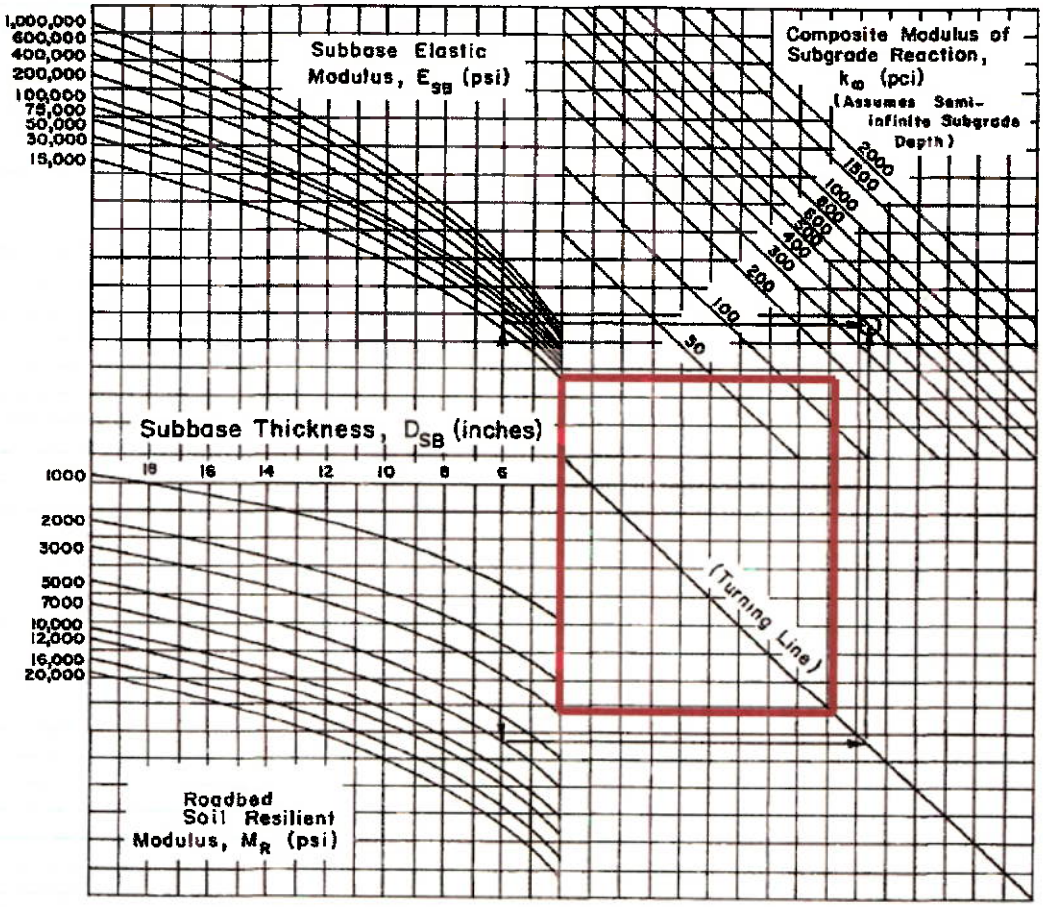


Figura 11.- Modulo compuesto de reacción de la subrasante.
Fuente: AASHTO93

Figura 12. Cálculo del módulo de reacción compuesto del terreno.

D_{SB} (in)	E_{SBG} (psi)	Mr (psi)	K_C (psi)
8.0	14.000	3.000	**160**

Fuente: Guía AASHTO 93

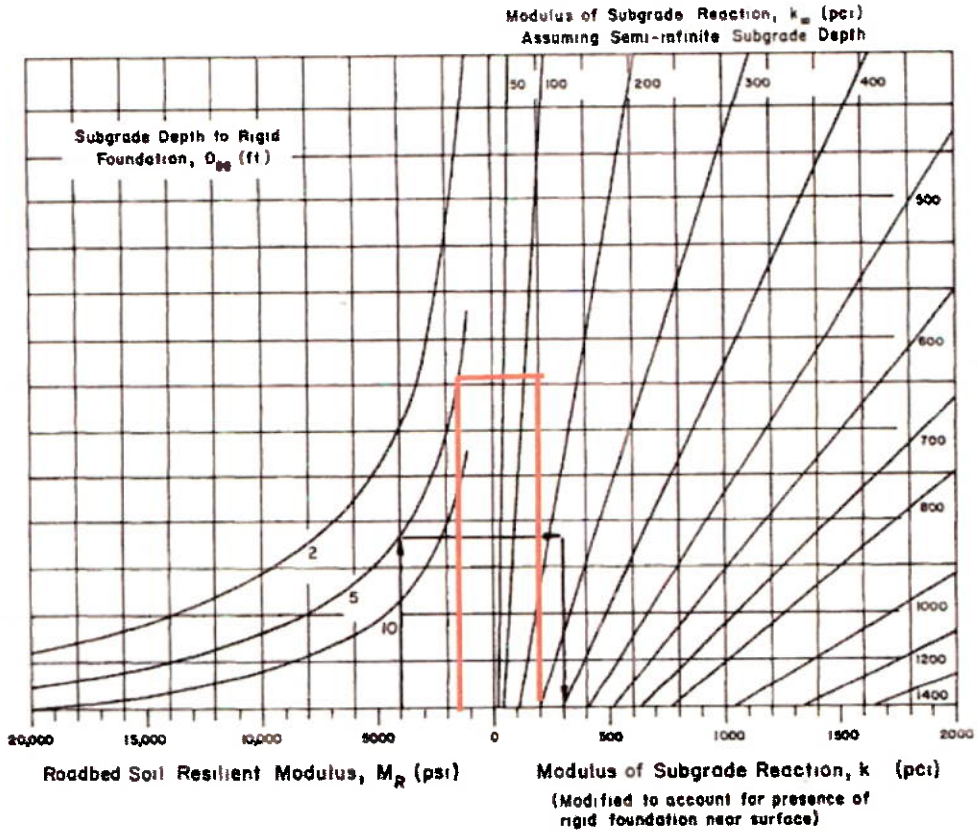


Figura 13. Cálculo del módulo de reacción modificado del terreno.

Mr (psi)	Prof estrato firme (ft)	Kc (pci)	Km (pci)
3.000	2.0	160	**200**

Fuente: Guía AASHTO 93

En la **Tabla 31.** Rangos típicos de factores de pérdida de soporte para diferentes tipos de materiales., se presentan valores representativos de la pérdida de soporte según los materiales de soporte de la losa, por lo que se determina aplicar LS: 1.0.

Tabla 31. Rangos típicos de factores de pérdida de soporte para diferentes tipos de materiales.

Tipo de material	Pérdida de soporte (LS)
Base granular tratada con cemento (E = 1000.000 a 2.000.000 psi)	0,0 a 1,0
Mezclas de agregados con cemento (E = 500.000 a 1.000.000 psi)	0,0 a 1,0
Base tratada con asfalto (E = 350.000 a 1.000.000 psi)	0,0 a 1,0
Mezclas estabilizadas con bitumen (E = 40.000 a 300.000 psi)	0,0 a 1,0
Estabilizado con cal (E = 20.000 a 70.000 psi)	1,0 a 3,0
Materiales granulares no ligados (E = 15.000 a 45.000 psi)	1,0 a 3,0
Materiales de subgrado naturales o Suelos de grano fino (E = 3.000 a 40.000 psi)	2,0 a 3,0

Fuente: Guía AASHTO 93

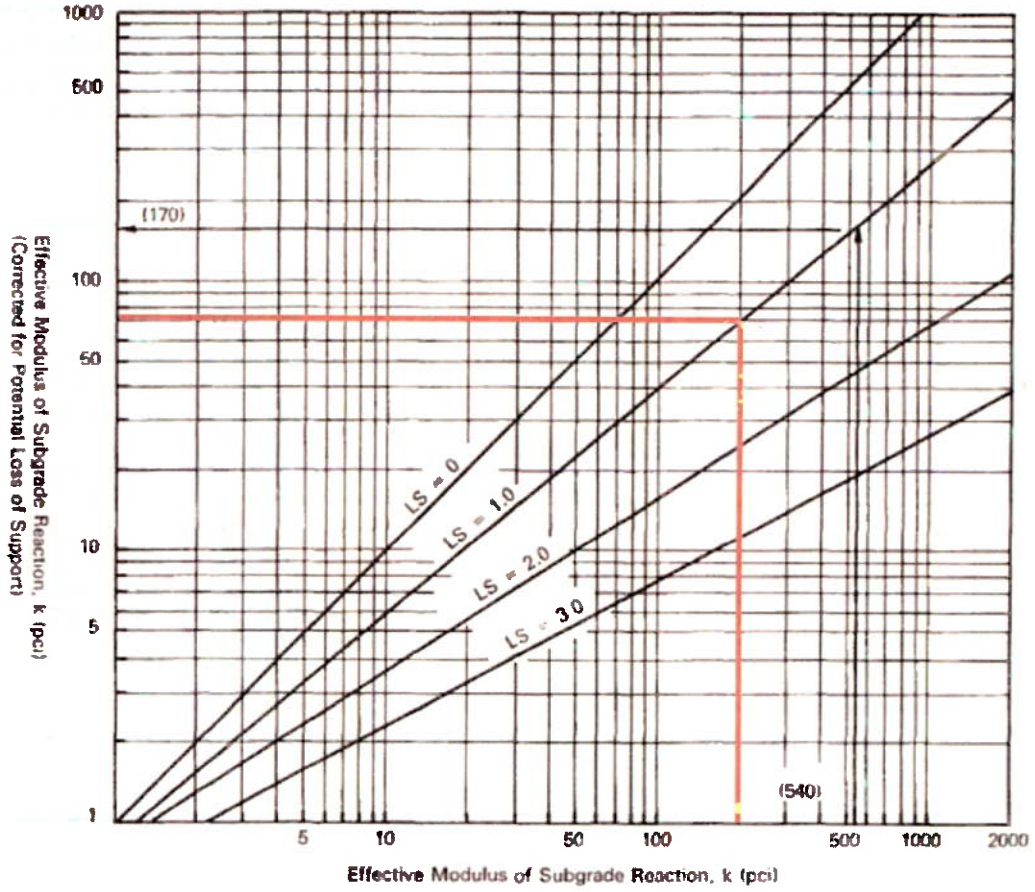


Figure 3.6. Correction of Effective Modulus of Subgrade Reaction for Potential Loss of Subbase Support (6)

Figura 14. Cálculo del módulo de reacción de la subrasante.

K_m (pci)	LS/Pérdida de soporte	K_e (pci)
200	1.0	70

Fuente: Guia AASHTO 93

Con lo anterior se determina un módulo efectivo de reacción de la subrasante de 70.

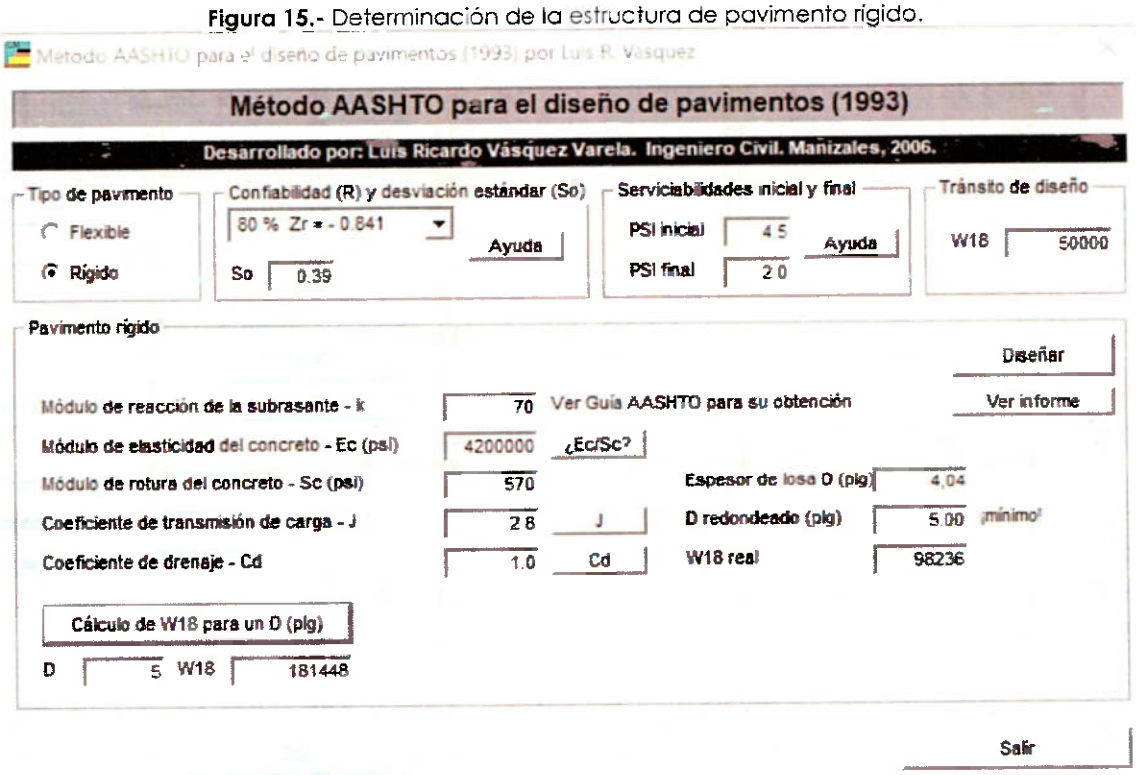
9.1.7 Determinación del número estructural (SN)

El número estructural es la variable que el método AASHTO emplea para definir las características propias de cada proyecto, en otras palabras, es la medida a satisfacer con cualquiera de las alternativas de pavimento que se postulen para el proyecto en estudio.

Ejes equivalentes (Mínimo)	**W18=** 50.000
Confiabilidad	R= 0.80
Desviación Estándar	So= 0.39
Serviciabilidad Inicial	Pi = 4.2
Serviciabilidad Final	Pt = 2.0
Pérdida de Serviciabilidad	ΔPSI= 2.2
Coeficiente de Transferencia de carga (J)	2.8
Módulo de reacción de la Subrasante (k) (psi/in)	70
Módulo de elasticidad del concreto (psi)	4.200.000
Módulo de rotura del concreto (Sc) (psi)	570 (MR=40)
Coeficiente de drenaje – Subbase granular	1.0

Para el cálculo del espesor de la losa de pavimento se implementaron los parámetros enunciados.

Figura 15.- Determinación de la estructura de pavimento rígido.



Fuente: Software gratis "Ecuación AASHTO 93" elaborado por el Ing. Luis Ricardo Vásquez Varela

Para el cálculo de la estructura de pavimentos se utilizó la herramienta informática Ecuación AASHTO 93, diseñada por el Ingeniero Luis Ricardo Vásquez Varela. En la

Figura 15 se observa el cálculo de la estructura de pavimento para las diferentes unidades de diseño propuestas.

9.1.8 Espesores de pavimento rígido

En la **Figura 15** se presentan los espesores de pavimentos de concreto rígido aplicando la metodología AASHTO 93

Tabla 32.- Dimensiones de las losas de pavimento rígido aplicando la metodología AASHTO 93

Espesor de la losa (in - cm)	Soporte Subbase granular (in - cm)	Resistencia (kg/cm²) MR	BORDILLO - SARDINEL
5" – 12.5	4" – 10	42	**SI**

Fuente: Elaboración propia

Para el andén la máxima longitud sin soportar junta corresponde a 2.5 metros. Sin embargo, el ancho del andén para esta longitud no debe ser inferior a 2.0 metros. En la **Tabla 33** se muestran las dimensiones de diseño de las losas del pavimento rígido siguiendo la relación de esbeltez L/a que se encuentre en el rango entre 1 y 1.3 donde se recomienda la proporción 1.5 metros de longitud y 1.5 metros de ancho.

Tabla 33.- Dimensiones de las losas de pavimento rígido

Sector	Ancho de la losa (m)	Largo de la losa (m)	Relación entre el largo y el ancho de la losa
Andén San Sebastián	1.5	1.5	**1.0**

Fuente: Elaboración propia

Para un mejor funcionamiento en los movimientos de contracción y dilatación de las losas se recomienda por el espesor de la losa de pavimento, el uso de transmisores de carga en dovelas de varillas lisas de diámetro 5/8" de longitud de 30.0 centímetros y separados cada 30.0 centímetros.

Se recomienda que los andenes se encuentren confinados con bordillos en ambos costados, y en caso de requerirse que los pavimentos sean drenantes, en la parte inferior se debe realizar un dren francés.

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Para el diseño de pavimentos desde el componente de estudio de tránsito se determinó el número de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas para un período de diseño de 10 años en **xxx** para la estructura en pavimento flexible de tipo asfáltico, para el período de 20 años para la estructura de pavimentos rígido se proyecta un tránsito mayorado por el coeficiente 1.492 según la recomendación de la metodología AASHTO93 de xxxx sin embargo, se recomienda trabajar para esta estructura de pavimentos con el valor mínimo recomendado por la normativa vigente de 1.000.000 de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas y se determina que este será el valor del NESE a implementar como insumo para el diseño de la estructura de pavimentos.

- Se realizó un diseño de pavimentos en pavimento asfáltico y concreto hidráulico, asimismo se proyectó en pavimento de concreto hidráulico el diseño del andén.

- Se utilizaron y actualizaron el número de ejes sencillos equivalentes del estudio de tránsito, adicionalmente la prospección geotécnica de pavimentos suministrada para cumplir la normativa vigente, con los ensayos que se muestra en la **Tabla 37** y.**Tabla 38.**

Tabla 34.- Resumen ensayos de clasificación de suelos.

Sondeo	PROF (m)	LL	LP	IP	HUMEDAD NATURAL	%PASA 40	%PASA 200	S.U.C.S
1	2.00	41.51%	33.48%	8.04%	44.04%	50.82%	36.34%	SC
2	1.50	30.28%	23.62%	.66%	19.50%	36.33%	26.62%	SM-SC
3	1.70	31.50%	24.62%	6.87%	26.24%	41.34%	27.65%	SM-SC

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35.- Resumen ensayos de CBR inalterado.

PROF ENSAYO (m)	HUMEDAD NATURAL	PROF. (m)	CBR 0.2"	CONDICIÓN	CLASIFICACIÓN (UNIFICADA)
CBR 1	24.05%	0.70	9.2	SATURADO	SC
CBR 2	37.01%	0.50	11.8	SATURADO	SM-SC
CBR 3	41.73%	0.60	2.2	SATURADO	SM-SC

Fuente: Volumen de geotecnia.

- En la **Tabla 36** se muestran el resumen de las estructuras de pavimento rígido por el método AASHTO93.

Tabla 36.- Dimensiones de las losas de pavimento rígido aplicando la metodología AASHTO 93 para las unidades de diseño.

UNIDAD DE DISEÑO	Espesor de la losa (in - cm)	Soporte Subbase granular (in - cm)	Barras de anclaje fy= 280MPa				BERMAS, ANDÉN
			Separación Entre barras (m)	Diámetro de la barra (in)	Longitud (m)	Resistencia (kg/cm²) MR	
1	7.0" ~ 17.50	8" – 20	1.00	1/2"	0.85	42	SI

Fuente: *Elaboración propia*

- El diseñador deja a criterio de la entidad evaluar las alternativas de los métodos AASHTO 93 e INVIAS, y escoger la que considere que aporta un mayor costo – beneficio.

- En la **Tabla 37** se muestran el resumen de las estructuras de pavimento asfáltico por el método AASHTO93 calculada:

Tabla 37.- Estructuras de pavimento asfáltico, método AASHTO 93

ESTRUCTURA	Espesor (cm)	Espesor (pulg)
Carpeta Asfáltica	7.5	3.0
Base Granular	10.0	4.0
Sub Base Granular	-	-

Fuente: Elaboración propia.

- En la **Tabla 38** se muestran el resumen de las estructuras de pavimento de concreto hidráulico para los andenes por el método AASHTO93 calculada:

Tabla 38.- Dimensiones de las losas de pavimento rígido aplicando la metodología AASHTO 93

Espesor de la losa (in - cm)	Soporte Subbase granular (in - cm)	Resistencia (kg/cm²) M.	BORDILLO - SARDINEL
5" – 12.5	4" – 10	42	SI

Fuente: Elaboración propia

- El diseñador deja a criterio de la entidad evaluar las alternativas de los métodos AASHTO 93 tanto para pavimento flexible como de concreto hidráulico la que mejor costo – beneficio aporte al proyecto.

- El diseñador no se hace responsable de los ajustes que se realicen en obra sin previa consulta.

HERNANDEZ INGENIERIA S.A.S.
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL

CBR EN MUESTRAS INALTERADAS (INSITU)

PROYECTO: MEGACOLEGIO
SOLICITANTE: ING : LUIS GONZAGA MONTES G
LOCALIZACIÓN: BARRIO SANSEBASTIAN M/ZALES
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE MOLDE 32
PROFUNDIDAD: 0,70 M
AUTORIZÓ: ING : LUIS GONZAGA MONTES G

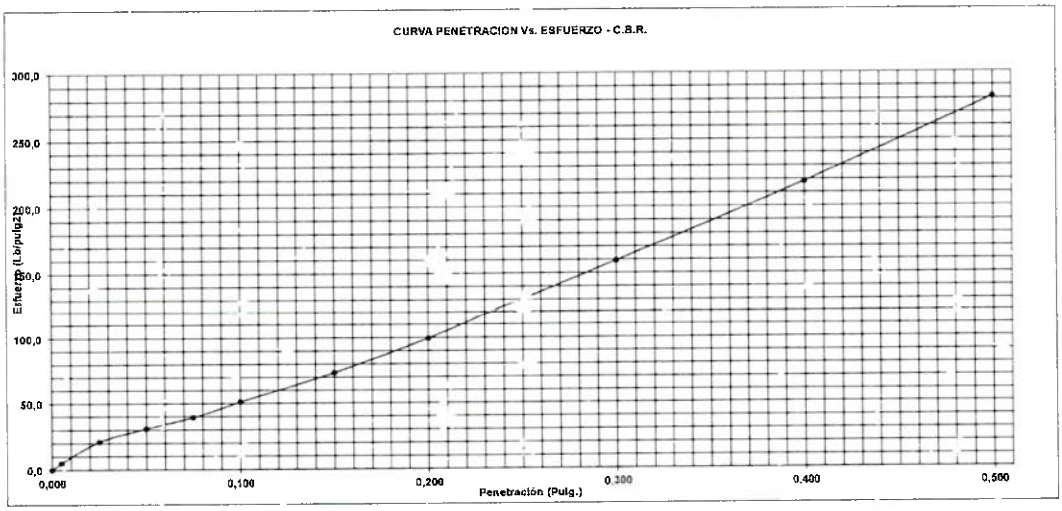
INFORME No. 25658
FECHA CAMPO: NOVB 27/2024
FECHA LABORATORIO: DICB 02/2024

BARRIO SANSEBASTIAN M/ZALES	Expansión	Expansión %
Molde No.	32	32
Días de inmersión	4	4
Lectura expansión Inicial	0,000	0,000
Lectura expansión día 4:	0,000	0,000

Determinación	1
Peso 1 (g)	539,40
Peso 2 (g)	462,00
Peso 3 (g)	51,50
Humedad del suelo(%)	18,86

Penetracion 0.0"	Lectura carga Kn	Carga Lbs	Esfuerzo Lbs/pulg²
0,000 Pulgadas	0,000	0,00	0,0
0,005 Pulgadas	0,067	15,08	5,03
0,025 Pulgadas	0,281	63,25	21,08
0,050 Pulgadas	0,413	92,97	30,99
0,075 Pulgadas	0,525	118,18	39,39
0,100 Pulgadas	**0,684**	153,97	51,32
0,150 Pulgadas	0,981	220,82	73,61
0,200 Pulgadas	**1,326**	298,48	99,49
0,250 Pulgadas	1,734	390,32	130,11
0,300 Pulgadas	2,125	478,34	159,45
0,400 Pulgadas	2,907	654,36	218,12
0,500 Pulgadas	3,752	844,57	281,52

C.B.R. A 0.1"	5,1
C.B.R. A 0.2"	4,9



OBSERVACIONES: **SIN SATURAR**

NOTA: los resultados de este ensayo solo afectan a los objetos sometidos al ensayo

Este informe no se deberá reproducir parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

JESUS ANTONIO HERNÁNDEZ E
MATRICULA 17502-001547 CALDAS

Calle 68 No. 34 - 29 Manizales - Cel. 310 837 3892
hdezing0911@gmail.com

HERNANDEZ INGENIERIA S.A.S.
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL

CBR EN MUESTRAS INALTERADAS (INSITU)

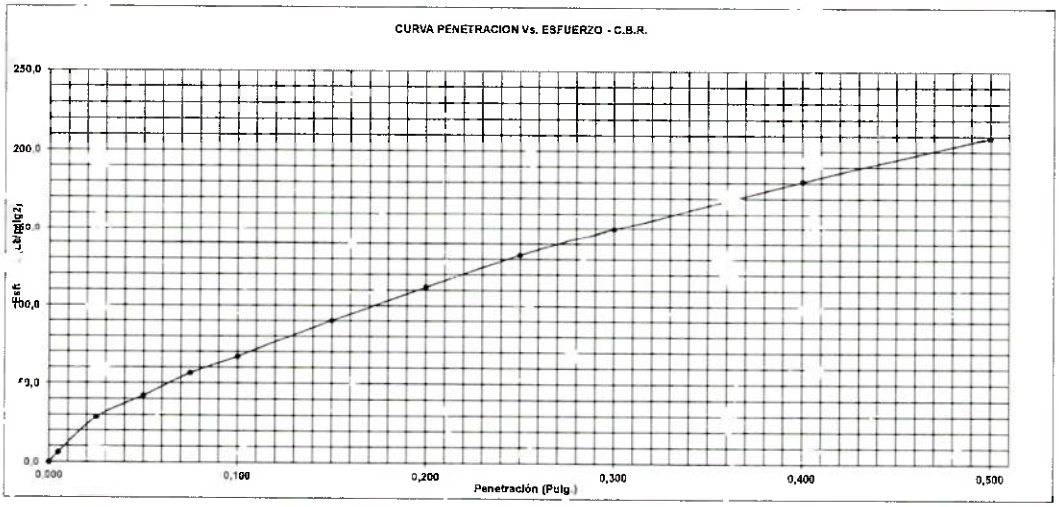
PROYECTO	MEGACOLEGIO	**INFORME No.**	25659
SOLICITANTE:	ING : LUIS GONZAGA MONTES G	**FECHA CAMPO:**	NOVB 27/2024
LOCALIZACIÓN:	BARRIO SANSEBASTIAN M/ZALES	**FECHA LABORATORIO:**	DICB 02/2024
DESCRIPCION:	SUBRASANTE MOLDE 76		
PROFUNDIDAD:	0,50 M		
AUTORIZÓ:	ING : LUIS GONZAGA MONTES G		

Determinación	1
Peso 1 (g)	534,30
Peso 2 (g)	421,50
Peso 3 (g)	53,30
Humedad del suelo(%)	30,64

BARRIO SANSEBASTIAN M/ZALES	Expansión	Expansión %
Molde No.	76	76
Dias de inmersión	4	4
Lectura expansión Inicial	0,000	0,000
Lectura expansión dia 4:	0,000	0,000

Penetracion 0.001"	Lectura carga Kn	Carga Lbs	Esfuerzo Lbs/pulg²
0,000 Pulgadas	0,000	0,00	0,0
0,005 Pulgadas	0,084	18,91	6,30
0,025 Pulgadas	0,382	85,99	28,66
0,050 Pulgadas	0,561	126,28	42,09
0,075 Pulgadas	0,753	169,50	56,50
0,100 Pulgadas	0,894	201,24	67,08
0,150 Pulgadas	1,202	270,57	90,19
0,200 Pulgadas	1,491	335,62	111,87
0,250 Pulgadas	1,769	398,20	132,73
0,300 Pulgadas	1,996	449,30	149,77
0,400 Pulgadas	2,411	542,71	180,90
0,500 Pulgadas	2,784	626,68	208,89

C.B.R. A 0,1"	6,7
C.B.R. A 0.2"	6,0



OBSERVACIONES: **SIN SATURAR**

NOTA: los resultados de este ensayo solo afectan a los objetos sometidos al ensayo

Este informe no se deberá reproducir parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

JESUS ANTONIO HERNÁNDEZ E
MATRICULA 17502-001547 CALDAS

Calle 68 No. 34 - 29 Manizales - Cel. 310 837 3892
hdeing0911@gmail.com

HERNANDEZ INGENIERIA S.A.S.
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL

CBR EN MUESTRAS INALTERADAS (INSITU)

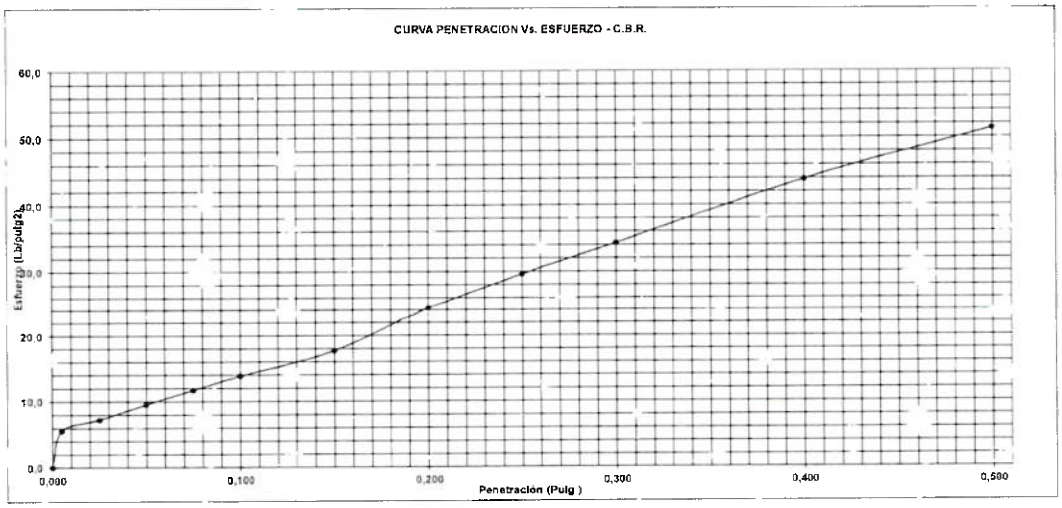
PROYECTO:	MEGACOLEGIO	**INFORME No.**	25660
SOLICITANTE:	ING : LUIS GONZAGA MONTES G	**FECHA CAMPO:**	NOVB 27/2024
LOCALIZACIÓN:	BARRIO SANSEBASTIAN M/ZALES	**FECHA LABORATORIO:**	DICB 02/2024
DESCRIPCIÓN:	SUBRASANTE MOLDE 23		
PROFUNDIDAD:	0,60 M		
AUTORIZÓ:	ING : LUIS GONZAGA MONTES G		

Determinación	1
Peso 1 (g)	538,60
Peso 2 (g)	455,80
Peso 3 (g)	168,00
Humedad del suelo(%)	28,77

BARRIO SA..SEBASTIAN M/ZALES	Expansión	Expansión %
Molde No.	23	23
Días de inmersión	4	4
Lectura ..pansión Inicial	0,000	0,000
Lectura expansión dia 4:	0,000	0,000

Penetracion 0.001"	Lectura carga Kn	Carga Lbs	Esfuerzo Lbs/pulg²
0,000 Pulgadas	0,000	0,00	0,0
0,005 Pulgadas	0,075	16,88	5,63
0,025 Pulgadas	0,097	21,83	7,28
0,050 Pulgadas	0,128	28,81	9,60
0,075 Pulgadas	0,157	35,34	11,78
0,100 Pulgadas	**0,185**	41,64	13,88
0,150 Pulgadas	0,236	53,12	17,71
0,200 Pulgadas	**0,324**	72,93	24,31
0,250 Pulgadas	0,395	88,91	29,64
0,300 Pulgadas	0,457	102,87	34,29
0,400 Pulgadas	0,584	131,46	43,82
0,500 Pulgadas	0,684	153,97	51,32

C.B.R. A 0.1"	1,4
C.B.R. A 0.2"	1,2



OBSERVACIONES: **SIN SATURAR**

NOTA: los resultados de este ensayo solo afectan a los objetos sometidos al ensayo

Este informe no se deberá reproducir parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

JESUS ANTONIO HERNÁNDEZ E
MATRICULA 17502-001547 CALDAS

Calle 68 No. 34 - 29 Manizales - Cel 310 837 3892
hdezing0911@gmail.com

HERNANDEZ INGENIERIA S.A.S.
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL

CBR EN MUESTRAS INALTERADAS (INSITU)

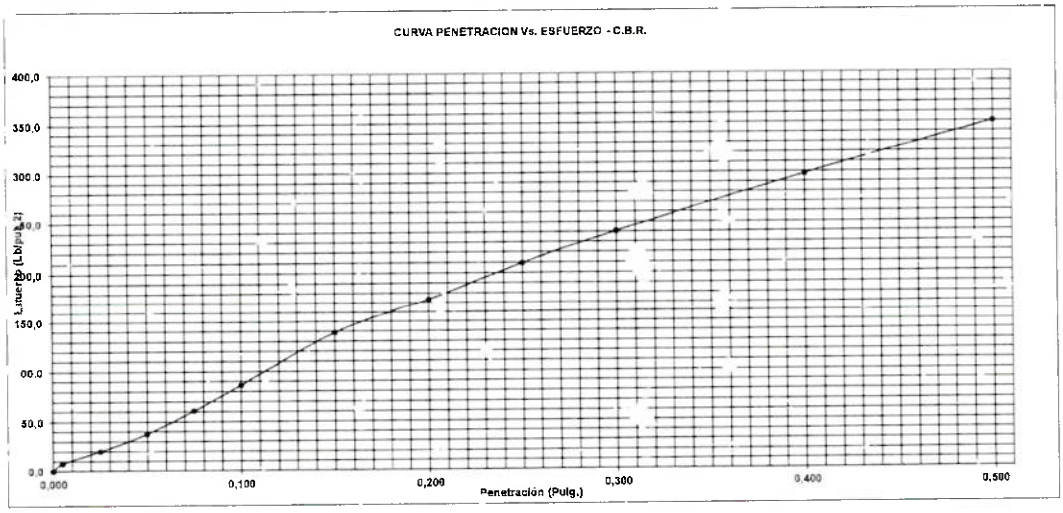
PROYECTO:	MEGACOLEGIO	**INFORME No.**	25661
SOLICITANTE:	ING : LUIS GONZAGA MONTES G	**FECHA CAMPO:**	NOVB 27/2024
LOCALIZACIÓN:	BARRIO SANSEBASTIAN M/ZALES	**FECHA H2O:**	DICB 02/2024
DESCRIPCIÓN:	SUBRASANTE MOLDE 32	**FECHA ENSAYO :**	DICB 06/2024
PROFUNDIDAD:	0,70 M		
AUTORIZÓ:	ING : LUIS GONZAGA MONTES G		

Determinación	1
Peso 1 (g)	671,00
Peso 2 (g)	550,90
Peso 3 (g)	51,50
Humedad del suelo(%)	24,05

BARRIO SANSEBASTIAN M/ZALES	Expansión	Expansión %
Molde No.	32	32
Dias de inmersión	4	4
Lectura expansión Inicial	0,000	0,000
Lectura expansión dia 4:	0,076	0,060

Penetracion 0.001"	Lectura carga Kn	Carga Lbs	Esfuerzo Lbs/pulg^2
0,000 Pulgadas	0,000	0,00	0,0
0,005 Pulgadas	0,104	23,41	7,80
0,025 Pulgadas	0,268	60,33	20,11
0,050 Pulgadas	0,501	112,77	37,59
0,075 Pulgadas	0,811	182,56	60,85
0,100 Pulgadas	1,150	258,86	86,29
0,150 Pulgadas	1,849	416,21	138,74
0,200 Pulgadas	2,314	520,88	173,63
0,250 Pulgadas	2,793	628,70	209,57
0,300 Pulgadas	3,208	722,12	240,71
0,400 Pulgadas	3,970	893,84	297,88
0,500 Pulgadas	4,668	1050,76	350,25

C.B.R. A 0.1"	8,6
C.B.R. A 0.2"	9,2



OBSERVACIONES: **SATURADOS**

NOTA: los resultados de este ensayo solo afectan a los objetos sometidos al ensayo

Este informe no se deberá reproducir parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

JESUS ANTONIO HERNÁNDEZ E
MATRICULA 17502-001547 CALDAS

Calle 63 No. 34 - 29 Manizales - Cel 310 837 3892
hdezing0911@gmail.com

HERNANDEZ INGENIERIA S.A.S.
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL

CBR EN MUESTRAS INALTERADAS (INSITU)

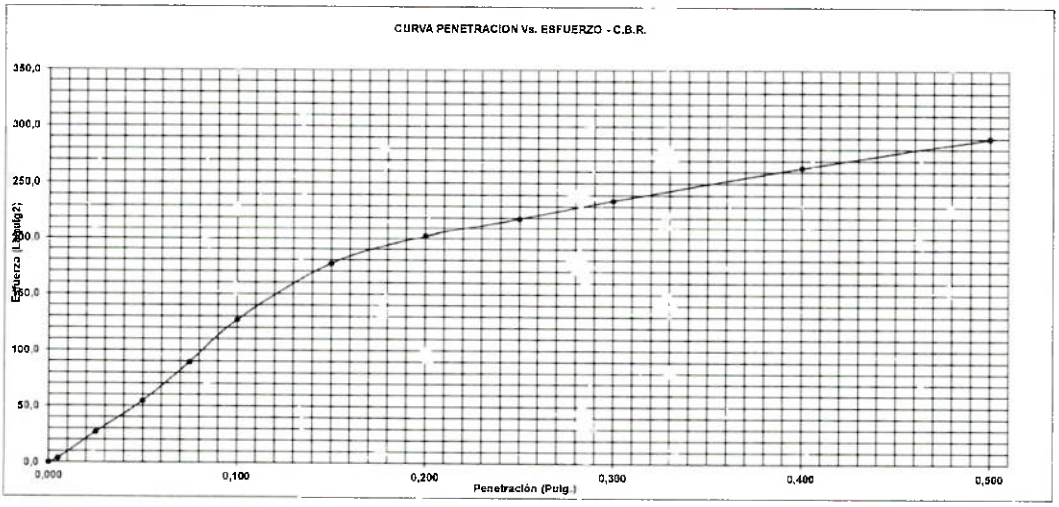
PROYECTO:	MEGACOLEGIO	**INFORME No.**	25662
SOLICITANTE:	ING : LUIS GONZAGA MONTES G	**FECHA CAMPO:**	NOVB 27/2024
LOCALIZACIÓN:	BARRIO SANSEBASTIAN M/ZALES	**FECHA H2O:**	DICB 02/2024
DESCRIPCIÓN:	SUBRASANTE MOLDE 76	**FECHA ENSAYO :**	DICB 06/2024
PROFUNDIDAD:	0,50 M		
AUTORIZÓ:	ING : LUIS GONZAGA MONTES G		

Determinación	1
Peso 1 (g)	510,50
Peso 2 (g)	387,00
Peso 3 (g)	53,30
Humedad del suelo(%)	37,01

BARRIO SANSEBASTIAN M/ZALES	Expansión	Expansión %
Molde No.	76	76
Dias de inmersión	4	4
Lectura expansión Inicial	0,000	0,00
Lectura expansión dia 4:	0,081	0,064

Penetracion 0.001"	Lectura carga Kn	Carga Lbs	Esfuerzo Lbs/pulg²
0,000 Pulgadas	0,000	0,00	0,0
0,005 Pulgadas	0,047	10,58	3,53
0,025 Pulgadas	0,360	81,04	27,01
0,050 Pulgadas	0,725	163,20	54,40
0,075 Pulgadas	1,190	267,87	89,29
0,100 Pulgadas	**1,691**	380,64	126,88
0,150 Pulgadas	2,359	531,01	177,00
0,200 Pulgadas	**2,693**	606,19	202,06
0,250 Pulgadas	2,923	657,97	219,32
0,300 Pulgadas	3,135	705,69	235,23
0,400 Pulgadas	3,517	791,67	263,89
0,500 Pulgadas	3,865	870,01	290,00

C.B.R. A 0.1"	12,7
C.B.R. A 0.2"	11,8



OBSERVACIONES: **SATURADOS**

NOTA: los resultados de este ensayo solo afectan a los objetos sometidos al ensayo

Este informe no se deberá reproducir parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

JESUS ANTONIO HERNÁNDEZ E
MATRICULA 17502-001 47 CALDAS

Calle 68 No. 34 - 29 Manizales - Cel. 310 837 3892
hdezing0911@gmail.com

HERNANDEZ INGENIERIA S.A.S.
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL

CBR EN MUESTRAS INALTERADAS (INSITU)

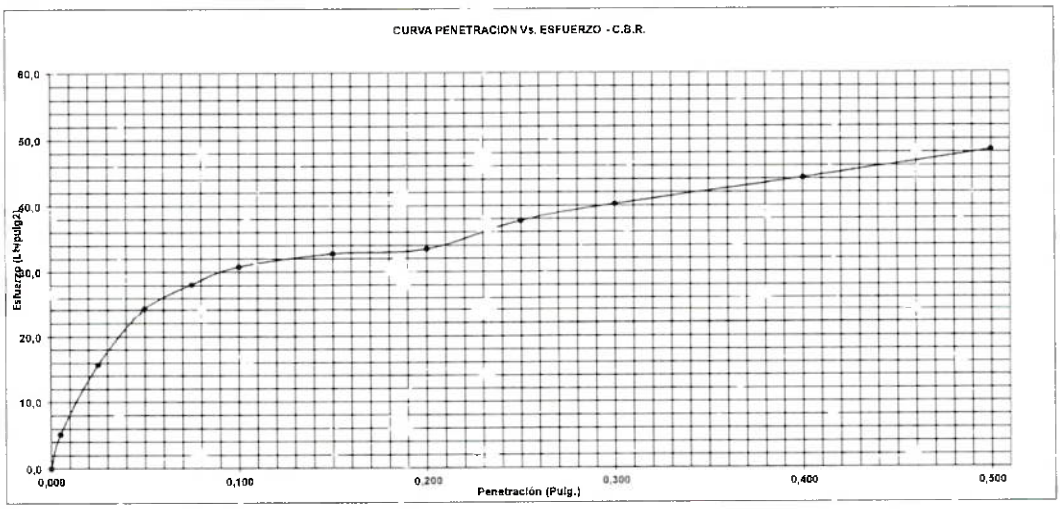
PROYECTO:	MEGACOLEGIO	**INFORME No.**	25663
SOLICITANTE:	ING : LUIS GONZAGA MONTES G	**FECHA CAMPO:**	NOVB 27/2024
LOCALIZACIÓN:	BARRIO SANSEBASTIAN M/ZALES	**FECHA H2O:**	DICB 02/2024
DESCRIPCIÓN:	SUBPASANTE MOLDE 23	**FECHA ENSAYO :**	DICB 06/2024
PROFUNDIDAD:	0,60 M		
AUTORIZÓ:	ING : LUIS GONZAGA MONTES G		

Determinación	1
Pes. (g)	493,20
Peso 2 (g)	363,00
Peso 3 (g)	51,00
Humedad del suelo(%)	41,73

BARRIO SANSEBASTIAN M/ZALES	Expansión	Expansión %
Molde No.	23	23
Dias de inmersión	4	4
Lectura expansión Inicial	0,000	0,000
Lectura expansión dia 4:	0,086	0,068

Penetracion 0.001"	Lectura carga Kn	Carga Lbs	Esfuerzo Lbs/pulg²
0,000 Pulgadas	0,000	0,00	0,0
0,005 Pulgadas	0,069	15,53	5,18
0,025 Pulgadas	0,210	47,27	15,76
0,050 Pulgadas	0,323	72,71	24,24
0,075 Pulgadas	0,375	84,41	28,14
0,100 Pulgadas	**0,411**	92,54	30,84
0,150 Pulgadas	0,437	98,37	32,79
0,200 Pulgadas	**0,446**	100,39	33,46
0,250 Pulgadas	0,503	113,22	37,74
0,300 Pulgadas	0,537	120,88	40,29
0,400 Pulgadas	0,589	132,58	44,19
0,500 Pulgadas	0,645	145,19	48,40

C.B.R. A 0.1"	**3,1**
C.B.R. A 0.2"	**2,2**



OBSERVACIONES: **SATURADOS**

NOTA: los resultados de este ensayo solo afectan a los objetos sometidos al ensayo

Este informe no se deberá reproducir parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite

JESUS ANTONIO HERNÁNDEZ E
MATRICULA 17502-001547 CALDAS

Calle 68 No 34 - 29 Manizales - Cel. 310 837 3892
hdezing0911@gmail.com

HERNANDEZ INGENIERIA S.A.S.
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL

CLASIFICAC'ÓN, GRANULOMETRIA Y LÍMITES

PROYECTO:	MEGACOLEGIO	SONDEO N°	1
LOCALIZACION:	BARRIO SANSEBASTIAN M/ZALES CALDAS	PROFUNDIDAD:	2,00 METROS
DESCRIPCIÓN:	LIMOARCILLOSO AMARILLO VETAS NEGRAS	FECHA DE CAMPO:	NOVB 27/2024
		FECHA DE ENSAYO:	DICB 09/2024

LIMITES DE CONSISTENCIA
LIMITE LIQUIDO

N_0 de Golpes	34	22	12
Recipiente N_0	14H	60G	39H
P1	32,54	34,26	31,87
P2	24,65	25,62	23,84
P3	5,20	5,18	5,17
% Humedad	41	42	43

HUMEDAD NATURAL

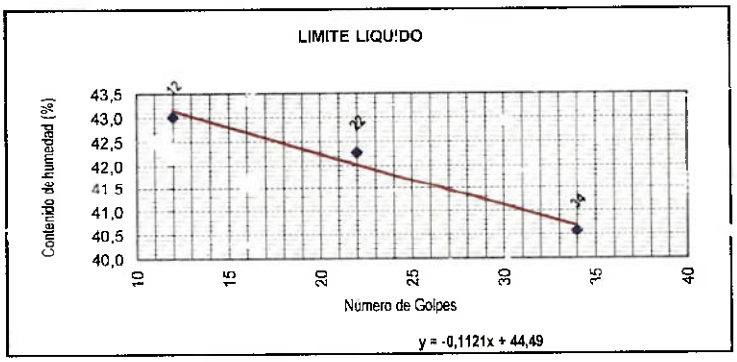
Recipiente N_0	P1	P2	P3
17	499	366	64,00
		ω natural (%)	44,04

LIMITE PLASTICO

2P	26Y	13	
P1	32,45	33,28	
P2	25,62	26.21	
P3	5,21	5,10	
% Humedad	33	33	

GRADACION

P1 grs	366,0	% Retenido	% Acumulado	% Pasa
Tamiz	Peso Retenido			
2,1/2"	-			100,00
2"	-			100,00
1,1/2"	-			100,00
1"	-			100,00
3/4"	-			100,00
1/2"	-			100,00
3/8"	-			100,00
No.4				100,00
10	43,0	11,75	11,75	88,25
40	137,0	37,43	49,18	50,82
200	53,0	14,48	63,66	36,34
FONDO	133,0	36,34	100,00	



RESULTADOS

Limite Líquido	41,51 %
Limite Plástico	33,48 %
Índice Plastico	8,04 %
A.A.S.H.T.O.	A-5
Índice de Grupo	0
S.U.C.S	SC
Cu =	22,67
Cc =	0,40

OBSERVACIONES

HUMEDAD NATURAL 44,04

JESUS ANTONIO HERNÁNDEZ E
MATRICULA 17502-001547 CALDAS

Calle 68 No. 34 - 29 Manizales - Cel. 310 837 3892
hdezing0911@gmail.com

HERNANDEZ INGENIERIA S.A.S.
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL

CLASIFICACIÓN, GRANULOMETRIA Y LÍMITES

PROYECTO:	MEGACOLEGIO	SONDEO Nº	2
LOCALIZACION:	BARRIO SANSEBASTIAN MIZALES CALDAS	PROFUNDIDAD:	1,50 METROS
DESCRIPCIÓN:	LIMOARENOSO HABANO VETAS BLANCAS RAICES	FECHA DE CAMPO:	NOVB 27/2024
		FECHA DE ENSAYO:	DICB 09/2024

LIMITES DE CONSISTENCIA
LIMITE LIQUIDO

Nº de Golpes	32	21	12
Recipiente Nº	26Y	55F	36L
P1	34,89	34,18	31,28
P2	28,12	27,31	25,00
P3	5,20	5,21	5,11
% Humedad	30	31	32

HUMEDAD NATURAL

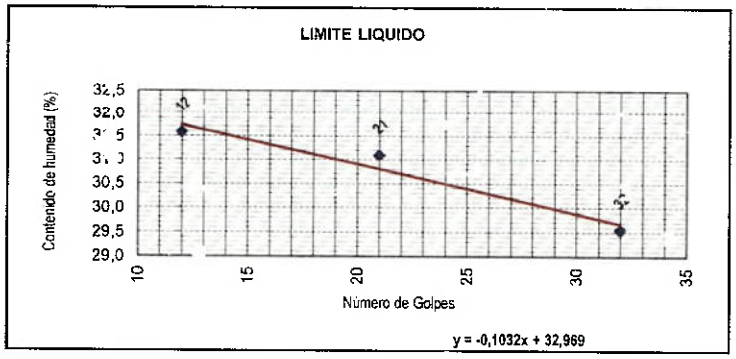
Recipiente Nº	P1	P2	P3
26	650	556	74,00
		Ø natural (%)	19,50

LIMITE PLASTICO

2P	36F	18	
P1	28,14	30,55	
P2	23,77	25,69	
P3	5,14	5,25	
% Humedad	23	24	

GRADACION

P1 grs	556,0	% Retenido	% Acumulado	% Pasa
Tamiz	Peso Retenido			
2,1/2"	-			100,00
2"	-			100,00
1,1/2"	-			100,00
1"	-			100,00
3/4"	36,0	47	6,47	93,53
1/2"	42,0	7,55	14,03	85,97
3/8"	45,0	8,09	22,12	77,88
No 4	58,0	10,43	32,55	67,45
10	59,0	10,61	43,17	56,83
40	114,0	20,50	63,67	36,33
200	54,0	9,71	73,38	26,62
FONDO	148,0	26,62	100,00	



RESULTADOS

Limite Líquido	30,28	%
Límite Plástico	23,62	%
Índice Plastico	6,66	%
A.A.S.H.T.O.	A-2-4	
Índice de Grupo	0	
S.U.C.S	SM-SC	
Cu =	76,02	
Cc =	0,17	

OBSERVACIONES

HUMEDAD NATURAL 19,50

JESUS ANTONIO HERNÁNDEZ E
MATRICULA 17502-001547 CALDAS

Calle 68 No. 34 - 29 Manizales - Cel. 310 837 3802
hdezing0911@gmail.com

HERNANDEZ INGENIERIA S.A.S.
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL

CLASIFICACIÓN, GRANULOMETRIA Y LÍMITES

PROYECTO:	MEGACOLEGIO	SONDEO Nº	3
LOCALIZACION:	BARRIO SANSEBASTIAN MZALES CALDAS	PROFUNDIDAD:	1,70 METROS
DESCRIPCIÓN:	LIMOARENOSO GRIS	FECHA DE CAMPO:	NOVB 27/2024
		FECHA DE ENSAYO:	ICB 09/2024

LIMITES DE CONSISTENCIA
LIMITE LIQUIDO

Nº de Golpes	32	12	12
Recipiente Nº	14G	62A	59W
P1	36,28	29,34	33,47
P2	28,90	23,54	26,42
P3	5,12	5,17	5,28
% Humedad	31	32	33

HUMEDAD NATURAL

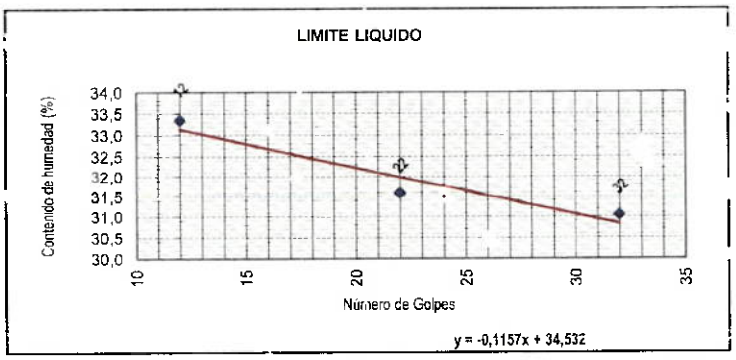
Recipiente Nº	P1	P2	P3
58	432	358	76,00
		ω natural (%)	26,24

LIMITE PLASTICO

2P	56G	95	
P1	34,12	31,28	
P2	28,45	26,10	
P3	5,17	29	
% Humedad	24	25	

GRADACION

P1 grs	358,0	% Retenido	% Acumulado	% Pasa
Tamiz	Peso Retenido			
2,1/2"	-			100,00
2"	-			100,00
1,1/2"	-			100,00
1"	-			100,00
3/4"	48,0	13,41	13,41	86,59
1/2"	16,0	4,47	17,88	82,12
3/8"	21,0	5,87	23,74	76,26
No.4	19,0	5,31	29,05	70,95
10	34,0	9,50	38,55	61,45
40	72,0	20,11	58,66	41,34
200	49,0	13,69	72,35	27,65
FONDO	99,0	27,65	100,00	



RESULTADOS

Límite Líquido	31,50	%
Límite Plástico	24,62	%
Índice Plastico	6,87	%
A.A.S.H.T.O.	A-2-4	
Índice de Grupo	0	
S.U.C.S	SM-SC	
Cu =	21,59	
Cc =	0,49	

OBSERVACIONES

HUMEDAD NATURAL 26,24

JESUS ANTONIO HERNÁNDEZ E
MATRICULA 17502-0015[illegible] / CALDAS

Calle 68 No. 34 - 29 Manizales - Cel. 310 837 3892
hdezing0911@gmail.com

ALCALDÍA DE MANIZALES

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del asentamiento humano Bajo Villa Jardín, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU.

CONTRATISTA: DAVID VALLEJO OSORIO

C.C. 75.096.478

ATRIA
ESTUDIO DE INGENIERIA

DISEÑO ESTRUCTURAL

DISEÑADOR: DAVID VALLEJO OSORIO

MANIZALES, DICIEMBRE DE 2024

ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA ESTUDIO DE INGENIERIA

TABLA DE CONTENIDO.

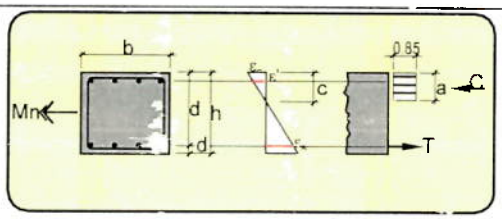
TABLA DE CONTENIDO..... 2
1. OBRAS VÍA MEGACOLEGIO SAN SEBASTIÁN 3

1. OBRAS VÍA MEGACOLEGIO SAN SEBASTIÁN

La obra recomendada por el ing. Geotecnista será un muro en tierra armada mecánicamente estabilizado de altura máxima igual a 6 metros con geotextil diseñado por el ing. Geotecnista, para la parte de la cimentación de este muro se realiza de un diseño de una losa de cimentación apoyada sobre pilotes de 35 cm a tres bolillos.

ATRIA	PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL LOSA SAN SEBASTIAN	NroProy 2411
	CONTIENE:	CALCULO DE RESISTENCIA EXISTENTE ENLosa DE 100x30	
	ELABORÓ:	DAVID VALLEJO OSORIO	FECHA: Dic-2024

ILUSTRACION



MATERIALES

Concreto	Resistencia a Compresion	f'c=	280	kg/cm2	
	Modulo de elasticidad	E=	252671	kg/cm²	
	Esfuerzo de Fluencia	Fy=	4200	kg/cm2	
	Ancho	b=	100	cm	
	Alto	h=	30	cm	
	Inercia de la sección	Ic=	225,000	cm4	
	Recubrimiento	rec=	4	cm	
	Distancia Acero a Fibra Compresión	d=	26	cm	

REFUERZO

			Ref1	Ref2		
A momento	Cantidad de Barras	Cant	6.66666667	0		
	Diametro	ϕ	# 4	# 4		
	Acero suministrado	As=	8.60	cm2		
	Cuantia Balanceada	ρb=	0.0283		$\rho b = 0.85\beta 1 \frac{f'c}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$	
	Acero para falla Balanceada	Asb=ρb.b.d	73.67	cm2		
	Cuantia máxima recomendada	ρmax=0.75ρb	0.0213			
	Acero máximo recomendado	Asmax=ρmax.b.d	55.25	cm2	sub-reforzada	
	Relación As Suministrado/Asmax	%Asmax	16%			
A Cortante	Diametro del Fleje	#	# 3	/8 in		
	Numero de Ramas	Cant	1			
	Separación del Fleje	@	15	cm		

CALCULO DE LA RESISTENCIA

A Momento

Tensión en el Acero	T=As.fy=	36,120	Kg	
Profundidad del bloque de compresión	a=T/(0.85b.f'c)	1.52	cm	
	β1=	0.85		
Profundidad del Eje neutro	c=a/β1	1.79	cm	
Momento Nominal	Mn=T(d-0.5a)	9.12	T.m	
Factor de reduccion de resistencia	ϕb=	0.90		C.9.3 2.1
Momento Resistente	ϕMn=0.9Mn	8.21	T.m	

A Cortante

Resistencia suministrada Acero	Vs=	5.17	T	
Resistencia suministrada Concreto	Vc=	23.39	T	
Factor de reduccion de resistencia	ϕv=	0.75		C.9.3.2.3
Cortante resistente de la seccion	ϕVn=ϕ(Vs+Vc)	21.42	T	

CARGAS APLICADAS

Carga muerta	WD=	10260	kg/m²
Carga Viva	WL=	400	kg/m²
Peso Propio	PP=	720.831	Kg/m
Carga ultima distribuida	Wu=	13,817	kg/m²
Ancho aferente	Af=	1	m
Carga Ultima lineal	Wu=	13,817	Kg/m
Carga de servicio lineal	Wserv=	11,381	Kg/m

CALCULO DE LAS FUERZAS INTERNAS

Longitud de la viga	L=	2	m
M Simple Apoyado	$Wl^2/8$=	6,908	Kg.m
Mu Empotrado	$Wl^2/12$=	4,606	Kg.m
Mu Voladizo	$Wl^2/2$=	27,634	Kg.m
Vu Simple Apoyado	Wl/2=	13,817	Kg
Vu Voladizo	Wl=	27,634	Kg

CALCULO DE LAS DEFLEXIONES EN LA VIGA CARGAS DE SERVICIO

Simplemente Apoyado	$5wl4/384EI$=	0.0417	cm
Empotrado	$wl4/384EI$=	0.0083	cm
Voladizo	$wl4/8EI$=	0.4004	cm
Deflexión admisible	L/480	0.4167	cm

INDICES DE USO

Indice de sobresfuerzo a Momento	ISE M=	0.84	OK
Indice de Flexibilidad	IFL=	0.10	OK
Indice de sobresfuerzo a Cortante	ISE V=	0.65	OK

ATRIA ESTUDIO DE INGENIERIA	PROYECTO:	Pilotes Barrio Bajo Villa Jardin	No.:19-296
	CONTIENE:	Diseño Pila con carga horizontal y Capitel	
	ELABORÓ:	David Vallejo Osorio	FECHA: Diciembre 2024

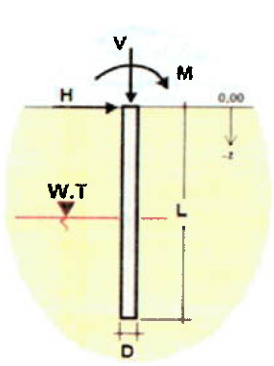
DISEÑO DE PILAS CIRCULARES CON O SIN CAMPANA

ESPECIFICACIONES

TIPO DE PILA		P-2
Fluencia del Acero	fy=	4,200 Kg/cm²
Resistencia Concreto	f'c=	280 Kg/cm²
Grado de disipación de Energía		DES
Factor de Reducción	R	5.00

DIMENSIONES

Longitud de la Pila	h	5.00 m
Diametro 1 Fuste	Df1	35 cm
Diametro Fuste	Df2	35 cm
Area Fuste	Af	962 cm²
Diametro 1 Campana	Dc1	35 cm
Diametro 2 Campana	Dc2	35 cm
Area Campana	Ac	962 cm²
Altura transición Campana	h1	30 cm
Altura máxima de transición		180 cm ✔
Volumen Pila	Vol	0.51 m³





SUELO

γs =	18.68	kN/m³
c' (or su) =	35.00	kN/m²
f =	28.00	deg
a =	0.50	
d =	0.00	deg
μ suelo =	0.40	
Es =	48.00	N/mm²
W.T. =	-7.00	m
Ko =	0.53	
Ka =	0.36	
Kp =	2.77	

CONCRETO

gc =	24.00	kN/m³
f 'c =	25.00	N/mm²
Cover =	50.00	mm
fck =	17000.00	kN/m²
Ec =	30250000	kN/m²
Ic =	0.00	m⁴
EcIc =	22223	kNm²

ACERO

fyd =	435000.00	kN/m²
Es =	210000000	kN/m²

PROYECTO:	Pilotes Barrio Bajo Villa Jardin	No.:19-296
CONTENE:	Diseño Pila con carga horizontal y Capitel	
ELABORÓ:	David Vallejo Osorio	FECHA: Diciembre 2024

RESORTES DEL SUELO DE APOYO

Variación Es(z) = PARABOLA 0.2

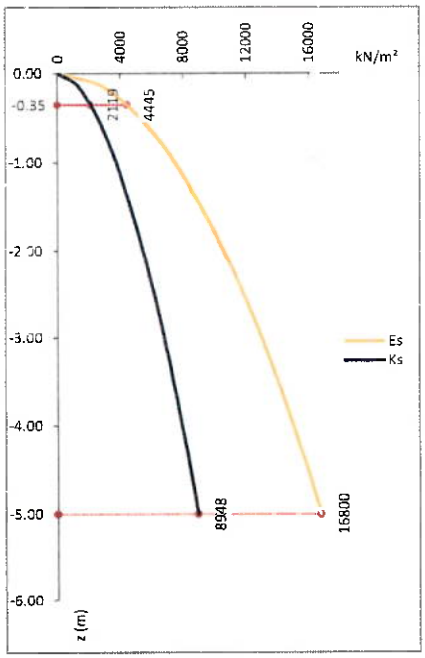
E s (z)	z =D	0.35
constante	E s	16800
linear	Es.z / L	1176
parabola	Es.(z / L)¼	4445

D= 0.35 m

L= 5.00 m

then Lm = 3.13

L > Lm....Successful.



Kh = Es / D

Es =	48000	kN/m³
D =	0.35	m
E si =	16800	kN/m²

$$k = 0.65 \frac{E_s}{1-\nu_s^2} \sqrt[12]{\frac{E_s B^4}{E_p I}}$$

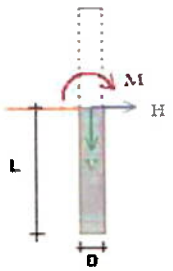
REFUERZO

Longitud Mínima del Acero		5.00 m ✓
Longitud Reforzada de la		5.00 m
Número Mínimo de Barras		4 ✓
Cuantía Longitudinal Mín	rm	0.0050
Cuantía Longitudinal Mín		4.8 cm² ✓
Barra Longitudinal		#4
Cantidad mínima de Barras		4
Cantidad de Barras		5 ✓
Area Acero		6.4 cm²
Diámetro Estribos		#3
Separación Primeros 1.20mt		19@7.5cm
Separación Restantes		20@20cm

CARGAS AXIALES EN LA PARTE SUPERIOR DE LA PILA

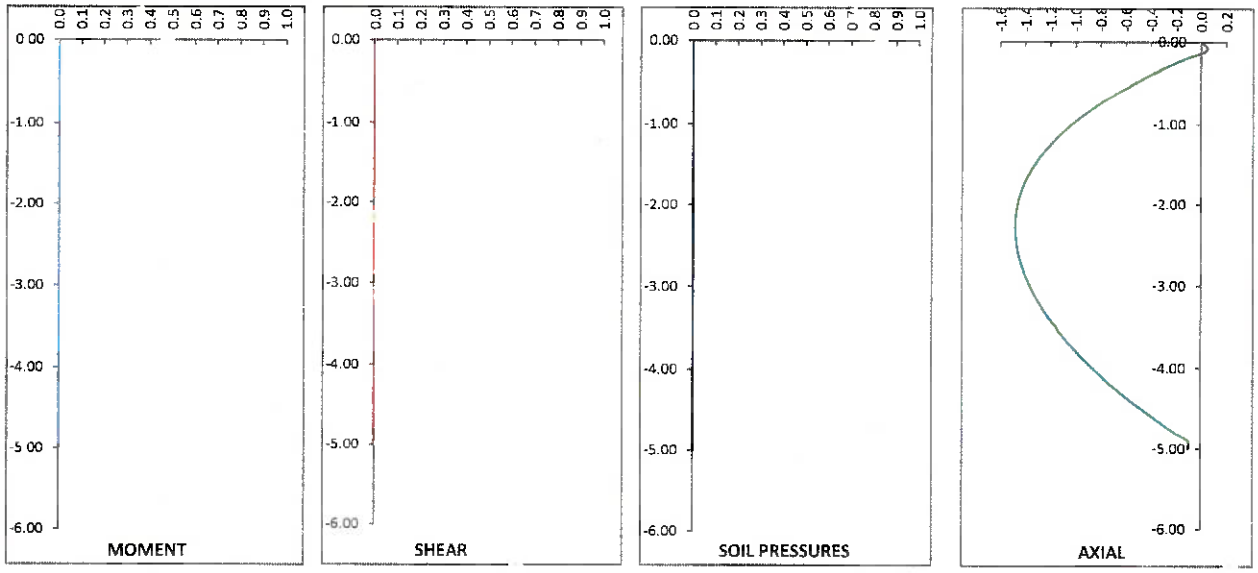
MUERTA	10.26 Tn
VIVA	0.40 Tn
SISMO ELAST COMPRESIÓN	0.00 Tn
SISMO ELAST TENSIÓN	0.00 Tn

CARGA ULTIMA HORIZONTAL	"H =	0.00	kN
CARGA ULTIMA AXIAL	- V =	0.00	kN
MOMENTO ULTIMO	↷ M =	0.00	kNm



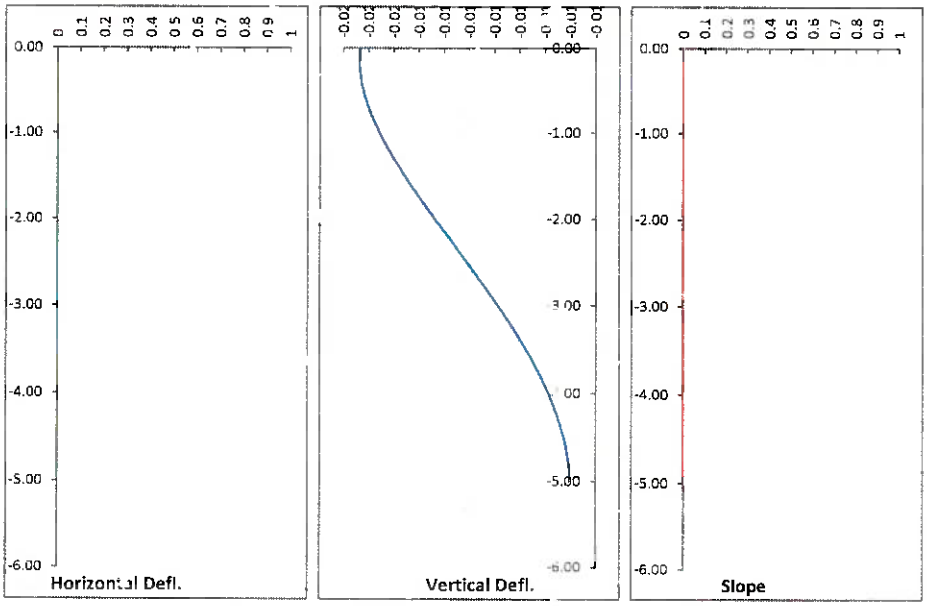
PROYECTO:	Pilotes Barrio Bajo Villa Jardin		No.:19-296
CONTIENE:	Diseño Pila con carga horizontal y Capitel		
ELABORÓ:	David Vallejo Osorio		FECHA: Diciembre 2024

DIAGRAMA DE FUERZAS INTERNAS EN EL PILOTE



Mmax =	0.00	kNm
Vmax =	0.00	kN
smax =	0.00	kN/m2
Pmax =	1.48	kN

DEFORMACIONES EN LA PILA



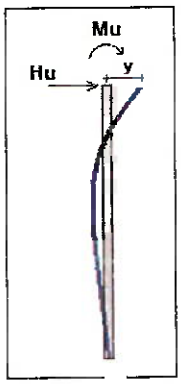
umax =	0.00	mm
vmax =	0.02	mm
θmax =	0.00000	rad.

ATRIA ESTUDIO DE INGENIERÍA	PROYECTO:	Pilotes Barrio Bajo Villa Jardin	No.:19-296
	CONTIENE:	Diseño Pila con carga horizontal y Capitel	
	ELABORÓ:	David Vallejo Osorio	FECH. : Diciembre 2024

CAPACIDAD LATERAL DE LA PILA

CAPACIDAD HORIZONTAL NOMINAL

T + D =	1.21	m	T=(EI/Ks)^0.2
Hu (c')=	75.27	kN	Hu=9 Cu D (Lm -1.5D)
Hu (f)=	15.95	kN	Hu=0.5 g D Lm³ Kp
Hn=	91.22	kN	Hn = Hu (c') + Hu (f)
Hmax =	0.00	kN	*N/A*



CAPACIDAD A MOMENTO NOMINAL

Mn =	216.65	kNm	
Mmax =	0.00	kNm	*N/A*

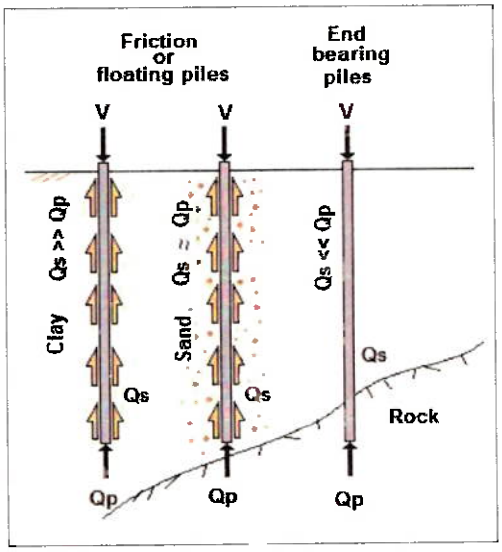
DESPLAZAMIENTO MAXIMO EN LA CABEZA DE LA PILA

Desp. Crit. =	L / 500		
yu =	10.00	mm	
y max =	0.00	mm	*N/A*

CHEQUEO DE LA CAPACIDAD POR CARGA AXIAL DE LA PILA

Factores de capacidad de carga

Carga=	11.55	kN
L/D =	14.29	
Nq=	13.53	
Nc=	23.57	
sigma_b=	93.40	
sigma_s=	46.70	



Resistencia por punta

Qb=qu*Ap

S.F. =	3.0		
Apb =	0.10	m²	
qu =	2089.03	kN/m²	
Qb=	200.99	kN	

Resistencia por fuste

Qs=fs*As

S.F. =	3.0		
Aps =	5.50	m²	
fs=	52.50	kN/m²	
Qs=	288.63	kN	

Resistencia total	489.62	kN	
Carga Permisible(Qa)	163.21	kN	
F.S Global	42.41		
Asentamiento Max	0.21	mm	OK
Asentamiento	0.02	mm	

Actual Nd <=Carga Permisible

ATRIA ESTUDIO DE INGENIERIA	**PROYECTO:**	Pilotes Barrio Bajo Villa Jardín	**No.:19-296**
	CONTIENE:	Diseño Pila con carga horizontal y Capitel	
	ELABORÓ:	David Vallejo Osorio	**FECHA:** Diciembre 2024

CAPACIDAD A CORTANTE

$\phi Vc = 0.85\ 0.166\ \sqrt{f'c}\ Ac'$

ϕ =	0.85	
Ac' =	0.07	m^2
Vc =	58.67	kN
Vu =	0.00	kN

Vu < φVc.....OK

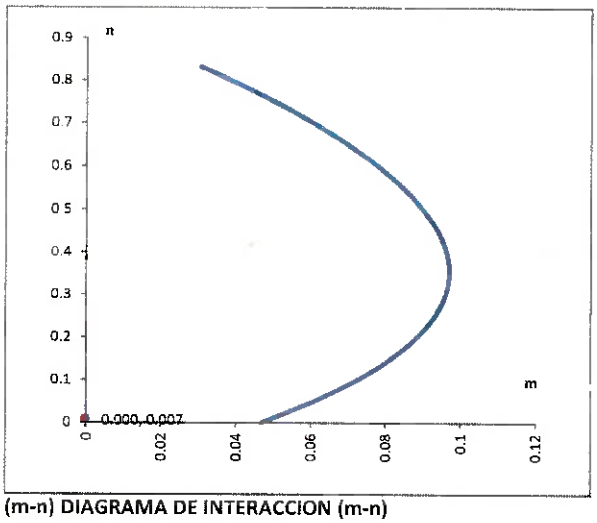
CHEQUEOS

Nd =	11.55	kN
0.5 Ac fck =	817.80	kN
	0.5 Ac fck > Nd	*Ok.*
Ac =	0.10	m^2
Nd / (0.75 fck) =	0.001	m^2
	Ac > Nd / 0.75 fck	*Ok.*

CHEQUEO A FLEXOCOMPRESION

CUANTIAS DE REFUERZO

Rmin =	0.00500
Rmax =	0.02000
m =	0.000
n =	0.007
n < 0.35	0.118
0.35 ≤ n ≤ 0.7	0.426
0.70 < n	1.103
Ψ =	0.118
Rm =	0.005



(m-n) DIAGRAMA DE INTERACCION (m-n)

ALCALDÍA DE MANIZALES

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del asentamiento humano Bajo Villa Jardín, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU.

CONTRATISTA: DAVID VALLEJO OSORIO

C.C. 75.096.478

ATRIA
ESTUDIO DE INGENIERIA

DISEÑO ESTRUCTURAL

DISEÑADOR: DAVID VALLEJO OSORIO

MANIZALES, DICIEMBRE DE 2024

ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA ESTUDIO DE INGENIERIA

TABLA DE CONTENIDO.

TABLA DE CONTENIDO. 2
1. OBRAS VILLA JARDIN. 3

1. OBRAS VILLA JARDIN.

Se propone por parte del ing. Geotecnista las siguientes obras.

Pilotes en los sectores del andén peatonal para los tramos de 10 metros entre las abscisa.

Tramo 1 de 0+162 al 0+172.

Tramo 2 de 0+255 al 0+265

Tramo 3 de 0.100 al 0+135

También un muro de contención de altura máxima de 3.0 metros cimentado sobre pilotes.

Tramo 4 de 0+425 al 0+465

Datos generales

Cota de la rasante: 0.00 m.
Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m
Enrase: Intradós
Longitud del muro en planta: 10.00 m
Separación de las juntas: 5.00 m
Tipo de cimentación: Zapata corrida

Geometría

MURO

Altura: 3.00 m
Espesor superior: 25.0 cm
Espesor inferior: 40.0 cm

ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón
Canto: 40 cm
Vuelos intradós / trasdós: 50.0 / 120.0 cm
Hormigón de limpieza: 10 cm

Descripción del armado

CORONACIÓN			
Armadura superior: 2#5			
Anclaje intradós / trasdós: 10 / 10 cm			
TRAMOS			
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	#5c/20 Solape: 0.85 m	#5c/20	#6c/20 Solape: 1 m	#5c/20

ZAPATA		
Armadura	Longitudinal	Transversal
Superior	#4c/20	#4c/20 Patilla Intradós / Trasdós: 25 / 25 cm
Inferior	#4c/20	#4c/20 Patilla intradós / trasdós: 25 / 25 cm
Longitud de pata en arranque: 100 cm.		

Comprobación

Referencia: Comprobaciones geométricas y de resistencia (Muro): Muros Bajo Villa Jardin		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: *Criterio de CYPE*	Máximo: 69.62 t/m Calculado: 5.39 t/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: *Norma ACI 318M-14. Artículo 11.3.1.1*	Mínimo: 19 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma ACI 318M-14. Artículo 25.2.1*	Mínimo: 4 cm	
- Trasdós:	Calculado: 18.4 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 18.4 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma ACI 318M-14. Artículo 8.7.2.2*	Máximo: 45 cm	
- Trasdós:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Intradós:	Calculado: 20 cm	Cumple

Referencia: Comprobaciones geométricas y de resistencia (Muro): Muros Bajo Villa Jardin		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Norma CI 318M-14. Artículo 11.6.1* - Trasdós (-3.00 m): - Intradós (-3.00 m):	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.00247 Calculado: 0.00247	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio de CYPE (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)* - Trasdós: - Intradós:	Calculado: 0.00247 Mínimo: 0.00071 Mínimo: 0.00049	Cumple Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós (-3.00 m): *Norma ACI 318M-14. Artículo 11.6.1*	Mínimo: 0.00075 Calculado: 0.00356	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós (-3.00 m): *Norma ACI 318M-14. Artículo 9.6.1.2*	Mínimo: 0.00339 Calculado: 0.00356	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: - Intradós (-3.00 m): *Norma ACI 318M-14. Artículo 11.6.1*	Mínimo: 0.0006 Calculado: 0.00247	Cumple
Cuantía máxima geométrica de armadura vertical total: - (-3.00 m): *Norma ACI 318M-14. Artículo 10.6.1.1*	Máximo: 0.08 Calculado: 0.00965	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: *Norma ACI 318M-14. Artículo 25.2.1* - Trasdós, vertical: - Intradós, vertical:	Mínimo: 4 cm Calculado: 16.1 cm Calculado: 16.8 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma ACI 318M-14. Artículo 8.7.2.2* - Armadura vertical Trasdós, vertical: - Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 45 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		Cumple
Comprobación a cortante: *Norma ACI 318M-14. Artículo 22.5.6.1*	Máximo: 19.4 t/m Calculado: 4.43 t/m	Cumple
Verificación de la fisuración por tensión en barras: *Norma ACI 318M-14. Artículo 24.3.2*	Máximo: 2.79899 t/cm² Calculado: 1.11728 t/cm²	Cumple
Longitud de solapes: *Norma ACI 318M-14. Artículo 25.5.2.1* - Base trasdós: - Base intradós:	 Mínimo: 0.98 m Calculado: 1 m Mínimo: 0.46 m Calculado: 0.85 m	 Cumple Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio de CYPE* - Trasdós: - Intradós:	Calculado: 10 cm Mínimo: 10 cm Mínimo: 0 cm	 Cumple Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 2.2 cm² Calculado: 3.9 cm²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -3.00 m - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -3.00 m - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -3.00 m, Md: 5.77 t·m/m, Nd: 2.46 t/m, Vd: 5.40 t/m, Tensión máxima del acero: 2.022 t/cm² - Sección crítica a cortante: Cota: -2.70 m		

Referencia: Comprobaciones geométricas y de resistencia (Zapata corrida): Muros Bajo Villa Jardin		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: *Valor introducido por el usuario.*		
- Coeficiente de seguridad al vuelco:	Mínimo: 1.8 Calculado: 2.89	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.74	Cumple
Canto mínimo: - Zapata: *Norma ACI 318M-14. Artículo 13.3.1.2*	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: *Valor introducido por el usuario.*		
- Tensión media:	Máximo: 2 kp/cm² Calculado: 0.565 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima:	Máximo: 2.5 kp/cm² Calculado: 0.648 kp/cm²	Cumple
Flexión en zapata: *Comprobación basada en criterios resistentes*	Calculado: 6.33 cm²/m	
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 4.06 cm²/m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm²/m	Cumple
- Armado superior intradós:	Mínimo: 0 cm²/m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 1.33 cm²/m	Cumple
Esfuerzo cortante: *Norma ACI 318M-14. Artículo 22.5.5.1*	Máximo: 20.91 t/m	
- Trasdós:	Calculado: 5.73 t/m	Cumple
- Intradós:	Calculado: 2.12 t/m	Cumple
Longitud de anclaje: *Norma ACI 318M-14. Artículo 25.4.3.1*		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 15.2 cm Calculado: 29.9 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 15 cm Calculado: 29.9 cm	Cumple
- Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 21 cm Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior intradós (Patilla):	Mínimo: 21 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Recubrimiento: - Lateral: *Norma ACI 318M-14. Artículo 20.6.1.3.1*	Mínimo: 7.5 cm Calculado: 7.5 cm	Cumple
Diámetro mínimo: *Criterio de CYPE.*	Mínimo: #3	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: #4	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: #4	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: #4	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: #4	Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma ACI 318M-14. Artículo 8.7.2.2*	Máximo: 45 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple

Referencia: Comprobaciones geométricas y de resistencia (Zapata corrida): Muros Bajo Villa Jardin		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre barras: *Norma ACI 318M-14. Artículo 25.2.1*	Mínimo: 4 cm	
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma ACI 318M-14. Artículo 24.4.3.2*	Mínimo: 0.001	
- Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 0.00158	Cumple
- Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00158	Cumple
- Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00158	Cumple
- Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00158	Cumple
Cuantía mecánica mínima: *Norma ACI 318M-14. Artículo 9.6.1*	Calculado: 0.00158	
- Armadura transversal inferior:	Mínimo: 0.00044	Cumple
- Armadura transversal superior:	Mínimo: 0.00135	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 4.44 t·m/m - Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 1.40 t·m/m		

ATRIA ESTUDIO DE INGENIERIA	PROYECTO:	Pilotes Barrio Bajo Villa Jardin	No.:19 296
	CONTIENE:	Diseño Pila con carga horizontal y Capitel	
	ELABORÓ:	David Vallejo Osorio	FECHA: Diciembre 2024

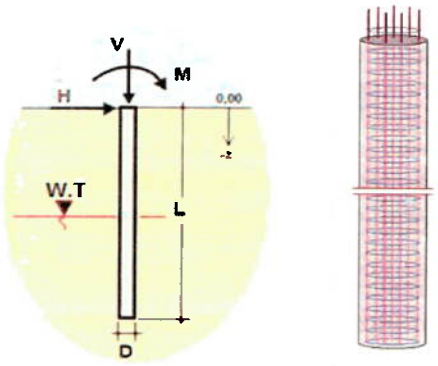
DISEÑO DE PILAS CIRCULARES CON O SIN CAMPANA

ESPECIFICACIONES

TIPO DE PILA		P-1
Fluencia del Acero	fy=	4,200 Kg/cm²
Resistencia Concreto	f'c=	280 Kg/cm²
Grado de Disipación de Energía		DES
Factor de Reducción	R	5.00

DIMENSIONES

Longitud de la Pila	h	3.10 m
Diametro 1 Fuste	Df1	35 cm
Diametro 2 Fuste	Df2	35 cm
Area Fuste	Af	962 cm²
Diametro 1 Campana	Dc1	35 cm
Diametro 2 Campana	Dc2	35 cm
Area Campana	Ac	962 cm²
Altura transición Campana	h1	30 cm
Altura máxima de transición		180 cm ✓
Volumen Pila	Vol	0.33 m³



SUELO

ys =	18.68	kN/m³
c' (or su) =	35.00	kN/m²
f =	28.00	deg
a =	0.50	
d =	0.00	deg
μ suelo =	0.40	
Es =	48.00	N/mm²
W.T. =	-7.00	m
Ko =	0.53	
Ka =	0.36	
Kp =	2.77	

CONCRETO

gc =	24.00	kN/m³
f 'c =	25.00	N/mm²
Cover =	50.00	mm
fck =	17000.00	kN/m²
Ec =	30250000	kN/m²
Ic =	0.00	m⁴
EcIc =	22283	kNm²

ACERO

fyd =	435000.00	kN/m²
Es =	210000000	kN/m²

ATRIA ESTUDIO DE INGENIERÍA	PROYECTO:	Pilotes Barrio Bajo Vina Jardin	No.:19-296
	CONTIENE:	Diseño Pila con carga horizontal y Capitel	
	ELABORÓ:	David Vallejo Osorio	FECHA: Diciembre 2024

RESORTES DEL SUELO DE APOYO

Variación: Es(z) = PARABOLA — 0.2

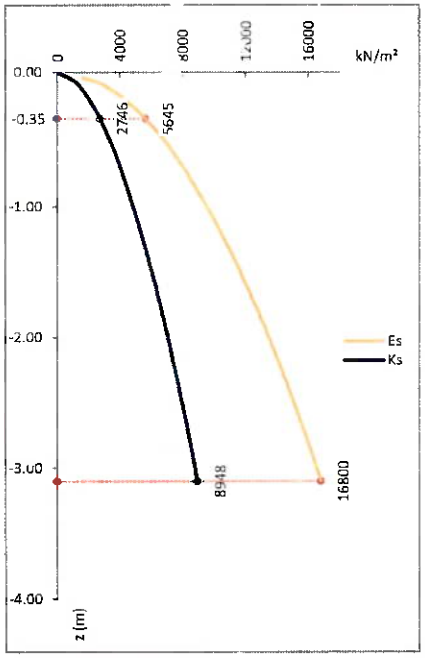
E s (z)	z =D	0.35
constante	E s	16800
linear	Es.z / L	1897
parabola	Es.(z / L)½	5645

D= 0.35 m

L= 3.10 m

then Lm = 3.13 m

L < Lm....Fail



Kh = Es / D

Es =	48000	kN/m³
D =	0.35	m
E si =	16800	kN/m²

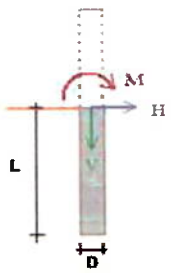
$$k = 0.65 \frac{E_s}{1-\nu_s^2} \sqrt[12]{\frac{E_s B^4}{E_p I}}$$

REFUERZO

Longitud Mínima del Acero		3.10 m ✓
Longitud Reforzada de la Pila		3.10 m
Número Mínimo de Barras		4 ✓
Cuantía Longitudinal Mínima	rm	0.0050
Cuantía Longitudinal Mínima		4.3 cm² ✓
Barra Longitudinal		#4
Cantidad mínima de Barras		4
Cantidad de Barras		5 ✓
Area Acero		6.4 cm²
Diámetro Estribos		#3
Separación Primeros 1.20mt		19@7.5cm
Separación Restantes		11@20cm

CARGAS AXIALES EN LA PARTE SUPERIOR DE LA PILA

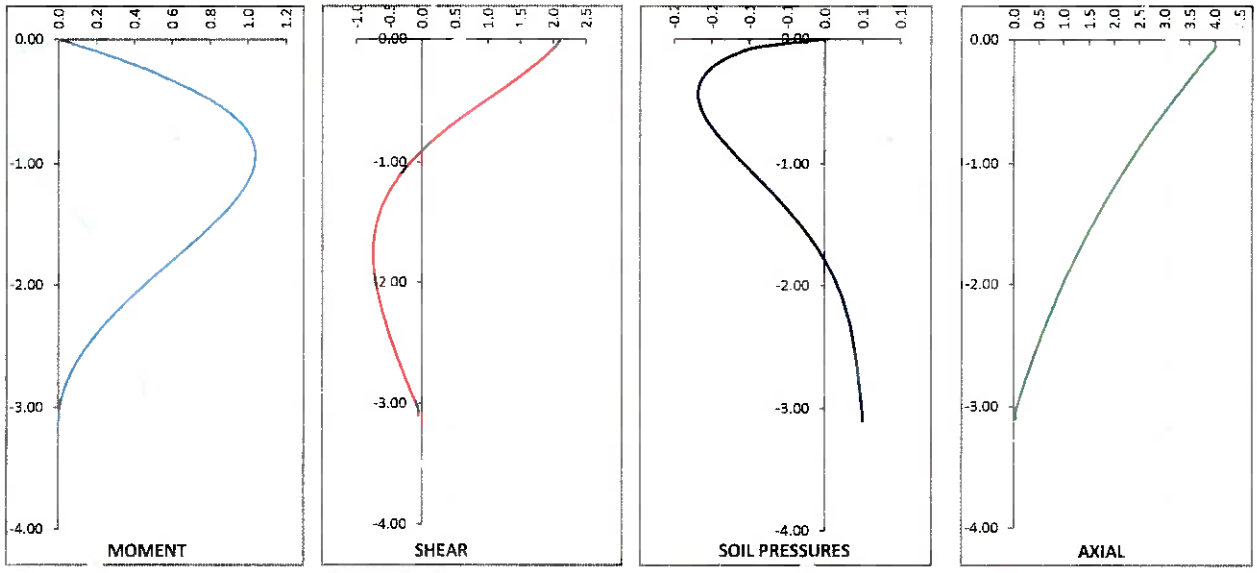
MUERTA		0.00 Tn
VIVA		0.00 Tn
SISMO ELAST COMPRESIÓN		0.00 Tn
SISMO ELAST TENSIÓN		0.00 Tn
CARGA ULTIMA HORIZONTAL	"H =	2.12 kN
CARGA ULTIMA AXIAL	- V =	4.00 kN
MOMENTO ULTIMO	↷ M =	0.00 kNm



PROYECTO:	Pilotes Barrio Bajo Villa Jardin	No.:19-296
CONTIENE:	Diseño Pila con carga horizontal y Capitel	
ELABORÓ:	David Vallejo Osorio	FECHA: Diciembre _024

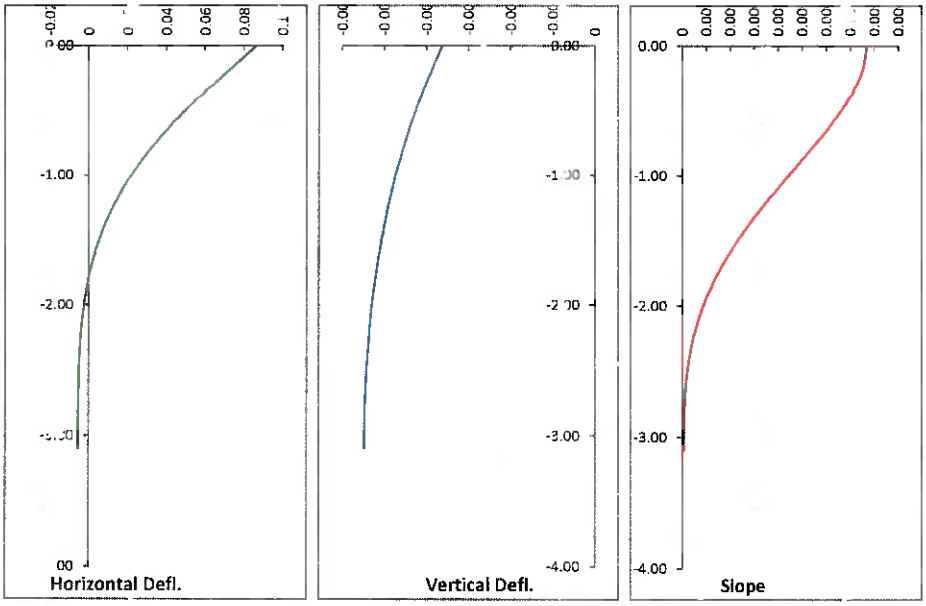
ATRIA
ESTUDIO DE INGENIERIA

DIAGRAMA DE FUERZAS INTERNAS EN EL PILOTE



Mmax =	1.04	kNm
Vmax =	2.12	kN
smax =	0.17	kN/m2
Pmax =	4.01	kN

DEFORMACIONES EN LA PILA



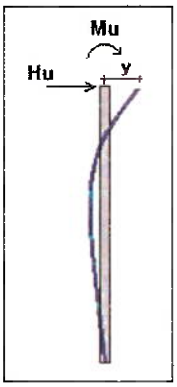
umax =	0.09	mm
vmax =	0.01	mm
θmax =	0.00008	rad.

PROYECTO:	Pilotes Barrio Bajo Villa Jardín		No.:19-296
CONTIENE:	Diseño Pila con carga horizontal y Capitel		
ELABORÓ:	David Vallejo Osorio		FECHA: Diciembre 2024

CAPACIDAD LATERAL DE LA PILA

CAPACIDAD HORIZONTAL NOMINAL

T + D =	1.21	m	T=(EI/Ks)^0.2
Hu (c')=	75.27	kN	Hu=9 Cu D (Lm -1.5D)
Hu (f)=	15.95	kN	Hu=0.5 g D Lm³ Kp
Hn=	91.22	kN	Hn = Hu (c') + Hu (f)
Hmax =	2.12	kN	*Hu > Hmax ..... OK.*



CAPACIDAD A MOMENTO NOMINAL

Mn =	145.15	kNm	
Mmax =	1.04	kNm	*Mu > Mmax ..... OK.*

DESPLAZAMIENTO MAXIMO EN LA CABEZA DE LA PILA

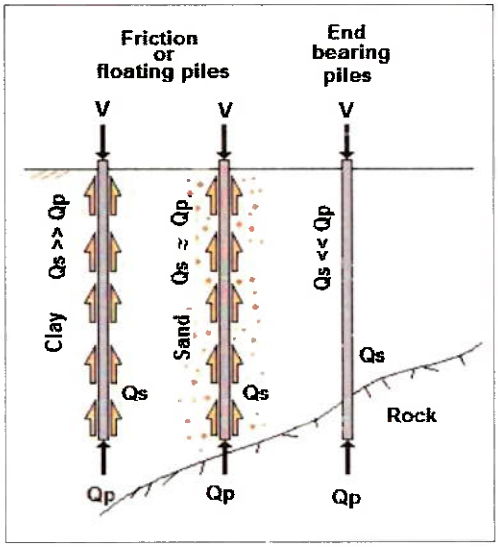
Desp. Crit. =	L / 500		
yu =	6.20	mm	
ymax =	0.09	mm	*yu > ymax ..... OK*

CHEQUEO DE LA CAPACIDAD POR CARGA AXIAL DE LA PILA

PULLOUT CAPACITY >>>

Factores de capacidad de carga

Carga=	**3.16**	kN
L/D =	**8.86**	
Nq=	**14.08**	
Nc=	**24.61**	
sigma_b=	**57.91**	
sigma_s=	**28.95**	



Resistencia por punta

Qb=qu*Ap

S.F. =	3.0	
Apb =	**0.10**	m²
qu =	**1676.91**	kN/m²
Qb=	**161.34**	kN

Resistencia por fuste

Qs=fs*As

S.F. =	3.0	
Aps =	3.41	m²
fs=	52.50	kN/m²
Qs=	178.95	kN

Resistencia total	**340.29**	kN	
Carga Permisible(Qa)	**113 43**	kN	
F.S Global	**107.75**		
Asentamiento Max	**0.09**	mm	OK
Asentamiento	**0.01**	mm	

Actual Nd <=Carga Permisible

ATRIA ESTUDIO DE INGENIERIA	PROYECTO:	Pilotes Barrio Bajo Villa Jardin	No.:19-296
	CONTIENE:	Diseño Pila con carga horizontal y Capitel	
	ELABORÓ:	David Vallejo Osorio	FECHA: Diciembre 2024

CAPACIDAD A CORTANTE

$\phi Vc = 0.85\ 0.166\ \sqrt{f'c}\ Ac'$

ϕ =	0.85	
Ac' =	0.07	m^2
Vc =	58.67	kN
Vu =	2.32	kN

Vu < φVc.....OK

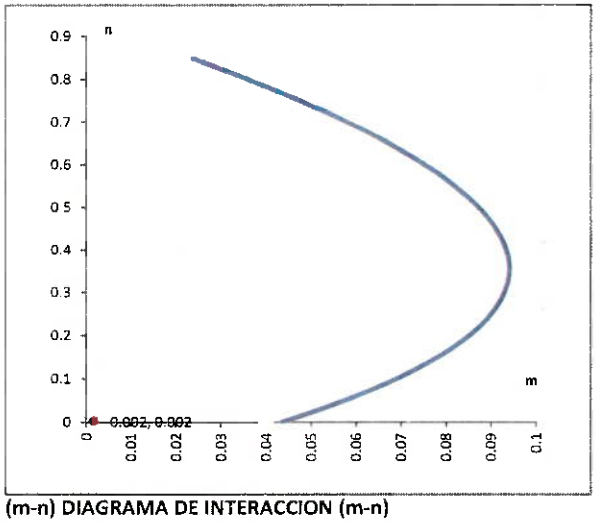
CHEQUEOS

Nd =	3.16	kN
0.5 Ac fck =	817.80	kN
0.5 Ac fck > Nd		*Ok.*
Ac =	0.10	m^2
Nd / (0.75 fck) =	0.000	m^2
Ac > Nd / 0.75 fck		*Ok.*

CHEQUEO A FLEXOCOMPRESION

CUANTIAS DE REFUERZO

Rmin =	0.00500
Rmax =	0.02000
m =	0.002
n =	0.002
n < 0.35	0.101
0.35 ≤ n ≤ 0.7	0.415
0.70 < n	1.097
Ψ =	0.101
Rm =	0.004



(m-n) DIAGRAMA DE INTERACCION (m-n)

ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA ESTUDIO DE INGENIERIA

ALCALDÍA DE MANIZALES

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del asentamiento humano Bajo Villa Jardín, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU.

CONTRATISTA: DAVID VALLEJO OSORIO

C.C. 75.096.478

ATRIA ESTUDIO DE INGENIERIA

ESTUDIO DE TRÁNSITO

VILLA JARDÍN - ESTAMBUL

MANIZALES – CALDAS

DISEÑADOR: DIANA MARCELA LÓPEZ

MANIZALES, DICIEMBRE DE 2024

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del asentamiento humano Bajo Villa Jardín, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU.

VOLUMEN ESTUDIO DE TRÁNSITO

Versión	0	Fecha:	Documento original

ELABORÓ			
NOMBRE	**CARGO**	**TARJETA PROF**	**FIRMA**
Diana Marcela López	Ingeniera civil – Especialista en vías y transportes	17202 - CLD	

APROBÓ
GOBERNACIÓN DE CALDAS

VERSIONES		
N°	**MODIFICACIONES**	**OBSERVACIONES**
V0		Documento Original
V1		
V2		

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 6

2 LOCALIZACIÓN GENERAL 7

3 TRÁNSITO 9

3.1. PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO – ANEXO C REQUERIMIENTOS TÉCNICOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE REHABILITACIÓN Y PAVIMENTACIÓN DEL INVIAS 10

3.1.1 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA 10

3.1.1.1 Tránsito Atraído 10

3.1.1.2 Tránsito Generado 11

3.1.1.3 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES 11

3.1.1.4 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES 12

4 VOLÚMENES DE TRÁNSITO 16

5 CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO 23

5.1. CAPACIDAD VIAL SEGÚN EL MANUAL DEL INVIAS 23

5.2. NIVEL DE SERVICIO SEGÚN EL INVIAS 28

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 32

7 BIBLIOGRAFÍA 35

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.- Aforo vehicular de la vía ambos sentidos. 9
Tabla 2. Distribución del TPDS, estación de conteo. 9
Tabla 3. Valor del TPS 9
Tabla 4. Distribución vehicular y discriminación de camiones, para la estación de conteo. 9
Tabla 5.- Tabla de porcentaje de tránsito generado 11
Tabla 6.- Parámetros para la proyección del tránsito. 11
Tabla 7.- Proyección del tránsito para los tramos viales en la vía Villa Jardín. 12
Tabla 8.- Proyección del número de ejes sencillos equivalentes de 8 2 toneladas para un período de 10 y 20 años. 13
Tabla 9.- Proyección del número de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas para un período de 10 y 20 años. 14
Tabla 10.- Valor de los autos directos equivalentes (ADES) para la distribución vehicular. 16
Tabla 11.- Composición ADES 15 minutos. 16
Tabla 12.- Composición ADES horaria. 18
Tabla 13.- Resumen del cálculo del factor de hora pico (FHP). 21
Tabla 14.- Resumen del cálculo del factor de hora pico (FHP). 22
Tabla 15.- Factores de corrección a la capacidad por pendiente (F_{pe})* 24
Tabla 16.- Factores de corrección a la capacidad por distribución por sentidos (Fd)* 24
Tabla 17.- Factores de corrección a la capacidad por efecto combinado del ancho de carril y berma (F_{cb})* 24
Tabla 18.- Factores de corrección a la capacidad por la presencia de vehículos pesados en pendientes ascendentes (Fp)* 25
Tabla 19.- Factores de pico horario basado en períodos de cinco minutos suponiendo llegadas de vehículos aleatorias (FPH)* 27
Tabla 20.- Cálculo de la capacidad y niveles de servicio condiciones actuales y proyectadas del tramo. 30
Tabla 21.- Parámetros para la proyección del tránsito. 32
Tabla 22.- Valor de los autos directos equivalentes (ADES) para la distribución vehicular. 33
Tabla 23.- Resumen del cálculo del factor de hora pico (FHP). 33
Tabla 24.- Información de acuerdo con los tramos de referencia para el análisis de capacidad y niveles de servicio de la vía. 33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Gráfico de la distribución diaria del volumen vehicular. 21

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.- Localización general del proyecto. 7
Ilustración 2.- Localización estación de conteos..... 8
Ilustración 3.- Fotos del sitio donde se encuentra la cámara y del programa de video..... 8

1 INTRODUCCIÓN

En la zona donde actualmente queda ubicado el barrio Bajo Villa Jardín en la ciudad de Manizales, debido al tránsito de la zona, y con el fin de mejorar la movilidad de la zona, se pretende realizar la conexión del anillo vial, razón por la cual se adelantan los estudios correspondientes para llevar a cabo la misma.

A continuación, se presentará el estudio de tránsito donde se realizaron aforos vehiculares entre el 20 y el 26 de noviembre de 2024 con los videos obtenidos de una cámara de video, a partir de este insumo se realizó la proyección mediante el "ANEXO C REQUERIMIENTOS TÉCNICOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE REHABILITACIÓN Y PAVIMENTACIÓN DEL INVIAS" para la proyección del tránsito en un período de 10 y 20 años, así como el cálculo de los volúmenes de tránsito y el análisis de capacidad y niveles de servicio para la vía.

2 LOCALIZACIÓN GENERAL

El punto de interés se localiza en la zona sur occidente en el municipio de Manizales, departamento de Caldas, tal como se presenta en la **Ilustración 1**



Ilustración 1.- Localización general del proyecto.
Fuente: Geoportal alcaldía de Manizales.

Los conteos para la vía se realizaron entre el miércoles 20 y el martes 26 de noviembre de 2024 con la cámara de video se obtuvieron los videos de 7 días, 24 horas. Las coordenadas geográficas donde se encuentra ubicada la cámara son (5° 3 2.78"N, 75°31'25.16"O), esto como se presenta en la **Ilustración 2**.



Ilustración 2.- Localización estación de conteos.
Fuente: Elaboración propia con Google Earth.

La localización de la cámara y cómo se pueden observar los videos de la cámara se presenta en la **Ilustración 3**.



Ilustración 3.- Fotos del sitio donde se encuentra la cámara y del programa de video.
Fuente: Fotografías propias.

3 TRÁNSITO

En la **Tabla 1** se presenta el resumen de los aforos vehiculares realizados mediante las cámaras de video del estadero en la localización geográfica (5° 3'2.78"N, 75°31'25.16"O) como se puede observar en la **Ilustración 2**.

Tabla 1.- Aforo vehicular de la vía ambos sentidos.

Fecha	Motos	Autos	Buses	Busetas	C2-P	C2-G	C3 - C4	C5
20-nov	209	92	0	0	21	2	0	0
21-nov	273	109	0	0	15	5	0	0
22-nov	228	95	0	0	25	1	0	0
23-nov	253	100	0	0	16	2	0	0
24-nov	154	74	0	0	3	1	0	0
25-nov	265	83	0	0	19	2	0	0
26-nov	197	59	0	0	31	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

En la **Tabla 2** se presenta la distribución del tránsito promedio diario (TPS) y el tránsito promedio diario semanal (TPDS) según la distribución vehicular discriminando el tipo de camión para los tramos de vía.

Tabla 2. Distribución del TPDS, estación de conteo.

	Motos	Autos	Buses	Busetas	C2-P	C2-G	C3 - C4	C5
TPS	1579	587	0	0	130	13	0	0
TPDS	226	84	0	0	19	2	0	0

Fuente: Elaboración propia

Con esta información se obtuvo un TPDS promedio de 105 vehículos/día, con una distribución por tipo de vehículo que se muestra en la **Tabla 2**.

Tabla 3. Valor del TPS

TPDS TOTAL	**105**

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 4** se presenta el cálculo de los porcentajes de la distribución vehicular donde los valores del TPDS se dividieron entre 8 dado el número de días aforados y con base en esto se revisa que la suma de autos, buses y camiones corresponda al 100% y que la suma por tipo de camión (C2-P, C2-G, C3, C4 y C5).

Tabla 4. Distribución vehicular y discriminación de camiones, para la estación de conteo.

DISTRIBUCIÓN VEHICULAR			DISCRIMINACIÓN CAMIONES	
A	**B**	**C**	**C2-P**	**C2-G**
84	0	21	19	2
80.0%	0.00%	20.0%	18.1%	1.9%

Fuente: Elaboración propia

3.1. PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO – ANEXO C REQUERIMIENTOS TÉCNICOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE REHABILITACIÓN Y PAVIMENTACIÓN DEL INVIAS

3.1.1 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

El proyecto vial ""*Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del asentamiento humano Bajo Villa Jardín, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU.*" Es una vía local dentro del municipio de Manizales, Caldas.

Para realizar la proyección año a año se realiza mediante la siguiente expresión:

$$T_f = T_o * (1 + i)^n$$

Ecuación 1.- Proyección del tránsito futuro

En donde:

T_f =	Tránsito futuro	i =	Tasa de crecimiento.
T_o =	Tránsito del año base	n =	Periodo de proyección.

Para la determinación de la tasa de crecimiento se determinó mediante el manual de bajos volúmenes de tránsito, presentando un escenario de crecimiento medio, por lo tanto, se implementó el 3.0%.

3.1.1.1 Tránsito Atraído

En el presente estudio se tuvo en cuenta: "Al respecto, y al no disponer de información más precisa, se puede aplicar el criterio del Instituto de Ingenieros de Estados Unidos que señala que el tránsito atraído se le asignan porcentajes entre el cinco (5) y el veinticinco por ciento (25%) del tránsito normal, con un período de aparición de uno o dos años después que la carretera ha sido abierta al servicio.". Finalmente, y de acuerdo con las características de la zona se consideró un porcentaje del 5.0% como tránsito atraído del tráfico aforado en conteos vehiculares teniendo en cuenta autos, buses y camiones.

Lo anterior se debe a que el cambio en las preferencias y los comportamientos de los usuarios de la vía generará una disminución en los tiempos de viaje baja, recorridos más cortos, mejoras en la circulación, disminución en los costos de transporte, las zonas atractoras de viaje más allá que los lugares turísticos como fincas turísticas o familiares, sitios recreacionales, restaurantes campestres no generarán una tendencia exponencial dado el importante desarrollo con el que ya cuenta. Por esto se implementa el valor del 5.0% del tránsito atraído.

3.1.1.2 Tránsito Generado

El tránsito generado elegido de acuerdo con las actividades desarrolladas en la zona, implementando un valor de 1.5%.

En la **Tabla 5** se establece un tránsito generado prolongado en el período de diseño de la estructura de pavimentos con un bajo potencial de desarrollo de acuerdo con la vocación del sector donde se encuentra la vía.

Tabla 5.- Tabla de porcentaje de tránsito generado

Clasificación del área del proyecto	Población beneficiada, hab.	Porcentaje de tránsito generado como función del tránsito normal
Área con potencial minero alto	Menos de 5000	3.0
	5000 o más	6.0
Área con potencial agrícola alto	Menos de 5000	2.5
	5000 o más	5.5
Área con potencial turístico alto	Menos de 5000	2.0
	5000 o más	3.5
Área con bajo potencial de desarrollo		1.5

3.1.1.3 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES

Para la determinación del número de ejes sencillos equivalentes teniendo en cuenta el Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con medios y altos volúmenes de tránsito y los demás criterios extraídos de los manuales del INVIAS se implementan los parámetros que se presentan en la **Tabla 6**.

Tabla 6.- Parámetros para la proyección del tránsito.

FACTOR DE DAÑO VEHICULAR (INVIAS, 2008)	BUS	1
	C2P	1.14
	C2-G	3.44
	C3-C4	6.73
	C5	4.4
	>C5	4.72
ANCHO CALZADA		6.0
FACTOR DIRECCIONAL		0.50
FACTOR CARRIL		1.0
TRÁNSITO ATRAÍDO		5.0%
CRECIMIENTO TENDENCIAL (SOCIO- ECONÓMICO)		1.5%
TASA DE CRECIMIENTO		3.00%
AÑOS DE PROYECCIÓN (Pavimento flexible)		10.0
AÑOS DE PROYECCIÓN (Pavimento rígido)		20.0

Fuente: (INVIAS, 1998)

Con lo anterior, se determina el número de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas para el período de diseño.

En la **Tabla 7**, se presentan las proyecciones de tránsito y se tiene como año base el 2024, escenario futuro de 10 años y 20 años y tasa de crecimiento de 3.00% (ver **Tabla 6**).

Tabla 7.- Proyección del tránsito para los tramos viales en la vía Villa Jardín.

Año	Autos	Buses	C2P	C2G	TPD
2024	84	0	19	2	**105**
2025	87	0	20	2	**109**
2026	89	0	20	2	**111**
2027	92	0	21	2	**115**
2028	95	0	21	2	**118**
2029	97	0	22	2	**121**
2030	100	0	23	2	**125**
2031	103	0	23	2	**128**
2032	106	0	24	3	**133**
2033	110	0	25	3	**138**
2034	113	0	26	3	**142**
2035	116	0	26	3	**145**
2036	120	0	27	3	**150**
2037	123	0	28	3	**154**
2038	127	0	29	3	**159**
2039	131	0	30	3	**164**
2040	135	0	30	3	**168**
2041	139	0	31	3	**173**
2042	143	0	32	3	**178**
2043	147	0	33	4	**184**
2044	152	0	34	4	**190**

Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior, se realizó la proyección del TPD con base en la **Ecuación 1**, con el crecimiento tendencial de la tasa de crecimiento se realizó la estimación de la proyección.

3.1.1.4 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES

Para determinar el número de solicitaciones esperadas del eje sencillo equivalente a 8.2 Toneladas, que se presenta en el carril de diseño durante el período de diseño, y tomando como año base el 2024 y el periodo de análisis (10 y 20 años), se obtiene el tránsito de diseño teniendo en cuenta los factores de la tasa de crecimiento, factor direccional y factor carril como se establecen los parámetros para la proyección y la aplicación de la **Ecuación 2**.

$$W_{18} = 365 * TPDS * \%V_C * Fcg * FD * Fca * \frac{(1+r)^n - 1}{Ln(1+r)}$$

Ecuación 2.- Proyección del NESE.

$$N = Nivel\ de\ confianza * W_{18}$$

Ecuación 3.- NESE.

$$N_{dis8.2Ton} = N + (N * Ta) + (N * Tg)$$

Ecuación 4.- Mayoración con el tránsito generado y atraído.

Donde,

N 8.2 Ton	Número acumulado de ejes equivalentes.	**Fp**	Factor de Proyección.
TPDS	Tránsito promedio diario semanal.	**r**	Tasa anual de crecimiento del tránsito.
%Vc	Porcentaje de vehículos comerciales (%B y %C).	**n**	Período de diseño, años.
Fcg	Factor camión global.	**Nc**	Nivel de confianza.
Fd	Factor de distribución por sentido.	**Ta**	Tránsito atraído.
Fca	Factor de distribución por carril de diseño.	**Tg**	Tránsito Generado.

Con lo anterior se presenta la proyección del número de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas para el periodo de diseño (10 y 20 años), para vía con el crecimiento tendencial de la tasa de crecimiento.

Se presenta el tránsito proyectado para el período de diseño incluyendo el tránsito atraído el primer año de operación de la vía según lo expuesto en el numeral 3.1.1.1 donde se presenta las condiciones actuales del tramo y las condiciones para la implementación.

El análisis socioeconómico presentado para el proyecto se tomó como crecimiento tendencial dado la evaluación realizada con la base de datos del departamento nacional de planeación. Dado que se tienen valores estadísticos más consolidados para la tasa de crecimiento se implementa esta tabla para el análisis y estos valores para la proyección del tránsito en el período de diseño.

Se presenta la proyección del tránsito con el crecimiento tendencial de la tasa de crecimiento 3.00% para el periodo de proyección en la **Tabla 8.**

Tabla 8.- Proyección del número de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas para un período de 10 y 20 años.

AÑO	Autos	Buses	EJES EQUIV.	C2-P	EJES EQUIV.	C2-G	EJES EQUIV.
2024	30,660	0,000	0,000	7,906	3,953	2,512	1,256

AÑO	Autos	Buses	EJES EQUIV.	C2-P	EJES EQUIV.	C2-G	EJES EQUIV
2025	31,580	0,000	0,000	8,144	4,072	2,588	1,294
2026	32,528	0,000	0,000	8,388	4,194	2,665	1,333
2027	33,504	0,000	0,000	8,640	4,320	2,745	1,373
2028	34,509	0,000	0,000	8,899	4,450	2,828	1,414
2029	35,544	0,000	0,000	9,166	4 583	2,913	1,457
2030	36,610	0,000	0,000	9,441	4,721	3,000	1,500
2031	37,708	0,000	0,000	9,724	4,862	3,090	1,545
2032	38,840	0,000	0,000	10,016	5,008	3,183	1,592
2033	40,005	0,000	0,000	10,316	5,158	3,278	1,639
2034	41,205	0,000	0,000	10,626	5,313	3,376	1,688
2035	42,441	0,000	0,000	10,944	5,472	3,478	1,739
2036	43,714	0,000	0,000	11,273	5,637	3,582	1,791
2037	45,026	0,000	0,000	11,611	5,806	3,689	1,845
2038	46,377	0,000	0,000	11,959	5,980	3,800	1,900
2039	47,768	0,000	0,000	12,318	6,159	3,914	1,957
2040	49,201	0,000	0,000	12,687	6,344	4,032	2,016
2041	50,677	0,000	0,000	13,068	6,534	4,152	2,076
2042	52,197	0,000	0,000	13,460	6,730	4,277	2,139
2043	53,763	0,000	0,000	13,864	6,932	4,405	2,203
2044	55,376	0,000	0,000	14,280	7,140	4,537	2,269
		Σ	0,000	Σ	50,634	Σ	16,091
		Σ	0,000	Σ	113,368	Σ	36,026
TOTAL EJES SENCILLOS EQUIV. LENTES (8.2 TON) 10 AÑOS							66.725
TOTAL EJES SENCILLOS EQUIVALENTES (8.2 TON) 20 AÑOS							149.394
TOTAL EJES SENCILLOS EQUIVALENTES (8.2 TON) 20 AÑOS (Pavimento rígido)							222.896

Fuente: Elaboración propia.

En la **Tabla 9**, se presenta la proyección del tránsito para el período de diseño (10 años) considerando el tránsito atraído del 5.0% y el tendencial generado por el turismo de 1.5%.

Tabla 9.- Proyección del número de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas para un período de 10 y 20 años.

AÑO	Autos	Buses	EJES EQU'V.	C2-P	EJES EQUIV.	C2-G	EJES EQUIV.
2024	30,660	0,000	0,000	7,906	3,953	2,512	1,256
2025	33,159	0,000	0,000	8,551	4,276	2,717	1,359
2026	34,642	0,000	0,000	8,933	4,467	2,838	1,420
2027	35,682	0,000	0,000	9,202	4,601	2,923	1,462
2028	36,752	0,000	0,000	9,477	4,739	3,012	1,506
2029	37,854	0,000	0,000	9,762	4,881	3,102	1,552
2030	38,990	0,000	0,000	10,055	5,028	3,195	1,598
2031	40,159	0,000	0,000	10,356	5,178	3,291	1,645
2032	41,365	0,000	0,000	10,667	5,334	3,390	1,695
2033	42,605	0,000	0,000	10,987	5,493	3,491	1,746
2034	43,883	0,000	0,000	11,317	5,658	3,595	1,798
2035	45,200	0,000	0,000	11,655	5,828	3,704	1,852
2036	46,555	0,000	0,000	12,006	6,003	3,815	1,907
2037	47,953	0,000	0,000	12,365	6,183	3,929	1,965
2038	49,392	0,000	0,000	12,736	6,369	4,047	2,024
2039	50,873	0,000	0,000	13,119	6,559	4,168	2,084

AÑO	Autos	Buses	EJES EQUIV.	C2-P	EJES EQUIV.	C2-[illegible]	EJES EQUIV.
2040	52,3[illegible]9	0,000	0,000	13,512	6,756	4,294	2,147
2041	53,971	0,000	0,000	13,917	6,959	4,422	2,211
2042	55,5[illegible]0	0,000	0,000	14,335	7,167	4,555	2,278
2043	57,258	0,000	0,000	14,765	7,383	4,691	2,346
2044	58,975	0,000	0,000	15,208	7,604	4,832	2,416
		Σ	0,000	Σ	53,607	Σ	14,421
		Σ	0,000	Σ	120,419	Σ	38,267

TOTAL EJES SENCILLOS EQUIVALENTES (8.[illegible] TON) 10 AÑOS	68,028
TOTAL EJES SENCI[illegible]LOS EQUIVALENTES (8.2 TON) 20 AÑOS	158,68[illegible]
TOTAL EJES SENCILLOS EQUIVALENTES (8.2 TON) 20 AÑOS (Pavimento rígido)	236.759

Con lo anterior, se presenta el número de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas para un período de diseño de 10 años para el diseño de pavimento flexible de tipo asfáltico y a 20 años para el diseño de pavimento en concreto rígido el cual luego de presentar el cálculo se mayoró por el coeficiente 1.49[illegible] de acuerdo con la recomendación de la guía AASHTO93.

4 VOLÚMENES DE TRÁNSITO

Los volúmenes vehiculares se establecieron de acuerdo con la siguiente metodología.

En la **Tabla 10** se presenta el factor aplicado para obtener los autos directos equivalentes para cada uno de los días aforados entre el 20 y el 26 de noviembre de 2024 con la cámara de video disponible.

Tabla 10.- Valor de los autos directos equivalentes (ADES) para la distribución vehicular.

				CAMION			
ADES	MOTO	AUTO	BUS	C2P	C2G	C3 - C4	>= C5
	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

Fuente: Elaboración propia.

En la **Tabla 11** se presenta la composición ADES para el período de aforo de 15 minutos.

Tabla 11.- Composición ADES 15 minutos.

Hora inicio	Hora fin	miércoles, 20 de noviembre	jueves, 21 de noviembre de 2024	viernes, 22 de noviembre	sábado, 23 de noviembre	domingo, 24 de noviembre	lunes, 25 de noviembre de 2024	martes, 26 de noviembre de 2024	TOTAL
0:00	0:15	0	1	1	0	0	0	0	2
0:15	0:30	0	0	0	0	0	1	0	1
0:30	0:45	0	2	0	0	1	0	0	3
0:45	1:00	1	0	0	0	2	1	0	4
1:00	1:15	0	0	0	0	0	0	0	0
1:15	1:30	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30	1:45	0	0	1	0	0	0	0	1
1:45	2:00	0	1	0	0	1	0	0	2
2:00	2:15	0	0	0	0	2	0	0	2
2:15	2:30	0	1	0	0	3	0	0	4
2:30	2:45	0	1	0	0	1	0	1	3
2:45	3:00	1	0	1	0	0	0	0	2
3:00	3:15	0	0	0	2	2	0	0	4
3:15	3:30	0	0	1	0	1	0	0	2
3:30	3:45	0	0	0	0	0	0	0	0
3:45	4:00	0	0	0	1	0	0	0	1
4:00	4:15	0	0	0	0	0	0	0	0
4:15	4:30	0	0	1	0	0	0	0	1
4:30	4:45	0	0	1	0	0	0	0	1
4:45	5:00	1	1	1	0	0	0	1	4
5:00	5:15	3	1	1	3	1	1	1	11
5:15	5:30	6	7	5	6	3	5	5	37
5:30	5:45	3	5	4	5	0	1	2	20
5:45	6:00	7	3	4	1	4	1	4	24
6:00	6:15	8	7	6	5	3	3	3	35

Hora inicio	Hora fin	miércoles, 20 de noviembre	jueves, 21 de noviembre de 2024	viernes, 22 de noviembre	sábado, 23 de noviembre	domingo, 24 de noviembre	lunes, 25 de noviembre de 2024	martes, 26 de noviembre de 2024	TOTAL
6:15	6:30	6	10	6		2	6	6	40
6:30	6:45	6	8	8	5	2	6	6	41
6:45	7:00	10	8	7	9	3	8	8	53
7:00	7:15	4	10	9	[illegible]	2	1	3	35
7:15	7:30	6	3	2	7	5	0	5	28
7:30	7:45	7	7	4	[illegible]	4	6	7	40
7:45	8:00	1	1	3	[illegible]	5	4	11	28
8:00	8:15	5	3	6	5	8	3	1	31
8:15	8:30	7	7	4		6	4	1	30
8:30	8:45	4	3	7	2	2	3	2	23
8:45	9:00	3	4	4	3	3	3	4	24
9:00	9:15	2	7	5	[illegible]	0	2	1	20
9:15	9:30	4	8	8	10	2	4	0	36
9:30	9:45	3	0	7	1	3	5	4	23
9:45	10:00	2	7	10	12	5	5	5	46
10:00	10:15	5	6	3	6	0	3	8	31
10:15	10:30	9	6	7	[illegible]	2	0	8	34
10:30	10:45	7	5	5	8	2	3	4	34
10:45	11:00	2	1	1	11	4	8	7	34
11:00	11:15	4	5	4	13	5	7	5	43
11:15	11:30	2	3	2	7	0	14	1	29
11:30	11:45	4	6	3	3	5	8	2	31
11:45	12:00	5	5	5	5	4	8	1	33
12:00	12:15	11	4	1	15	7	8	6	52
12:15	12:30	4	5	11	10	8	10	12	60
12:30	12:45	7	3	4	9	6	15	6	50
12:45	13:00	3	6	5	9	2	5	9	39
13:00	13:15	2	6	3	[illegible]	4	11	12	42
13:15	13:30	3	5	8	7	3	2	13	41
13:30	13:45	20	6	11	12	4	10	7	70
13:45	14:00	12	7	8	11	1	9	1	49
14:00	14:15	5	3	3	4	3	10	4	32
14:15	14:30	7	9	6	21	3	15	2	63
14:30	14:45	4	11	10	5	1	6	10	47
14:45	15:00	6	7	7	5	5	7	6	43
15:00	15:15	6	6	5	5	3	8	7	40
15:15	15:30	6	7	4	8	1	13	8	47
15:30	15:45	5	7	7	6	0	6	6	37
15:45	16:00	2	2	2	7	1	16	6	36
16:00	16:15	5	9	4	6	1	12	12	49
16:15	16:30	4	5	10	4	2	5	4	34
16:30	16:45	5	10	3	8	3	6	4	39
16:45	17:00	8	5	6	5	3	9	5	41
17:00	17:15	3	2	12	3	1	13	7	41
17:15	17:30	13	9	10	3	0	7	8	50
17:30	17:45	9	8	9	2	0	15	8	51
17:45	18:00	10	13	7	8	3	5	2	48

Hora inicio	Hora fin	miércoles, 20 de noviembre	jueves, 21 de noviembre de 2024	viernes, 22 de noviembre	sábado, 23 de noviembre	domingo, 24 de noviembre	lunes, 25 de noviembre de 2024	martes, 26 de noviembre de 2024	TOTAL
18:00	18:15	0	6	7	5	5	0	7	30
18:15	18:30	7	6	6	5	7	0	5	36
18:30	18:45	5	2	6	5	4	0	11	33
18:45	19:00	2	6	6	4	8	0	3	34
19:00	19:15	13	9	5	3	5	2	3	40
19:15	19:30	3	7	9	4	5	0	5	33
19:30	19:45	6	8	4	8	2	2	[illegible]	32
19:45	20:00	2	5	4	6	7	0	0	24
20:00	20:15	3	0	9	6	1	0	1	20
20:15	20:30	4	8	2	6	5	0	[illegible]	26
20:30	20:45	3	12	2	4	1	6	3	31
20:45	21:00	3	11	8	2	2	3	[illegible]	33
21:00	21:15	4	9	6	[illegible]	4	5	4	37
21:15	21:30	4	8	1	0	5	3	4	25
21:30	21:45	1	5	5	1	3	2	2	19
21:45	22:00	6	21	0	[illegible]	2	2	0	32
22:00	22:15	1	3	1	1	1	3	3	13
22:15	22:30	1	4	2	2	1	5	2	17
22:30	22:45	2	3	4	2	2	5	1	19
22:45	23:00	0	0	2	1	1	0	0	4
23:00	23:15	0	0	4	[illegible]	2	0	1	8
23:15	23:30	1	1	1	2	1	0	0	6
23:30	23:45	0	0	2	2	2	0	[illegible]	6
23:45	0:00	1	0	2	0	1	1	0	5
	TD	370	442	401	407	240	386	349	2595

Fuente: Elaboración propia.

En la **Tabla 12** se presenta la composición horaria de los autos directos equivalentes.

Tabla 12.- Composición ADES horaria.

Hora inicio	Hora fin	miércoles, 20 de noviembre de 2024	jueves, 21 de noviembre de 2024	viernes, 22 de noviembre de 2024	sábado, 23 de noviembre de 2024	domingo, 24 de noviembre de 2024	lunes, 25 de noviembre de 2024	martes, 26 de noviembre de 2024	TOTAL
0:00	1:00	1	3	1	0	3	2	0	10
0:15	1:15	1	2	0	0	3	2	0	8
0:30	1:30	1	2	0	0	3	1	0	7
0:45	1:45	1	0	1	0	2	1	0	5
1:00	2:00	[illegible]	1	1	[illegible]	1	0	0	3
1:15	2:15	0	1	[illegible]	0	3	0	0	5
1:30	2:30	0	2	1	0	6	0	0	9
1:45	2:45	0	3	0	0	7	0	1	11
2:00	3:00	1	2	1	0	6	0	1	11
2:15	3:15	1	2	1	2	6	0	1	13

Hora inicio	Hora fin	miércoles, 20 de noviembre de 2024	jueves, 21 de noviembre de 2024	viernes, 22 de noviembre de 2024	sábado, 23 de noviembre de 2024	domingo, 24 de noviembre de 2024	lunes, 25 de noviembre de 2024	martes, 26 de noviembre de 2024	TOTAL
2:30	3:30	1	1	2	2	4	0	1	11
2:45	3:45	1	0	2	2	3	0	0	8
3:00	4:00	0	0	1	3	3	0	0	7
3:15	4:15	0	0	1	1	1	0	0	3
3:30	4:30	0	0	1	1	0	0	0	2
3:45	4:45	0	0	2	1	0	0	0	3
4:00	5:00	1	1	3	0	0	0	1	6
4:15	5:15	4	2	4	3	1	1	2	17
4:30	5:30	10	9	8	9	4	6	7	53
4:45	5:45	13	14	11	14	4	7	9	72
5:00	6:00	19	16	14	15	8	8	12	92
5:15	6:15	24	22	19	17	10	10	14	116
5:30	6:30	24	25	20	15	9	11	15	119
5:45	6:45	27	28	24	15	11	16	19	140
6:00	7:00	30	33	27	23	10	23	23	169
6:15	7:15	26	36	30	24	9	21	23	169
6:30	7:30	26	29	26	27	12	15	22	157
6:45	7:45	27	28	22	27	14	15	23	156
7:00	8:00	18	21	18	21	16	11	26	131
7:15	8:15	19	14	15	20	22	13	24	127
7:30	8:30	20	18	17	14	23	17	20	129
7:45	8:45	17	14	20	11	21	14	15	112
8:00	9:00	19	17	21	11	19	13	8	108
8:15	9:15	16	21	20	9	11	12	8	97
8:30	9:30	13	22	24	18	7	12	7	103
8:45	9:45	12	19	24	17	8	14	9	103
9:00	10:00	11	22	30	26	10	16	10	125
9:15	10:15	14	21	28	29	10	17	17	136
9:30	10:30	19	19	27	21	10	13	25	134
9:45	10:45	23	24	25	28	9	11	25	145
10:00	11:00	23	18	16	27	8	14	27	133
10:15	11:15	22	17	17	34	13	18	24	145
10:30	11:30	15	14	12	39	11	32	17	140
10:45	11:45	12	15	10	34	14	37	15	137
11:00	12:00	15	19	14	28	13	37	9	136
11:15	12:15	22	18	11	30	16	38	10	145
11:30	12:30	24	20	20	33	24	34	21	176
11:45	12:45	27	17	21	39	25	41	25	195
12:00	13:00	25	18	21	43	23	38	33	201
12:15	13:15	16	20	23	32	20	41	39	191
12:30	13:30	15	20	20	29	15	33	40	172
12:45	13:45	28	23	27	32	13	28	41	192
13:00	14:00	37	24	30	34	12	32	33	202
13:15	14:15	40	21	30	34	11	31	25	192
13:30	14:30	44	25	28	48	11	44	14	214
13:45	14:45	28	30	27	41	8	40	17	191
14:00	15:00	22	30	26	35	12	38	22	185

Hora inicio	Hora fin	miércoles, 20 de noviembre de 2024	jueves, 21 de noviembre de 2024	viernes, 22 de noviembre de 2024	sábado, 23 de noviembre de 2024	domingo, 24 de noviembre de 2024	lunes, 25 de noviembre de 2024	martes, 26 de noviembre de 2024	TOTAL
14:15	15:15	23	33	28	36	12	36	25	193
14:30	15:30	22	31	26	23	10	34	31	177
14:45	15:45	23	27	23	24	9	34	27	167
15:00	16:00	19	22	18	26	5	43	27	160
15:15	16:15	18	25	17	27	3	47	32	169
15:30	16:30	16	23	23	23	4	39	28	156
15:45	16:45	16	26	19	25	7	39	26	158
16:00	17:00	22	29	23	23	9	32	25	163
16:15	17:15	20	22	31	20	9	33	20	155
16:30	17:30	29	26	31	19	7	35	24	171
16:45	17:45	33	24	37	13	4	44	28	183
17:00	18:00	35	32	38	16	4	40	25	190
17:15	18:15	32	36	33	18	8	27	25	179
17:30	18:30	26	33	29	20	15	20	22	165
17:45	18:45	22	27	26	23	19	5	25	147
18:00	19:00	14	20	25	19	24	0	31	133
18:15	19:15	27	23	23	17	24	2	27	143
18:30	19:30	23	24	26	16	22	2	27	140
18:45	19:45	24	30	24	19	20	4	18	139
19:00	20:00	24	29	22	21	19	4	10	129
19:15	20:15	14	20	26	24	15	2	8	109
19:30	20:30	15	21	19	26	15	2	4	102
19:45	20:45	12	25	17	22	14	6	5	101
20:00	21:00	13	31	21	18	9	9	9	110
20:15	21:15	14	40	18	17	12	14	12	127
20:30	21:30	14	40	17	11	12	17	15	126
20:45	21:45	12	33	20	8	14	13	14	114
21:00	22:00	15	43	12	7	14	12	10	113
21:15	22:15	12	37	7	3	11	10	9	89
21:30	22:30	9	33	8	5	7	12	7	81
21:45	22:45	10	31	7	6	6	15	6	81
22:00	23:00	4	10	9	6	5	13	6	53
22:15	23:15	3	7	12	6	6	10	4	48
22:30	23:30	3	4	11	6	6	5	2	37
22:45	23:45	1	1	9	6	6	0	1	24
23:00	0:00	2	1	9	5	6	1	1	25
VHMD		44	43	38	48	25	47	41	214
qmax		20	21	12	21	8	16	13	70
FHP		0.55	0.51	0.79	0.57	0.78	0.73	0.79	0.76

Fuente: Elaboración propia.

En la **Figura 1** se presenta el gráfico de los volúmenes horarios del 20 al 26 de noviembre de 2024

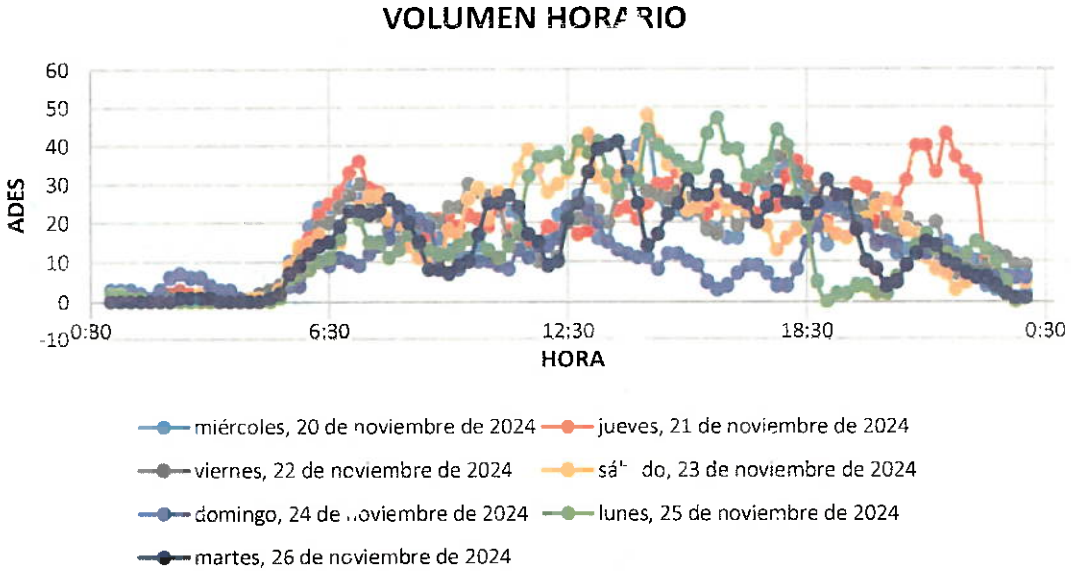


Figura 1.- Gráfico de la distribución diaria del volumen vehicular.
Fuente: Elaboración propia.

Se establece el valor horario de máxima demanda (VHMD) para el sábado 23 de noviembre de 2024 en el horario de 1:30 p.m a 2:30 pm con un valor de 48 vehículos / hora como el período de tiempo que tiene el mayor flujo vehicular en el día, se establece posteriormente el $q_{máx}$ o el intervalo de 15 minutos dentro de la hora en el cual pasa la mayor cantidad de vehículos y finalmente, el N correspondiente al número de períodos de 15 minutos dentro de la hora y se establecen el valor del factor de hora pico (FHP) implementando la **Ecuación 5**.

$$FHP = \frac{VHMD}{N * q_{máx}}$$

Ecuación 5.- Ecuación del factor de hora pico (FHP)

En la **Tabla 13**, se presenta el resumen del cálculo del factor de hora pico (FHP) de acuerdo con los parámetros obtenidos en los aforos vehiculares.

Tabla 13.- Resumen del cálculo del factor de hora pico (FHP).

	miércoles, 20 de noviembre de 2024	jueves, 21 de noviembre de 2024	viernes, 22 de noviembre de 2024	sábado, 23 de noviembre de 2024	domingo, 24 de noviembre de 2024	lunes, 25 de noviembre de 2024	martes, 26 de noviembre de 2024
VHMD	44	43	38	48	25	47	41
qmax	20	21	12	21	8	16	13
FHP	0.55	0.51	0.79	0.57	0.78	0.73	0.79

Fuente: Elaboración propia.

El factor de hora pico indica la forma como están distribuidos los flujos máximos dentro de la hora. Su mayor valor es la unidad (1.00), lo cual indicaría una distribución uniforme del tránsito dentro de dicha hora, los valores que son bastante menores a la unidad indican una alta concentración del volumen de tránsito en un período corto dentro de la hora, los rangos se presentan en la **Tabla 14.**

Tabla 14.- Resumen del cálculo del factor de hora pico (FHP).

Rango inferior	FHP	Rango superior	Descripción
0.00	< FHP <	0.70	Heterogéneo
0.70	≤ FHP <	0.80	Relativamente heterogéneo
0.80	≤ FHP <	0.90	Relativamente homogéneo
0.90	≤ FHP <	1.00	homogéneo

Fuente: (Cal y Mayor, 1972)

Se puede observar tomando de la **Tabla 13** los valores del FHP que el flujo es variable y depende mucho del día de la semana lo que implica que en estos periodos de tiempo el tránsito de los vehículos por la vía tiene una frecuencia heterogénea lo que implica que el tránsito se comporta de manera aleatoria sin seguir algún patrón o continuidad en la transitabilidad de los vehículos.

5 CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO

Se presenta el cálculo del "Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para carreteras de dos carriles" del Instituto Nacional de Vías de Colombia (INVIAS).

5.1. CAPACIDAD VIAL SEGÚN EL MANUAL DEL INVIAS

Para determinar la capacidad de una vía, se parte de una capacidad ideal de la misma (3200 automóviles por hora en ambos sentidos), la cual se ve reducida al ser multiplicada por varios factores de corrección que representan la medida aproximada en que la vía real se aleja de las condiciones ideales. El producto de multiplicar la capacidad ideal de la vía por los diferentes factores de corrección representa la capacidad para las condiciones específicas de la vía en vehículos de todas las clases por hora.

Ci = 3200 automóviles/hora/ambos sentidos

$$C60 = 3200 * F_{pe} * F_d * F_{cb} * F_p$$

Donde:

C60 = Capacidad en vehículos mixtos por hora sin considerar variaciones aleatorias
F_{pe} = Factor de corrección a la capacidad por pendiente
F_d = Factor de corrección a la capacidad por distribución por sentidos
F_{cb} = Factor de corrección a la capacidad por efecto combinado del ancho de carril y berma
F_p = Factor de corrección a la capacidad por la presencia de vehículos pesados en pendientes ascendentes

Debido a que las condiciones de demanda no son uniformes, sino que existen variaciones aleatorias que generan situaciones indeseables en el flujo vehicular, se ha optado por reducir la capacidad mediante un factor de hora pico (FHP) que considera dichas variaciones aleatorias en un periodo de cinco minutos, de modo que se tiene:

$$C_5 = C_{60} * FHP$$

Donde:

C5 = Capacidad en vehículos mixtos por hora considerando variaciones aleatorias.

A continuación, se relacionan las tablas correspondientes a los diferentes factores de corrección.

Tabla 15.- Factores de corrección a la capacidad por pendiente (F_{pe})*

PEND.	LONGITUD DE LA PENDIENTE (km)											
ASC.%	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
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	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	**0.98**
2	0.99	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	**0.97**
3	0.98	0.97	0.96	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	**0.95**
4	0.98	0.96	0.95	0.94	0.94	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	**0.93**
5	0.98	0.95	0.94	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.91	0.91	0.91	**0.91**
6	0.97	0.95	0.92	0.91	0.91	0.90	0.90	0.90	0.89	0.89	0.89	**0.89**
7	0.96	0.93	0.91	0.89	0.89	0.87	0.87	0.87	0.86	0.86	0.86	**0.86**
8	0.96	0.92	0.89	0.87	0.86	0.85	0.84	0.84	0.84	0.84	0.83	**0.84**
9	0.94	0.89	0.85	0.83	0.82	0.81	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	**0.80**
10	0.92	0.85	0.81	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75	0.75	0.74	0.74	**0.74**
11	0.90	0.81	0.76	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69	0.69	0.68	0.68	**0.68**
12	**0.87**	**0.76**	**0.71**	**0.68**	**0.67**	**0.64**	**0.64**	**0.63**	**0.63**	**0.61**	**0.61**	0.61

*Inferidos de datos de campo colombianos

Tabla 16.- Factores de corrección a la capacidad por distribución por sentidos (Fd)*

DISTRIBUCIÓN POR SENTIDOS A/D	PORCENTAJE DE ZONAS DE NO REBASE					
	0	20	40	60	80	**100**
50/50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	**1.00**
60/40	0.90	0.89	0.87	0.86	0.85	**0.83**
70/30	0.82	0.80	0.78	0.76	0.74	**0.71**
80/20	0.75	0.72	0.70	0.67	0.65	**0.63**
90/10	0.69	0.66	0.64	0.61	0.58	**0.56**
100/100	**0.64**	**0.61**	**0.58**	**0.56**	**0.53**	0.50

* Tomados de un trabajo de grado de Arciniegas y Sepúlveda.

Tabla 17.- Factores de corrección a la capacidad por efecto combinado del ancho de carril y berma (F_{cb})*

ANCHO UTILIZABLE DE LA BERMA EN METROS	ANCHO DE CARRIL (m)				
	3.65	3.50	3.30	3.00	**2.70**
1.80	1.00	0.99	0.98	0.96	**0.92**
1.50	0.99	0.99	0.98	0.95	**0.91**
1.20	0.99	0.98	0.97	0.95	**0.91**
1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	**0.90**
0.50	0.98	0.97	0.96	0.93	**0.89**
0.00	**0.97**	**0.96**	**0.95**	**0.92**	**0.88**

* Tomados del HCM2 y transformados en factores de capacidad

Tabla 18.- Factores de corrección a la capacidad por la presencia de vehículos pesados en pendientes ascendentes (Fp)*

PENDIENTE ASCENDENTE EN POR CIENTO	LONGITUD DE LA PENDIENTE (km)	PORCENTAJE DE VEHICULOS PESADOS					
		10	20	30	40	50	60
0	TODAS	0.95	0.90	0.87	0.84	0.81	**0.78**
	0.5	0.95	0.90	0.87	0.84	0.81	**0.78**
	1.0	0.94	0.89	0.86	0.83	0.80	**0.77**
	1.5	0.93	0.89	0.85	0.82	0.80	**0.77**
1	2.0	0.92	0.87	0.85	0.82	0.79	**0.76**
	3.0	0.91	0.87	0.84	0.82	0.79	**0.76**
	4.0	0.91	0.87	0.84	0.81	0.78	**0.75**
	≥5.0	0.90	0.87	0.83	0.81	0.78	**0.75**
	0.5	0.94	0.90	0.85	0.83	0.80	**0.77**
	1.0	0.93	0.88	0.85	0.82	0.79	**0.76**
	1.5	0.92	0.88	0.84	0.81	0.79	**0.76**
2	2.0	0.90	0.86	0.83	0.80	0.78	**0.75**
	3.0	0.88	0.85	0.82	0.79	0.76	**0.73**
	4.0	0.87	0.84	0.81	0.78	0.75	**0.72**
	≥5.0	0.86	0.83	0.80	0.77	0.74	**0.72**
	0,5	0.94	0.89	0.84	0.81	0.78	**0.75**
	1.0	0.92	0.87	0.83	0.80	0.77	**0.75**
	1.5	0.89	0.85	0.81	0.78	0.75	**0.73**
3	2.0	0.87	0.83	0.80	0.77	0.74	**0.71**
	3.0	0.86	0.82	0.79	0.76	0.73	**0.70**
	4.0	0.85	0.81	0.78	0.75	0.72	**0.70**
	≥5.0	**0.84**	**0.80**	**0.78**	**0.75**	**0.72**	**0.69**

PENDIENTE ASCENDENTE EN POR CIENTO	LONGITUD DE LA PENDIENTE (km)	PORCENTAJE DE VEHICULOS PESADOS					
		10	20	30	40	50	60
	0.5	0.93	0.88	0.83	0.80	0.76	**0.74**
	1.0	0.89	0.83	0.80	0.77	0.74	**0.71**
	1.5	0.84	0.81	0.77	0.74	0.72	**0.69**
4	2.0	0.83	0.79	0.76	0.73	0.70	**0.68**
	3.0	0.82	0.78	0.75	0.71	0.68	**0.66**
	4.0	0.81	0.77	0.74	0.71	0.68	**0.65**
	≥5.0	0.80	0.77	0.73	0.70	0.67	**0.64**

PENDIENTE ASCENDENTE EN POR CIENTO	LONGITUD DE LA PENDIENTE (km)	PORCENTAJE DE VEHICULOS PESADOS					
		10	20	30	40	50	60
	0.5	0.92	0.86	0.82	0.78	0.75	**0.73**
	1.0	0.85	0.80	0.77	0.74	0.71	**0.69**
	1.5	0.82	0.78	0.75	0.71	0.69	**0.65**
5	2.0	0.80	0.77	0.73	0.70	0.67	**0.63**
	3.0	0.79	0.75	0.72	0.69	0.66	**0.63**
	4.0	0.78	0.74	0.71	0.68	0.65	**0.62**
	≥5.0	0.77	0,74	0.70	0.67	0.64	**0.62**
	0.5	0.90	0.84	0.79	0.76	0.73	**0.70**
	1.0	0.81	0.77	0.73	0.70	0.67	**0.65**
	1.5	0.79	0.75	0.71	0.68	0.65	**0.63**
6	2.0	0.77	0.74	0.70	0.67	0.64	**0.62**
	3.0	0.76	0.72	0.69	0.66	0.63	**0.61**
	4.0	0.75	0.72	0.68	0.65	0.63	**0.60**
	≥5.0	0.75	0.71	0.67	0.64	0.62	**0.59**
	0.5	0.89	0.82	0.78	0.74	0.71	**0.68**
	1.0	0.78	0.74	0.71	0.67	0.64	**0.61**
	1.5	0.76	0.72	0.68	0.65	0.62	**0.59**
7	2.0	0.74	0.70	0.67	0.63	0.60	**0.57**
	3.0	0.72	0.68	0.67	0.61	0.58	**0.56**
	4.0	0.71	0.67	0.64	0.60	0.57	**0.55**
	≥5.0	0.71	0.67	0.63	0.60	0.57	**0.54**
	0.5	0.87	0.8.	0.76	0.73	0.70	**0.67**
	1.0	0.76	0.72	0.68	0.65	0.62	**0.59**
	1.5	0.73	0.69	0.65	0.62	0.59	**0.56**
8	2.0	0.71	0.67	0.63	0.60	0.57	**0.53**
	3.0	0.69	0.65	0.61	0.58	0.55	**0.53**
	4.0	0.68	0.64	0.60	0.57	0.54	**0.52**
	≥5.0	0.67	0.63	0.60	0.56	0.53	**0.51**
	0.5	0.86	0.79	0.74	0.71	0.68	**0.65**
	1.0	0.74	0.70	0.67	0.64	0.60	**0.58**
	1.5	0.71	0.67	0.64	0.60	0.57	**0.55**
9	2.0	0.70	0.66	0.62	0.59	0.56	**0.53**
	3.0	0.68	0.64	0.60	0.57	0.54	**0.51**
	4.0	0.67	0.63	0.59	0.56	0.53	**0.50**
	≥5.0	**0.66**	**0.62**	**0.58**	**0.55**	**0.52**	**0.50**

PENDIENTE ASCENDENTE EN POR CIENTO	LONGITUD DE LA PENDIENTE (km)	PORCENTAJE DE VEHICULOS PESADOS 10	20	30	40	50	60
10	0.5	0.83	0.76	0.72	0.68	0.65	**0.59**
	1.0	0.70	0.66	0.62	0.59	0.56	**0.52**
	1.5	0.68	0.64	0.61	0.58	0.55	**0.50**
	2.0	0.66	0.62	0.58	0.55	0.52	**0.48**
	3.0	0.65	0.61	0.57	0.54	0.51	**0.47**
	4.0	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	**0.46**
	≥5.0	0.63	0.59	0.55	0.52	0.49	**0.45**
11	0.5	0.79	0.72	0.68	0.65	0.62	**0.59**
	1.0	0.69	0.65	0.61	0.58	0.55	**0.52**
	1.5	0.66	0.62	0.58	0.55	0.52	**0.50**
	2.0	0.64	0.60	0.57	0.54	0.51	**0.48**
	3.0	0.63	0.59	0.55	0.52	0.49	**0.47**
	4.0	0.62	0.58	0.54	0.51	0.48	**0.46**
	≥5.0	0.61	0.57	0.53	0.50	0.47	**0.45**
12	0.5	0.77	0.69	0.65	0.62	0.59	**0.56**
	1.0	0.66	0.62	0.59	0.55	0.52	**0.50**
	1.5	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	**0.48**
	2.0	0.62	0.58	0.55	0.52	0.49	**0.46**
	3.0	0.61	0.57	0.53	0.50	0.48	**0.45**
	4.0	0.60	0.56	0.53	0.49	0.47	**0.44**
	≥5.0	**0.59**	**0.55**	**0.52**	**0.49**	**0.46**	**0.43**

Tabla 19.- Factores de pico horario basado en períodos de cinco minutos suponiendo llegadas de vehículos aleatorias (FPH)*

VOLUMEN HORARIO TOTAL veh/h (C60)	FACTOR DE PICO HORARIO	VOLUMEN HORARIO TOTAL veh/h (C60)	FACTOR DE PICO HORARIO
100	0.68	1600	**0.90**
200	0.70	1800	**0.92**
300	0.72	2000	**0.93**
400	0.74	2200	**0.95**
600	0.78	2400	**0.95**
800	0.81	2600	**0.96**
1000	0.84	2800	**0.97**
1200	0.86	≥ 3000	**0.97**
1400	**0.88**		

5.2. NIVEL DE SERVICIO SEGÚN EL INVIAS

Se han definido seis niveles para Colombia que van desde el A al F, así (INVIAS 1996):

Nivel de servicio A. Representa flujo libre en una vía cuyas especificaciones geométricas son adecuadas. Hay libertad para conducir con la velocidad deseada y la facilidad de maniobrar dentro de la corriente vehicular es sumamente alta, al no existir prácticamente interferencia con otros vehículos y contar con condiciones de vía que no ofrecen restricción por estar de acuerdo con la topografía de la zona.

Nivel de servicio B. Comienzan a aparecer restricciones al flujo libre o las especificaciones geométricas reducen algo la velocidad. La libertad para conducir con la velocidad deseada y la facilidad de maniobrar dentro de la corriente vehicular se ven disminuidas, al ocurrir ligeras interferencias con otros vehículos o existir condiciones de vía que ofrecen pocas restricciones. Para mantener esta velocidad es preciso adelantar con alguna frecuencia otros vehículos. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es bueno.

Nivel de servicio C. Representa condiciones medias cuando el flujo es estable o empiezan a presentarse restricciones de geometría y pendiente. La libertad para conducir con la velocidad deseada dentro de la corriente vehicular se ve afectada al presentarse interferencias tolerables con otros vehículos o existir deficiencias de la vía que son en general aceptables. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es adecuado.

Nivel de servicio D. El flujo todavía es estable y se presentan restricciones de geometría y pendiente. No existe libertad para conducir con la velocidad deseada dentro de la corriente vehicular, al ocurrir interferencias frecuentes con otros vehículos, o existir condiciones de vía más defectuosas. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es deficiente.

Nivel de servicio E. Representa la circulación a capacidad cuando las velocidades son bajas pero el tránsito fluye sin interrupciones. En estas condiciones es prácticamente imposible adelantar, por lo que los niveles de libertad y comodidad son muy bajos. La circulación a capacidad es muy inestable, ya que pequeñas perturbaciones al tránsito causan congestión. Aunque se han tomado estas condiciones para definir el nivel E, este nivel también se puede alcanzar cuando limitaciones de la vía obligan a ir a velocidades similares a la velocidad a capacidad, en condiciones de inseguridad.

Nivel de servicio F. Representa la circulación congestionada, cuando el volumen de demanda es superior a la capacidad de la vía, se rompe la continuidad del

flujo. Cuando eso sucede, las velocidades son inferiores a la velocidad a capacidad y el flujo es muy irregular. Se suelen formar largas colas y las operaciones dentro de éstas se caracterizan por constantes paradas y avances cortos. También condiciones sumamente adversas de la vía pueden hacer que se alcancen velocidades e irregularidades en el movimiento de los vehículos semejantes a las descritas anteriormente.

Para determinar el Nivel de Servicio de una vía de dos carriles con dos sentidos de circulación, se ha seleccionado como indicador de efectividad la velocidad media de recorrido de los vehículos que integran la corriente vehicular, comprendiendo tanto vehículos ligeros como pesados.

La velocidad ideal de automóviles a flujo libre Vi se toma de la Tabla (con los valores de inclinación de la pendiente ascendente y su longitud), obteniendo la velocidad media de automóviles en condiciones ideales excepto por pendiente.

El primer valor de factor de corrección corresponde al factor de utilización "F_u", el cual se toma de la Tabla, conociendo la relación entre el volumen total en ambos sentidos y la capacidad (Q/C60).

Así, la velocidad a flujo restringido V1 es el producto de la velocidad ideal de automóviles a flujo libre Vi por el factor de utilización F_u.

$$V1 = Vi*F_u$$

Con el valor de la velocidad V1 y el parámetro de estado de superficie de rodadura seleccionado, se determina el factor de corrección por el estado de la superficie de rodadura "F_{sr}" de la Tabla.

Existen tres criterios para evaluar el estado de la superficie de rodadura a saber:

- El valor del IRI (Índice de Rugosidad Internacional).
- El porcentaje de área afectada.
- El Nivel Funcional.

Para efectos del presente documento, se ha considerado el porcentaje de área afectada.
Determinar igualmente el factor de corrección por ancho de carril y berma "F_{cb}" de la Tabla con base en los datos del ancho utilizable de carril y de berma.

Al multiplicar la velocidad V1 por los factores F_{sr} y F_{cb} simultáneamente, se obtiene la velocidad de automóviles a flujo restringido para las condiciones que se estudian y en tangente V2.

$$V2 = V1*F_{sr}*F_{cb}$$

Luego se halla el factor de corrección por la presencia de vehículos pesados F_p, para lo cual debe hallarse primero el factor Fp1 de la tabla, con los datos de la longitud y la inclinación de la pendiente, así como con la velocidad V2. Debe tomarse igualmente el factor Fp2 de la Tabla conociendo el porcentaje total de vehículos pesados y el volumen total en ambos sentidos (Q).

Al multiplicar los factores Fp1 y Fp2 entre sí, se obtiene el factor F_p, de ser mayor a la unidad dicho producto, el valor de F_p se hace igual a uno.
Multiplicando la velocidad V2 por el factor F_p, se obtiene la velocidad del tránsito mixto a flujo restringido, para las condiciones estudiadas y en tangente V3.

$$\mathbf{V3} = V2 * F_p$$

Conociendo el radio de curvatura de la curva más cerrada, se obtiene de la Tabla la velocidad máxima permitida por la curva más cerrada en el sector en estudio V_c.

Se deben comparar los valores de V3 y de V_c. Si V_c resulta ser menor que V3 se debe entonces calcular la velocidad media de recorrido V. Si V_c resulta ser mayor o igual que V3, se toma el valor de V3 como V.

La velocidad V representa la velocidad media del tránsito mixto a flujo restringido para las condiciones estudiadas, en todo el sector de análisis. Con el valor de la velocidad media V se entra a la Tabla y se determina el Nivel de Servicio.

En la **Tabla 20** se presenta el cálculo del nivel de servicio para los tramos viales de acuerdo con las condiciones existentes de la vía y las condiciones proyectadas con el proyecto respectivamente analizado de acuerdo con las características proyectadas.

Tabla 20.- Cálculo de la capacidad y niveles de servicio condiciones actuales y proyectadas del tramo.

1. INFORMACION INICIAL

Información Geométrica	
Pendiente (%)	21.85
Longitud (km)	0.55
Ancho de Carril (m)	3.00
Ancho de Berma (m)	0.00
Curvatura Horizontal (o/Km)	6.00
Zonas de No Rebase (%)	100.00

Información de Tránsito	
Distribución Direccional (%)	50
Autos (%)	80
Buses (%)	0
Camiones (%)	20
Volumen Ambos Sentidos Q (veh/h)	214
Tasa de crecimiento anual (%)	3

2. CALCULO DE LA CAPACIDAD (C_{60} y C_s)

Ec Tabla 4
3.331

F_{pe} Tabla 1		F_d Tabla 2		F_{cb} Tabla 3		F_p		C_i (veh/h)		C_{60} (veh/h)
0.859	X	1.000	X	0.920	X	0.682	X	3200	=	1725

C_{60} (veh/h)		FPH Tabla 5		C_5
1725	X	0.912	=	1574

Año	Q (veh/h)	Q/C_{60}	Q/C_5	Velocidad Promedio, km/h	Nivel de Servicio
0	214	0.12	0.14	28.267	C
5	248	0.14	0.16	28.240	C
10	288	0.17	0.18	28.209	C
20	387	0.22	0.25	28.096	C
30	519	0.30	0.33	27.878	C

3. CALCULO DEL NIVEL DE SERVICIO

V_i Tabla 6		F_u Tabla 7		F_{cb} Tabla 8		V_1 (km/h)	Tipo de Terreno
53.400	X	0.988	X	0.730	=	38.498	ESCARPADO

V_1 (km/h)		E_c Tabla 9	F_p		F_t Tabla 10		V_2 (km/h)	V_2/V_1 *100
38.498	X	2.605	0.757	X	0.970	=	28.267	31.4

Velocidad Promedio (Km/h)	Nivel de Servicio (Tabla 11)
28.27	C

Fuente: Hoja de cálculo del INVIAS. Descargada de documentos técnicos.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Para el proyecto "Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del asentamiento humano Bajo Villa Jardín, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU" se realizó la proyección del tránsito por la metodología "REQUERIMIENTOS TÉCNICOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE REHABILITACIÓN Y PAVIMENTACIÓN" se implementaron los parámetros como se presenta en la **Tabla 21.**

Tabla 21.- Parámetros para la proyección del tránsito.

FACTOR DE DAÑO VEHICULAR (INVIAS, 2008)	BUS	1
	C2P	1.14
	C2-G	3.44
	C3-C4	6.73
	C5	4.4
	>C5	4.72
ANCHO CALZADA	6.0	
FACTOR DIRECCIONAL	0.50	
FACTOR CARRIL	1.0	
TRÁNSITO ATRAÍDO	5.0%	
CRECIMIENTO TENDENCIAL (SOCIO- ECONÓMICO)	3.5%	
TASA DE CRECIMIENTO	2.87%	
AÑOS DE PROYECCIÓN	10.0	

Fuente: (INVIAS 1998)

- Se determinó el número de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas para un período de diseño de 10 años en **68.028** para la estructura en pavimento flexible de tipo asfáltico, para el período de 20 años para la estructura de pavimentos rígido se proyecta un tránsito mayorado por el coeficiente 1.492 según la recomendación de la metodología AASHTO93 de 236.759 sin embargo, se recomienda trabajar para esta estructura de pavimentos con el valor mínimo recomendado por la normativa vigente de 1.000.000 de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas y se determina que este será el valor del NESE a implementar como insumo para el diseño de la estructura de pavimentos, según los parámetros presentados en la **Tabla 21.**

- Se calculan los volúmenes de tránsito para los tramos viales. Para los autos directos equivalentes se implementa para la conversión de los valores los factores que se presentan en la **Tabla 22.**

Tabla 22.- Valor de los autos directos equivalentes (ADES) para la distribución vehicular.

ADES	MOTO	AUTO	BUS	CAMION			
				C2P	C2G	C3 - C4	>= C5
	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

Fuente: Anexo INVIAS.

- Se establece el valor horario de máxima demanda (VHMD) para el sábado 23 de noviembre de 2024 en el horario de 1:30 p.m a 2:30 pm con un valor de 48 vehículos / hora como el período de tiempo que tiene el mayor flujo vehicular en el día, se establece posteriormente el qmáx o el intervalo de 15 minutos dentro de la hora en el cual pasa la mayor cantidad de vehículos y finalmente, el N correspondiente al número de períodos de 15 minutos dentro de la hora y se establecen el valor del factor de hora pico (FHP), esto como se presenta en la **Tabla 23**.

Tabla 23.- Resumen del cálculo del factor de hora pico (FHP).

	miércoles, 20 de noviembre de 2024	jueves, 21 de noviembre de 2024	viernes, 22 de noviembre de 2024	sábado, 23 de noviembre de 2024	domingo, 24 de noviembre de 2024	lunes, 25 de noviembre de 2024	martes, 26 de noviembre de 2024
VHMD	44	43	38	48	25	47	41
qmax	20	21	12	21	8	16	13
FHP	0.55	0.51	0.79	0.57	0.78	0.73	0.79

Fuente: Elaboración propia.

- Se calcula la capacidad y niveles de servicio de acuerdo con el "Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para carreteras de dos carriles" del Instituto Nacional de Vías de Colombia (INVIAS) como se presenta en el capítulo 5. En la **Tabla 24** con los datos de referencia que se presenta el cálculo de capacidad y niveles de servicio en para las condiciones actuales y proyectadas de la vía.

Tabla 24.- Información de acuerdo con los tramos de referencia para el análisis de capacidad y niveles de servicio de la vía.

Vía Bajo Villa Jardín			
1. INFORMACION INICIAL			
Información Geométrica		**Información de Tránsito**	
Pendiente (%)	21.85	Distribución Direccional (%)	50
Longitud (km)	0.55	Autos (%)	80
Ancho de Carril (m)	3.00	Buses (%)	0
Ancho de Berma (m)	0.00	Camiones (%)	20
Curvatura Horizontal (o/Km)	6.00	Volumen Ambos Sentidos Q (veh/h)	214
Zonas de No Rebase (%)	100.00	Tasa de crecimiento anual (%)	3

Fuente: Elaboración propia.

- Las condiciones actuales de la vía corresponden a una capacidad y niveles de servicio tipo C, que representa condiciones medias cuando el flujo es estable o empiezan a presentarse restricciones de geometría y pendiente. La libertad para conducir con la velocidad deseada dentro de la corriente vehicular se ve afectada al presentarse interferencias tolerables con otros vehículos o existir deficiencias de la vía que son en general aceptables. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es adecuado.

- La trazabilidad de los conteos puede ser verificada con la revisión de los videos de las cámaras de conteo.

7 BIBLIOGRAFÍA

AASHTO. (1993). *AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES.* Washington, DC.

Cal y Mayor, R. (1972). *Ingeniería de tránsito.* Representaciones y Servicios de Ingeniería.

INVIAS. (1998). *MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN VÍAS CON MEDIOS Y ALTOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO.* Popayán, Cauca.

INVIAS. (2008). *VOLUMENES DE TRÁNSITO.*

TERRIDATA DNP. (23 de Agosto de 2024). *TERRIDATA.* Obtenido de TERRIDATA: https://terridata.dnp.gov.co/

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del asentamiento humano Bajo Villa Jardín, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU

ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA

INFORMACION GENERAL

AFORADOR		UBICACIÓN COORDENADAS	5° 3'2.78"N
COORDINADOR			75°31'25.16"O
VIA		DÍA No.	1
MOVIMIENTO		DE	7

VEHÍCULOS CONTABILIZADOS

FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	MOTOS	AUTOS	BUSES	BUSETAS	C2-P	C2-G	C3	C4	C5	>C5
20-nov-24	0:00	0:15										
20-nov-24	0:15	0:30										
20-nov-24	0:30	0:45										
20-nov-24	0:45	1:00	1									
20-nov-24	1:00	1:15										
20-nov-24	1:15	1:30										
20-nov-24	1:30	1:45										
20-nov-24	1:45	2:00										
20-nov-24	2:00	2:15										
20-nov-24	2:15	2:30										
20-nov-24	2:30	2:45										
20-nov-24	2:45	3:00	1									
20-nov-24	3:00	3:15										
20-nov-24	3:15	3:30										
20-nov-24	3:30	3:45										
20-nov-24	3:45	4:00										
20-nov-24	4:00	4:15										
20-nov-24	4:15	4:30										
20-nov-24	4:30	4:45										
20-nov-24	4:45	5:00	1									
20-nov-24	5:00	5:15	2	1								
20-nov-24	5:15	5:30	3				1					
20-nov-24	5:30	5:45	3									
20-nov-24	5:45	6:00	4	3								
20-nov-24	6:00	6:15	2				2					
20-nov-24	6:15	6:30	6									
20-nov-24	6:30	6:45	6									
20-nov-24	6:45	7:00	10									
20-nov-24	7:00	7:15	2	2								
20-nov-24	7:15	7:30	3				1					
20-nov-24	7:30	7:45	3	1			1					
20-nov-24	7:45	8:00	1									
20-nov-24	8:00	8:15	4	1								
20-nov-24	8:15	8:30	6	1								
20-nov-24	8:30	8:45	2	2								
20-nov-24	8:45	9:00	2	1								
20-nov-24	9:00	9:15	2									
20-nov-24	9:15	9:30		1			1					
20-nov-24	9:30	9:45	1	2								
20-nov-24	9:45	10:00		2								
20-nov-24	10:00	10:15	2	3								
20-nov-24	10:15	10:30	3	3			1					
20-nov-24	10:30	10:45	4	3								
20-nov-24	10:45	11:00	1	1								
20-nov-24	11:00	11:15	1	3								
20-nov-24	11:15	11:30	1	1								
20-nov-24	11:30	11:45	3	1								
20-nov-24	11:45	12:00	2				1					
20-nov-24	12:00	12:15		5			2					

20-nov-24	12:15	12:30	3	1								
20-nov-24	12:30	12:45	4					1				
20-nov-24	12:45	13:00	1	2								
20-nov-24	13:00	13:15	1	1								
20-nov-24	13:15	13:30	2	1								
20-nov-24	13:30	13:45	10	4			2					
20-nov-24	13:45	14:00	4	2			2					
20-nov-24	14:00	14:15	5									
20-nov-24	14:15	14:30	3	1			1					
20-nov-24	14:30	14:45	3	1								
20-nov-24	14:45	15:00	2	1			1					
20-nov-24	15:00	15:15	2	1			1					
20-nov-24	15:15	15:30	5	1								
20-nov-24	15:30	15:45	2				1					
20-nov-24	15:45	16:00	1	1								
20-nov-24	16:00	16:15	4	1								
20-nov-24	16:15	16:30	4									
20-nov-24	16:30	16:45	1	1				1				
20-nov-24	16:45	17:00	3	2			1					
20-nov-24	17:00	17:15	3									
20-nov-24	17:15	17:30	7	3			1					
20-nov-24	17:30	17:45	6	3								
20-nov-24	17:45	18:00	6	4								
20-nov-24	18:00	18:15										
20-nov-24	18:15	18:30	6	1								
20-nov-24	18:30	18:45	4	1								
20-nov-24	18:45	19:00	2									
20-nov-24	19:00	19:15	7	3			1					
20-nov-24	19:15	19:30	1	2								
20-nov-24	19:30	19:45	4	2								
20-nov-24	19:45	20:00	1	1								
20-nov-24	20:00	20:15	1	2								
20-nov-24	20:15	20:30	3	1								
20-nov-24	20:30	20:45	2	1								
20-nov-24	20:45	21:00	1	2								
20-nov-24	21:00	21:15	3	1								
20-nov-24	21:15	21:30	3	1								
20-nov-24	21:30	21:45		1								
20-nov-24	21:45	22:00	3	3								
20-nov-24	22:00	22:15	1									
20-nov-24	22:15	22:30	1									
20-nov-24	22:30	22:45	2									
20-nov-24	22:45	23:00										
20-nov-24	23:00	23:15										
20-nov-24	23:15	23:30		1								
20-nov-24	23:30	23:45										
20-nov-24	23:45	0:00		1								
0:00 - 6:00			15	4	0	0	1	0	0	0	0	0
6:00 - 18:00			149	64	0	0	19	2	0	0	0	0
18:00 - 24:00			45	24	0	0	1	0	0	0	0	0

TOTAL	209	92	0	0	21	2	0	0	0	0

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanistica del asentamiento humano Bajo Villa Jardin, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU

ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA

INFORMACIÓN GENERAL

AFORADOR		UBICACIÓN COORDENADAS	5° 3'2.78"N
COORDINADOR			75°31'25.16"O
VÍA		DÍA No.	2
MOVIMIENTO		DE	7

VEHÍCULOS CONTABILIZADOS

FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	MOTOS	AUTOS	BUSES	BUSETAS	C2-P	C2-G	C3	C4	C5	>C5
21-nov-24	0:00	0:15		1								
21-nov-24	0:15	0:30										
21-nov-24	0:30	0:45		2								
21-nov-24	0:45	1:00										
21-nov-24	1:00	1:15										
21-nov-24	1:15	1:30										
21-nov-24	1:30	1:45										
21-nov-24	1:45	2:00	1									
21-nov-24	2:00	2:15										
21-nov-24	2:15	2:30		1								
21-nov-24	2:30	2:45		1								
21-nov-24	2:45	3:00										
21-nov-24	3:00	3:15										
21-nov-24	3:15	3:30										
21-nov-24	3:30	3:45										
21-nov-24	3:45	4:00										
21-nov-24	4:00	4:15										
21-nov-24	4:15	4:30										
21-nov-24	4:30	4:45										
21-nov-24	4:45	5:00	1									
21-nov-24	5:00	5:15		1								
21-nov-24	5:15	5:30	2	2			1					
21-nov-24	5:30	5:45	1	1			1					
21-nov-24	5:45	6:00	3									
21-nov-24	6:00	6:15	1	3			1					
21-nov-24	6:15	6:30	9	1								
21-nov-24	6:30	6:45	8									
21-nov-24	6:45	7:00	7	1								
21-nov-24	7:00	7:15	3	1			1	1				
21-nov-24	7:15	7:30	3									
21-nov-24	7:30	7:45	6	1								
21-nov-24	7:45	8:00	1									
21-nov-24	8:00	8:15	3									
21-nov-24	8:15	8:30	1	3			1					
21-nov-24	8:30	8:45	2	1								
21-nov-24	8:45	9:00	2	2								
21-nov-24	9:00	9:15	2	2			1					
21-nov-24	9:15	9:30	2	6								
21-nov-24	9:30	9:45										
21-nov-24	9:45	10:00	3	1			1					
21-nov-24	10:00	10:15	3	3								
21-nov-24	10:15	10:30	6									
21-nov-24	10:30	10:45	2	3								
21-nov-24	10:45	11:00	1									
21-nov-24	11:00	11:15	3	2								
21-nov-24	11:15	11:30	1	2								
21-nov-24	11:30	11:45	2	4								
21-nov-24	11:45	12:00	3	2								
21-nov-24	12:00	12:15	3	1								

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vias vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del asentamiento humano Bajo Villa Jardín, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU

ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA

INFORMACIÓN GENERAL

AFORADOR							UBICACIÓN COORDENADAS		5° 3'2.78"N				
COORDINADOR									75°31'25.16"O				
VÍA							DÍA No.		2				
MOVIMIENTO							DE		7				
21-nov-24	12:15	12:30	3	2									
21-nov-24	12:30	12:45	1	2									
21-nov-24	12:45	13:00	3	3									
21-nov-24	13:00	13:15	4	2									
21-nov-24	13:15	13:30	4	1									
21-nov-24	13:30	13:45	6										
21-nov-24	13:45	14:00	6	1									
21-nov-24	14:00	14:15	3										
21-nov-24	14:15	14:30	4	2			1						
21-nov-24	14:30	14:45	6	2				1					
21-nov-24	14:45	15:00	2	2			1						
21-nov-24	15:00	15:15	2	1			1						
21-nov-24	15:15	15:30	4				1						
21-nov-24	15:30	15:45	3	1			1						
21-nov-24	15:45	16:00	1	1									
21-nov-24	16:00	16:15	2	1			1	1					
21-nov-24	16:15	16:30	3	2									
21-nov-24	16:30	16:45	3	4			1						
21-nov-24	16:45	17:00	1	4									
21-nov-24	17:00	17:15	1	1									
21-nov-24	17:15	17:30	6					1					
21-nov-24	17:30	17:45	6	2									
21-nov-24	17:45	18:00	12	1									
21-nov-24	18:00	18:15	5	1									
21-nov-24	18:15	18:30	5	1									
21-nov-24	18:30	18:45	2										
21-nov-24	18:45	19:00	6										
21-nov-24	19:00	19:15	7	2									
21-nov-24	19:15	19:30	5	2									
21-nov-24	19:30	19:45	6	2									
21-nov-24	19:45	20:00	4	1									
21-nov-24	20:00	20:15											
21-nov-24	20:15	20:30	3	5									
21-nov-24	20:30	20:45	9	3									
21-nov-24	20:45	21:00	7	1			1						
21-nov-24	21:00	21:15	5	4									
21-nov-24	21:15	21:30	5	3									
21-nov-24	21:30	21:45	2					1					
21-nov-24	21:45	22:00	21										
21-nov-24	22:00	22:15	3										
21-nov-24	22:15	22:30	4										
21-nov-24	22:30	22:45	3										
21-nov-24	22:45	23:00											
21-nov-24	23:00	23:15											
21-nov-24	23:15	23:30		1									
21-nov-24	23:30	23:45											
21-nov-24	23:45	0:00											
0:00 - 6:00			8	9	0	0	2	0	0	0	0	0	
6:00 - 18:00			163	74	0	0	12	4	0	0	0	0	
18:00 - 24:00			102	26	0	0	1	1	0	0	0	0	

TOTAL	273	109	0	0	15	5	0	0	0	0	

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del asentamiento humano Bajo Villa Jardín, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU

ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA

INFORMACIÓN GENERAL

AFORADOR		UBICACIÓN COORDENADAS	5° 3'2.78"N
COORDINADOR			75°31'25.16"I
VÍA		DÍA No.	3
MOVIMIENTO		DE	7

VEHÍCULOS CONTABILIZADOS

FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	MOTOS	AUTOS	BUSES	BUSETAS	C2-P	C2-G	C3	C4	C5	>C5
22-nov-24	0:00	0:15	1									
22-nov-24	0:15	0:30										
22-nov-24	0:30	0:45										
22-nov-24	0:45	1:00										
22-nov-24	1:00	1:15										
22-nov-24	1:15	1:30										
22-nov-24	1:30	1:45		1								
22-nov-24	1:45	2:00										
22-nov-24	2:00	2:15										
22-nov-24	2:15	2:30										
22-nov-24	2:30	2:45										
22-nov-24	2:45	3:00	1									
22-nov-24	3:00	3:15										
22-nov-24	3:15	3:30	1									
22-nov-24	3:30	3:45										
22-nov-24	3:45	4:00										
22-nov-24	4:00	4:15										
22-nov-24	4:15	4:30	1									
22-nov-24	4:30	4:45	1									
22-nov-24	4:45	5:00	1									
22-nov-24	5:00	5:15		1								
22-nov-24	5:15	5:30	3	2								
22-nov-24	5:30	5:45		1				1				
22-nov-24	5:45	6:00	3	1								
22-nov-24	6:00	6:15	4	2								
22-nov-24	6:15	6:30	6									
22-nov-24	6:30	6:45	6	2								
22-nov-24	6:45	7:00	6	1								
22-nov-24	7:00	7:15	5	1			1					
22-nov-24	7:15	7:30	1	1								
22-nov-24	7:30	7:45	1	3								
22-nov-24	7:45	8:00	3									
22-nov-24	8:00	8:15	5	1								
22-nov-24	8:15	8:30	3	1								
22-nov-24	8:30	8:45	3	1			1					
22-nov-24	8:45	9:00	1				1					
22-nov-24	9:00	9:15	2				1					
22-nov-24	9:15	9:30	4	4								
22-nov-24	9:30	9:45		4			2					
22-nov-24	9:45	10:00	1	3			2					
22-nov-24	10:00	10:15	3									
22-nov-24	10:15	10:30	4	3								
22-nov-24	10:30	10:45	2	3								
22-nov-24	10:45	11:00		1								
22-nov-24	11:00	11:15	1				1					
22-nov-24	11:15	11:30	2									
22-nov-24	11:30	11:45	3									
22-nov-24	11:45	12:00	4	1								
22-nov-24	12:00	12:15	1									

22-nov-24	12:15	12:30	6	5								
22-nov-24	12:30	12:45	3	1								
22-nov-24	12:45	13:00	4	1								
22-nov-24	13:00	13:15	2	1								
22-nov-24	13:15	13:30	3	2			1					
22-nov-24	13:30	13:45	11									
22-nov-24	13:45	14:00	1	1			2					
22-nov-24	14:00	14:15	2	1								
22-nov-24	14:15	14:30	3	3								
22-nov-24	14:30	14:45	4				2					
22-nov-24	14:45	15:00	2	2			1					
22-nov-24	15:00	15:15	2				1					
22-nov-24	15:15	15:30	4									
22-nov-24	15:30	15:45	4	3								
22-nov-24	15:45	16:00	1	1								
22-nov-24	16:00	16:15	2	2								
22-nov-24	16:15	16:30	6	4								
22-nov-24	16:30	16:45	2	1								
22-nov-24	16:45	17:00	6									
22-nov-24	17:00	17:15	6				2					
22-nov-24	17:15	17:30	3	4			1					
22-nov-24	17:30	17:45	4	2			1					
22-nov-24	17:45	18:00	4	3								
22-nov-24	18:00	18:15	6	1								
22-nov-24	18:15	18:30	6									
22-nov-24	18:30	18:45	6									
22-nov-24	18:45	19:00	1	2			1					
22-nov-24	19:00	19:15	3	2								
22-nov-24	19:15	19:30	6				1					
22-nov-24	19:30	19:45	1	3								
22-nov-24	19:45	20:00	3	1								
22-nov-24	20:00	20:15	6				1					
22-nov-24	20:15	20:30	2									
22-nov-24	20:30	20:45	2									
22-nov-24	20:45	21:00	4	1			1					
22-nov-24	21:00	21:15	6									
22-nov-24	21:15	21:30	1									
22-nov-24	21:30	21:45		2			1					
22-nov-24	21:45	22:00										
22-nov-24	22:00	22:15	1									
22-nov-24	22:15	22:30		2								
22-nov-24	22:30	22:45	4									
22-nov-24	22:45	23:00		2								
22-nov-24	23:00	23:15	2	2								
22-nov-24	23:15	23:30		1								
22-nov-24	23:30	23:45		2								
22-nov-24	23:45	0:00		2								
0:00 - 6:00			12	6	0	0	0	1	0	0	0	0
6:00 - 18:00			156	66	0	0	20	0	0	0	0	0
18:00 - 24:00			60	23	0	0	5	0	0	0	0	0

TOTAL	228	95	0	0	25	1	0	0	0	0

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del asentamiento humano Bajo Villa Jardín, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU

ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA

INFORMACIÓN GENERAL

AFORADOR		UBICACIÓN COORDENADAS	5° 3'2.78"N
COORDINADOR			75°31'25.16"O
VIA		DÍA No.	4
MOVIMIENTO		DE	7

VEHÍCULOS CONTABILIZADOS

FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	MOTOS	AUTOS	BUSES	BUSETAS	C2-P	C2-G	C3	C4	C5	>C5
23-nov-24	0:00	0:15										
23-nov-24	0:15	0:30										
23-nov-24	0:30	0:45										
23-nov-24	0:45	1:00										
23-nov-24	1:00	1:15										
23-nov-24	1:15	1:30										
23-nov-24	1:30	1:45										
23-nov-24	1:45	2:00										
23-nov-24	2:00	2:15										
23-nov-24	2:15	2:30										
23-nov-24	2:30	2:45										
23-nov-24	2:45	3:00										
23-nov-24	3:00	3:15		2								
23-nov-24	3:15	3:30										
23-nov-24	3:30	3:45										
23-nov-24	3:45	4:00	1									
23-nov-24	4:00	4:15										
23-nov-24	4:15	4:30										
23-nov-24	4:30	4:45										
23-nov-24	4:45	5:00										
23-nov-24	5:00	5:15	3									
23-nov-24	5:15	5:30	1	2			1					
23-nov-24	5:30	5:45	3	2								
23-nov-24	5:45	6:00	1									
23-nov-24	6:00	6:15	2	3								
23-nov-24	6:15	6:30	4									
23-nov-24	6:30	6:45	5									
23-nov-24	6:45	7:00	4	2				1				
23-nov-24	7:00	7:15	6									
23-nov-24	7:15	7:30	6	1								
23-nov-24	7:30	7:45	1	1			1					
23-nov-24	7:45	8:00	2	1								
23-nov-24	8:00	8:15	5									
23-nov-24	8:15	8:30		1								
23-nov-24	8:30	8:45	2									
23-nov-24	8:45	9:00		3								
23-nov-24	9:00	9:15	3									
23-nov-24	9:15	9:30	3	1			2					
23-nov-24	9:30	9:45	1									
23-nov-24	9:45	10:00	2	4			1	1				
23-nov-24	10:00	10:15	4	2								
23-nov-24	10:15	10:30	2									
23-nov-24	10:30	10:45	3	2			1					
23-nov-24	10:45	11:00	6	2			1					
23-nov-24	11:00	11:15	7	3			1					
23-nov-24	11:15	11:30	3	1			1					
23-nov-24	11:30	11:45	3									
23-nov-24	11:45	12:00	5									
23-nov-24	12:00	12:15	5	1			3					

23-nov-24	12:15	12:30	6	4								
23-nov-24	12:30	12:45	7	2								
23-nov-24	12:45	13:00	8	1								
23-nov-24	:00	13:15	3	1								
23-nov-24	13:15	13:30	7									
23-nov-24	13:30	13:45	11	1								
23-nov-24	13:45	14:00	7	4								
23-nov-24	14:00	14:15	4									
23-nov-24	14:15	14:30	12	3			2					
23-nov-24	14:30	14:45	4	1								
23-nov-24	14:45	15:00	2	3								
23-nov-24	15:00	15:15	1	1			1					
23-nov-24	15:15	15:30	5	3								
23-nov-24	15:30	15:45	4	2								
23-nov-24	15:45	16:00	4	3								
23-nov-24	16:00	16:15	6									
23-nov-24	16:15	16:30	2	2								
23-nov-24	16:30	16:45	3	5								
23-nov-24	16:45	17:00	4	1								
23-nov-24	17:00	17:15	3									
23-nov-24	17:15	17:30		3								
23-nov-24	17:30	17:45	1	1								
23-nov-24	17:45	18:00	6	2								
23-nov-24	18:00	18:15	1	4								
23-nov-24	18:15	18:30	4	1								
23-nov-24	18:30	18:45	1	4								
23-nov-24	18:45	19:00	1				1					
23-nov-24	19:00	19:15	1	2								
23-nov-24	19:15	19:30	3	1								
23-nov-24	19:30	19:45	6	2								
23-nov-24	19:45	20:00	4	2								
23-nov-24	20:00	20:15	5	1								
23-nov-24	20:15	20:30	4	2								
23-nov-24	20:30	20:45	3	1								
23-nov-24	20:45	21:00		2								
23-nov-24	21:00	21:15	5									
23-nov-24	21:15	21:30										
23-nov-24	21:30	21:45	1									
23-nov-24	21:45	22:00		1								
23-nov-24	22:00	22:15	1									
23-nov-24	22:15	22:30	2									
23-nov-24	22:30	22:45	2									
23-nov-24	22:45	23:00	1									
23-nov-24	23:00	23:15	1									
23-nov-24	23:15	23:30	2									
23-nov-24	23:30	23:45	2									
23-nov-24	23:45	0:00										
0:00 - 6:00			9	6	0	0	1	0	0	0	0	0
6:00 - 18:00			194	71	0	0	14	2	0	0	0	0
18:00 - 24:00			50	23	0	0	1	0	0	0	0	0

TOTAL	253	100	0	0	16	2	0	0	0	0

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del asentamiento humano Bajo Villa Jardín, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU

ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA

INFORMACIÓN GENERAL

AFORADOR		UBICACIÓN COORDENADAS	5° 3'2.78"N
COORDINADOR			75°31'25.16"O
VÍA		DÍA No.	5
MOVIMIENTO		DE	7

VEHÍCULOS CONTABILIZADOS

FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	MOTOS	AUTOS	BUSES	BUSETAS	C2-P	C2-G	C3	C4	C5	>C5
24-nov-24	0:00	0:15										
24-nov-24	0:15	0:30										
24-nov-24	0:30	0:45	1									
24-nov-24	0:45	1:00	2									
24-nov-24	1:00	1:15										
24-nov-24	1:15	1:30										
24-nov-24	1:30	1:45										
24-nov-24	1:45	2:00	1									
-nov-24	2:00	2:15	2									
24-nov-24	2:15	2:30	2	1								
24-nov-24	2:30	2:45		1								
24-nov-24	2:45	3:00										
24-nov-24	3:00	3:15	1	1								
24-nov-24	3:15	3:30		1								
24-nov-24	3:30	3:45										
24-nov-24	3:45	4:00										
24-nov-24	4:00	4:15										
24-nov-24	4:15	4:30										
24-nov-24	4:30	4:45										
24-nov-24	4:45	5:00										
24-nov-24	5:00	5:15	1									
24-nov-24	5:15	5:30	3									
24-nov-24	5:30	5:45										
24-nov-24	5:45	6:00	1				1					
24-nov-24	6:00	6:15	2	1								
24-nov-24	6:15	6:30	2									
24-nov-24	6:30	6:45	1	1								
24-nov-24	6:45	7:00	2	1								
24-nov-24	7:00	7:15	1	1								
24-nov-24	7:15	7:30	5									
24-nov-24	7:30	7:45	2	2								
24-nov-24	7:45	8:00	2	3								
24-nov-24	8:00	8:15	2	3				1				
24-nov-24	8:15	8:30	4	2								
24-nov-24	8:30	8:45	1	1								
24-nov-24	8:45	9:00	1	2								
24-nov-24	9:00	9:15										
24-nov-24	9:15	9:30	2									
24-nov-24	9:30	9:45	3									
24-nov-24	9:45	10:00	4	1								
24-nov-24	10:00	10:15										
24-nov-24	10:15	10:30	2									
24-nov-24	10:30	10:45	2									
24-nov-24	10:45	11:00	2	2								
24-nov-24	11:00	11:15	5									
24-nov-24	11:15	11:30										
24-nov-24	11:30	11:45	4	1								
24-nov-24	11:45	12:00	3	1								
24-nov-24	12:00	12:15	6	1								

24-nov-24	12:15	12:30	5	3								
24-nov-24	12:30	12:45		3								
24-nov-24	12:45	13:00		2								
24-nov-24	13:00	13:15	3	1								
24-nov-24	13:15	13:30	3									
24-nov-24	13:30	13:45	4									
24-nov-24	13:45	14:00		1								
24-nov-24	14:00	14:15	2	1								
24-nov-24	14:15	14:30	2	1								
24-nov-24	14:30	14:45	1									
24-nov-24	14:45	15:00	3	2								
24-nov-24	15:00	15:15		3								
24-nov-24	15:15	15:30		1								
24-nov-24	15:30	15:45										
24-nov-24	15:45	16:00	1									
24-nov-24	16:00	16:15	1									
24-nov-24	16:15	16:30	2									
24-nov-24	16:30	16:45	3									
24-nov-24	16:45	17:00	2	1								
24-nov-24	17:00	17:15	1									
24-nov-24	17:15	17:30										
24-nov-24	17:30	17:45										
24-nov-24	17:45	18:00	1	2								
24-nov-24	18:00	18:15	4	1								
24-nov-24	18:15	18:30	4	3								
24-nov-24	18:30	18:45	3	1								
24-nov-24	18:45	19:00	5	3								
24-nov-24	19:00	19:15	4	1								
24-nov-24	19:15	19:30	4	1								
24-nov-24	19:30	19:45	1	1								
24-nov-24	19:45	20:00	3	4								
24-nov-24	20:00	20:15	1									
24-nov-24	20:15	20:30	2				1					
24-nov-24	20:30	20:45		1								
24-nov-24	20:45	21:00		2								
24-nov-24	21:00	21:15	2	2								
24-nov-24	21:15	21:30	3	2								
24-nov-24	21:30	21:45	3									
24-nov-24	21:45	22:00	1	1								
24-nov-24	22:00	22:15	1									
24-nov-24	22:15	22:30	1									
24-nov-24	22:30	22:45	2									
24-nov-24	22:45	23:00	1									
24-nov-24	23:00	23:15	2									
24-nov-24	23:15	23:30	1									
24-nov-24	23:30	23:45		2								
24-nov-24	23:45	0:00		1								
0:00 - 6:00			14	4	0	0	1	0	0	0	0	0
6:00 - 18:00			92	44	0	0	1	1	0	0	0	0
18:00 - 24:00			48	26	0	0	1	0	0	0	0	0

TOTAL		154	74	0	0	3	1	0	0	0	0

Contrato N° 241115121: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculare y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del asentamiento humano Bajo Villa Jardín, l alizado en la comuna La Macarena de la iudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU	ALCALDÍA DE MANIZALES ATRIA

INFORMACION GENERAL			
AFORADOR		UBICACIÓN COORDENADAS	5° 3'2.78"N
COORDINADOR			75°31'25.16"O
VIA		DÍA No.	6
MOVIMIENTO		DE	7

VEHÍCULOS CONTABILIZADOS												
FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	MOTOS	AUTOS	BUSES	BUSETAS	C2-P	C2-G	C3	C4	C5	>C5
25-nov-24	0:00	0:15										
25-nov-24	0:15	0:30		1								
25-nov-24	0:30	0:45										
25-nov-24	0:45	1:00		1								
25-nov-24	1:00	1:15										
25-nov-24	1:15	1:30										
25-nov-24	1:30	1:45										
25-nov-24	1:45	2:00										
25-nov-24	2:00	2:15										
25-nov-24	2:15	2:30										
25-nov-24	2:30	2:45										
25-nov-24	2:45	3:00										
25-nov-24	3:00	3:15										
25-nov-24	3:15	3:30										
25-nov-24	3:30	3:45										
25-nov-24	3:45	4:00										
25-nov-24	4:00	4:15										
25-nov-24	4:15	4:30										
25-nov-24	4:30	4:45										
25-nov-24	4:45	5:00										
25-nov-24	5:00	5:15	1									
25-nov-24	5:15	5:30	1	4								
25-nov-24	5:30	5:45	1									
25-nov-24	5:45	6:00	1									
25-nov-24	6:00	6:15	2	1								
25-nov-24	6:15	6:30	5	1								
25-nov-24	6:30	6:45	6									
25-nov-24	6:45	7:00	5				1					
25-nov-24	7:00	7:15		1								
25-nov-24	7:15	7:30										
25-nov-24	7:30	7:45	4	2								
25-nov-24	7:45	8:00	1					1				
25-nov-24	8:00	8:15	3									
25-nov-24	8:15	8:30	3	1								
25-nov-24	8:30	8:45	2	1								
25-nov-24	8:45	9:00	3									
25-nov-24	9:00	9:15	2									
25-nov-24	9:15	9:30	4									
25-nov-24	9:30	9:45	3	2								
25-nov-24	9:45	10:00	5									
25-nov-24	10:00	10:15					1					
25-nov-24	10:15	10:30										
25-nov-24	10:30	10:45	2	1								
25-nov-24	10:45	11:00	6	2								
25-nov-24	11:00	11:15	4				1					
25-nov-24	11:15	11:30	9	2			1					
25-nov-24	11:30	11:45	7	1								
25-nov-24	11:45	12:00	7	1								
25-nov-24	12:00	12:15	8									

25-nov-24	12:15	12:30	7				1					
25-nov-24	12:30	12:45	4	2			3					
25-nov-24	12:45	0:00	3	2								
25-nov-24	13:00	3:15	9	2								
25-nov-24	13:15	13:30	2									
25-nov-24	13:30	13:45	6	1			1					
25-nov-24	13:45	14:00	5	1			1					
25-nov-24	14:00	14:15	5	2			1					
25-nov-24	14:15	14:30	10	2				1				
25-nov-24	14:30	14:45	6									
25-nov-24	14:45	15:00	3	4								
25-nov-24	15:00	15:15	5				1					
25-nov-24	15:15	15:30	8	2			1					
25-nov-24	15:30	15:45	3									
25-nov-24	15:45	16:00	5	2			3					
25-nov-24	16:00	16:15	5	4			1					
25-nov-24	16:15	16:30	2	3								
25-nov-24	16:30	16:45	3	3								
25-nov-24	16:45	17:00	9									
25-nov-24	17:00	17:15	12	1								
25-nov-24	17:15	17:30	6	1								
25-nov-24	17:30	17:45	11	1			1					
25-nov-24	17:45	18:00	5									
25-nov-24	18:00	18:15										
25-nov-24	18:15	18:30										
25-nov-24	18:30	18:45										
25-nov-24	18:45	19:00										
25-nov-24	19:00	19:15	2									
25-nov-24	19:15	19:30										
25-nov-24	19:30	19:45	2									
25-nov-24	19:45	20:00										
25-nov-24	20:00	20:15										
25-nov-24	20:15	20:30										
25-nov-24	20:30	20:45	6									
25-nov-24	20:45	21:00	3									
25-nov-24	21:00	21:15	5									
25-nov-24	21:15	21:30	2	1								
25-nov-24	21:30	21:45	2									
25-nov-24	21:45	22:00	1	1								
25-nov-24	22:00	22:15	2	1								
25-nov-24	22:15	22:30	5									
25-nov-24	22:30	22:45	5									
25-nov-24	22:45	23:00										
25-nov-24	23:00	23:15										
25-nov-24	23:15	23:30										
25-nov-24	23:30	23:45										
25-nov-24	23:45	0:00	1									
0:00 - 6:00			4	6	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 - 18:00			225	49	0	0	19	2	0	0	0	0
18:00 - 24:00			36	3	0	0	0	0	0	0	0	0

TOTAL	265	58	0	0	19	2	0	0	0	0

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del asentamiento humano Bajo Villa Jardín, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU

ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA

INFORMACIÓN GENERAL

AFORADOR		UBICACIÓN COORDENADAS	5° 3'2.78"N
COORDINADOR			75°31'25.16"O
VIA		DÍA No.	7
MOVIMIENTO		DE	7

VEHÍCULOS CONTABILIZADOS

FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	MOTOS	AUTOS	BUSES	BUSETAS	C2-P	C2-G	C3	C4	C5	>C5
26-nov-24	0:00	0:15										
26-nov-24	0:15	0:30										
26-nov-24	0:30	0:45										
26-nov-24	0:45	1:00										
26-nov-24	1:00	1:15										
26-nov-24	1:15	1:30										
26-nov-24	1:30	1:45										
26-nov-24	1:45	2:00										
26-nov-24	2:00	2:15										
26-nov-24	2:15	2:30										
26-nov-24	2:30	2:45	1									
26-nov-24	2:45	3:00										
26-nov-24	3:00	3:15										
26-nov-24	3:15	3:30										
26-nov-24	3:30	3:45										
26-nov-24	3:45	4:00										
26-nov-24	4:00	4:15										
26-nov-24	4:15	4:30										
26-nov-24	4:30	4:45										
26-nov-24	4:45	5:00	1									
26-nov-24	5:00	5:15	1									
26-nov-24	5:15	5:30	1	1			1					
26-nov-24	5:30	5:45	2									
26-nov-24	5:45	6:00	3	1								
26-nov-24	6:00	6:15	2	1								
26-nov-24	6:15	6:30	6									
26-nov-24	6:30	6:45	6									
26-nov-24	6:45	7:00	5				1					
26-nov-24	7:00	7:15					1					
26-nov-24	7:15	7:30	3	2								
26-nov-24	7:30	7:45	5	2								
26-nov-24	7:45	8:00	5	3			1					
26-nov-24	8:00	8:15	1									
26-nov-24	8:15	8:30		1								
26-nov-24	8:30	8:45	1	1								
26-nov-24	8:45	9:00	3	1								
26-nov-24	9:00	9:15		1								
26-nov-24	9:15	9:30										
26-nov-24	9:30	9:45		1			1					
26-nov-24	9:45	10:00	2				1					
26-nov-24	10:00	10:15	4	1			1					
26-nov-24	10:15	10:30	5				1					
26-nov-24	10:30	10:45	4									
26-nov-24	10:45	11:00	4				1					
26-nov-24	11:00	11:15	2				1					
26-nov-24	11:15	11:30	1									
26-nov-24	11:30	11:45	1	1								
26-nov-24	11:45	12:00	1									
26-nov-24	12:00	12:15	3				1					

26-nov-24	12:15	12:30	3				3					
26-nov-24	12:30	12:45	5	1								
26-nov-24	12:45	13:00	6	3								
26-nov-24	13:00	13:15	6				2					
26-nov-24	13:15	13:30	7				2					
26-nov-24	13:30	13:45	1				2					
26-nov-24	13:45	14:00	1									
26-nov-24	14:00	14:15	3	1								
26-nov-24	14:15	14:30	1	1								
26-nov-24	14:30	14:45	6	4								
26-nov-24	14:45	15:00	2	1			1					
26-nov-24	15:00	15:15	2	2			1					
26-nov-24	15:15	15:30	1	4			1					
26-nov-24	15:30	15:45	3				1					
26-nov-24	15:45	16:00	2	1			1					
26-nov-24	16:00	16:15	1	2			3					
26-nov-24	16:15	16:30	1				1					
26-nov-24	16:30	16:45	2	2								
26-nov-24	16:45	17:00	3	2								
26-nov-24	17:00	17:15	6	1								
26-nov-24	17:15	17:30	8									
26-nov-24	17:30	17:45	6	2								
26-nov-24	17:45	18:00		2								
26-nov-24	18:00	18:15	5	2								
26-nov-24	18:15	18:30	2				1					
26-nov-24	18:30	18:45	5	3			1					
26-nov-24	18:45	19:00	6	2								
26-nov-24	19:00	19:15	2	1								
26-nov-24	19:15	19:30	4	1								
26-nov-24	19:30	19:45	1	1								
26-nov-24	19:45	20:00										
26-nov-24	20:00	20:15	1									
26-nov-24	20:15	20:30	1									
26-nov-24	20:30	20:45	2	1								
26-nov-24	20:45	21:00	4									
26-nov-24	21:00	21:15	3	1								
26-nov-24	21:15	21:30	3	1								
26-nov-24	21:30	21:45	2									
26-nov-24	21:45	22:00										
26-nov-24	22:00	22:15	3									
26-nov-24	22:15	22:30	2									
26-nov-24	22:30	22:45	1									
26-nov-24	22:45	23:00										
26-nov-24	23:00	23:15	1									
26-nov-24	23:15	23:30										
26-nov-24	23:30	23:45										
26-nov-24	23:45	0:00										
0:00 - 6:00			9	2	0	0	1	0	0	0	0	0
6:00 - 18:00			140	44	0	0	28	0	0	0	0	0
18:00 - 24:00			48	13	0	0	2	0	0	0	0	0

TOTAL	197	59	0	0	31	0	0	0	0	0

ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA ESTUDIO DE INGENIERIA

ALCALDÍA DE MANIZALES

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del asentamiento humano Bajo Villa Jardín, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU.

CONTRATISTA: DAVID VALLEJO OSORIO

C.C. 75.096.478

ATRIA ESTUDIO DE INGENIERIA

DISEÑO GEOMETRICO VILLA

JARDÍN - ESTAMBUL

MANIZALES – CALDAS

DISEÑADOR: DIANA MARCELA LÓPEZ GOMEZ

MANIZALES, DICIEMBRE DE 2024

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del asentamiento humano Bajo Villa Jardín, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU.

VOLUMEN DE DISEÑO GEOMETRICO

Versión	0	Fecha:	Documento original

ELABORO			
NOMBRE	**CARGO**	**TARJETA PROF**	**FIRMA**
Diana Marcela Lopez Gómez	Ingeniera civil – Especialista en vías y transportes	17202-405879 CDL	

APROBO

VERSIONES		
N°	**MODIFICACIONES**	**OBSERVACIONES**
V0		Documento Original
V1		
V2		

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

DESCRIPCION GENERAL DE LA CARRETERA 5
1.1 INTRODUCCIÓN 5
1.2 OBJETIVOS Y ALCANCE 5
1.2.1 OBJETIVOS GENERALES 5
1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 5
1.2.3 ALCANCE 6
1.3 METODOLOGIA 6
1.4 NORMATIVIDAD 6
1.5 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA VÍA A DISEÑAR 7
2. TRABAJOS TOPOGRAFICOS 8
3. PARAMETROS GENERALES ADAPTADOS PARA EL DISEÑO GEOMETRICO 8
3.1 VELOCIDAD DE DISEÑO 8
3.2 VEHICULO DE DISEÑO 9
4. COMPONENTES DEL DISEÑO GEOMETRICO 11
4.1 DISEÑO EN PLANTA DEL EJE DE LA CARRETERA 11
4.1.1 PERALTE 12
4.1.2 FRICCIÓN TRANSVERSAL MAXIMA 13
4.1.3 RADIO DE CURVATURA MÍNIMO 13
4.1.4 LONGITUD DE LA CURVA 14
4.2 DISEÑO DE PERFIL DEL EJE DE LA CARREERA 14
4.2.1 PENDIENTE MAXIMA Y MINIMA 15
4.2.2 LONGITUD MINIMA DE LATANGENTE VERTICAL 16
4.2.3 TIPOS DE CURVAS VERTICALES 17

TABLA DE FIGURAS

Figura. 1 Localización espacial del asentamiento humano Bajo Villa Jardín 7
Figura. 2 Localización espacial de las vías en el asentamiento humano Bajo Villa Jardín 8
Figura. 3 Vehículo de diseño 10
Figura. 4 Trayectoria de giro 10
Figura. 5 Ejes viales según urbanismo 11

1. DESCRIPCION GENERAL DE LA CARRETERA

1.1 INTRODUCCIÓN

Las vías de comunicación son un componente fundamental para el desarrollo y funcionamiento de las ciudades, regiones y países. En particular, las vías terrestres desempeñan un papel crucial en el transporte de personas, mercancías y en la conexión de diferentes áreas geográficas. Este informe tiene como objetivo analizar las características, condiciones y mejoras de las vías colectoras y locales en el asentamiento humano villa jardín, A través de un examen detallado de los aspectos técnicos, de infraestructura, topografía y seguridad, se pretende proporcionar una visión integral sobre el estado actual de las vías y las oportunidades para optimizar su funcionamiento, contribuyendo así uno de los ejes estratégicos presentes en el plan de desarrollo de la ciudad de Manizales "Ciudad Sostenible y Resiliente", donde se adopta la estrategia de mejoramiento integral de barrios, la cual tiene como objetivo central generar una mayor equidad social a través de la provisión de bienes y servicios urbanos, y disminuir la vulnerabilidad de los asentamientos frente a las amenazas presentes en el territorio.

Se presentan en este documento las consideraciones para el diseño geométrico de vías, plasmando después de un análisis detallado parámetros de diseño para garantizar la coherencia de todos los elementos y conservar la seguridad vial, considerando las normas colombianas y municipales para el desarrollo del proyecto. Se establecen los criterios y características de diseño, construcción, ubicación e instalación de elementos geométricos de acuerdo con el proyecto urbanístico.

Se realizó un trazado inicial del corredor en el cual se pudo identificar la topografía y las condiciones geométricas que podría generar dicho trazado, a partir de este se modificaron elementos geométricos y ubicación del eje central de la vía con el fin de llegar a un trazado definitivo y orientar los demás estudios que se requieren.

1.2 OBJETIVOS Y ALCANCE

1.2.1 OBJETIVOS GENERALES

Realizar el Diseño Geométrico de las vías locales que hacen parte del asentamiento humano Bajo Villa Jardín.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ A partir del levantamiento topográfico realizar el diseño del alineamiento horizontal de los tramos viales adecuados para el proyecto.

- ✓ Desarrollar el diseño del alineamiento vertical teniendo en cuenta las curvas y tangentes.
- ✓ Definir todos los elementos geométricos adecuados para la zona de intervención cumpliendo con la normatividad
- ✓ Realizar el cálculo de los movimientos de tierras y materiales de elementos que componen el diseño geométrico.

1.2.3 ALCANCE

El logro de los anteriores objetivos se limita a la mejora de las vias del asentamiento humano Bajo Villa Jardín:

Parámetros:

- ✓ Se deberán examinar la mejor disposición del eje vial el cual permita el desarrollo del camino de manera segura según la topografía de la zona y garantizar que los elementos geométricos finales cumplan con las condiciones de funcionalidad y seguridad vial.
- ✓ Tipo de vía: Vías locales.
- ✓ Diseño en planta, perfil longitudinal, peraltes y sección transversal.
- ✓ Ancho de calzada: Tramo de acceso 6.00m con anden al costado izquierdo de 1.50m
- ✓ Ancho de calzada: 4.50m con anden a ambos costados de 1.50m
- ✓

1.3 METODOLOGIA

Para el desarrollo de los estudios mencionados y para la determinación de las soluciones que en este se plantean, fue establecida una metodología basada en el "Manual de Diseño geométrico de carreteras, del instituto nacional de vías (2018), además diferentes criterios que se enuncian a continuación, con el ánimo de cumplir con los diferentes objetivos planteados.

- ✓ **Visita al sitio de interés:** Recorrido por parte del personal profesional, con el fin de evidenciar condiciones topográficas, cubiertas vegetales, infraestructura existente, condiciones especiales y realizar registros fotográficos.

- ✓ **Recopilación de información existente:** Se utiliza topografía suministrada por el cliente, se inician los procesos de diseño del proyecto, además se utilizan fotografías aéreas de la zona.

- ✓ **Trabajo de oficina:** Se realiza el diseño geométrico de la vía, el cual comprende el alineamiento horizontal, vertical, las secciones transversales, peraltes, entre otros. Este diseño debe mejorar la comodidad, seguridad y condiciones socioeconómicas de la zona a través de una mejor movilidad.

1.4 NORMATIVIDAD

- ✓ Manual de Diseño Geométrico de Carreteras – INVÍAS 2008
- ✓ AASHTO-2011-A Policy on Geometric Design of Highways and Streets

- ✓ Guia para el diseño geometrico de vias urbanas para ciudades intermedias con Sistemas Estrategicos de Transporte Publico. Paz Ante, L A (2018)
- ✓ Calculo y diseño de glorietas Arboleda Velez, G (2000)
- ✓ POT 2017 PDF-20241128T201305Z-001 MANIZALES

1.5 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA VÍA A DISEÑAR

El asentamiento humano Bajo Villa Jardín se encuentra localizado en la comuna "La Macarena" dentro del perímetro urbano de la ciudad de Manizales en el predio identificado con la Ficha Catastral No. 17001000200000013095800000000 y Matricula Inmobiliaria 100 -111972.



Figura. 1 Localización espacial del asentamiento humano Bajo Villa Jardín Fuente: Elaboración propia con base en las fotografías aéreas de Google Maps

El establecimiento de las personas en el predio se realiza a lo largo de los años de manera informal, generando así que las condiciones geométricas de las vías existentes no sean las adecuadas en el cumplimiento de la normatividad que rige la funcionalidad y la seguridad en la zona, los perfiles viales disponibles no son acordes a los establecidos en el POT de la ciudad, en su mayoría los radios de giro y

pendientes se salen de los límites definidos para una adecuada circulación de vehículos tanto particulares como de servicios; existen también varios caminos peatonales que tienen pendientes fuertes y anchos mínimos por los cuales además del transito de personas transitan motos.

Dicho lo anterior, lo que se busca es mejorar las condiciones geométricas para una adecuada circulaciónde vehículos tanto particulares como de servicios y brindar seguridad a los peatones; la vía vehicular tiene una longitud de 656m y los caminos peatonales.

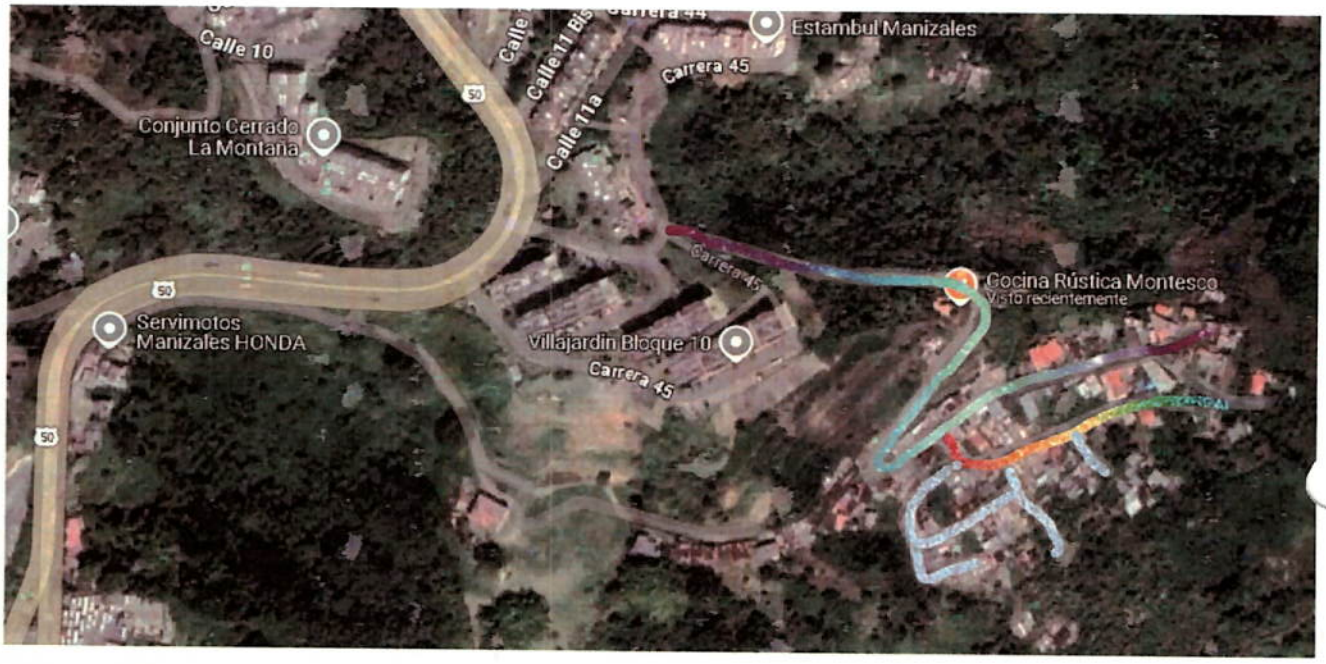


Figura. 2 Localización espacial de las vías en el asentamiento humano Bajo Villa Jardín
Fuente: Elaboración propia con base en las fotografías aéreas de Google Maps

2. TRABAJOS TOPOGRAFICOS

Siendo uno de los aspectos fundamentales para la definición del diseño vial, se solicita topografía de la zona la cual es suministrada por la entidad contratante, el documento usado esta referenciado de la siguiente manera: **PLANO CON CURVAS DE NIVEL.DWG** Archivo que se encuentra en la carpeta de **"Levantamiento topográfico"**.

3. PARAMETROS GENERALES ADAPTADOS PARA EL DISEÑO GEOMETRICO

3.1 VELOCIDAD DE DISEÑO

Según la *Guía para el diseño geométrico de vías urbanas para ciudades intermedias*, la velocidad es uno de los parámetros decisivos en la elaboración del diseño geométrico de una vía urbana; además, brinda pautas para operación de la misma y para implementar medidas que garanticen la seguridad vial.

En el proceso de asignación de la Velocidad de Diseño se debe otorgar la máxima prioridad a la seguridad de los usuarios. Por ello, la velocidad de diseño a lo largo del trazado debe ser tal que los conductores no sean sorprendidos por cambios bruscos y/o muy frecuentes en la velocidad a la que pueden realizar con seguridad el recorrido.

En vías urbanas el control de la velocidad es esencial debido a la diversidad de actores que interactúan en un corredor; por esto, no debe tenerse Velocidad de diseño y de operación mayores a 60 km/h. En general, la velocidad de diseño se encuentra ligada a la jerarquía de la vía.

De la tabla 5.13. Velocidad de diseño para las vias del SETP de la Guía para el diseño geométrico de vías urbanas para ciudades intermedias, tenemos:

Tabla 5-13. Velocidad de diseño para vías del SETP

Clasificación de acuerdo al SETP	Clasificación de acuerdo al POT	Velocidad de diseño (km/h)
Principales	Vías arterias primarias	40-50
	Vías arterias secundarias	30-50
	Vías colectoras	30
Complementarias	Vías locales	30
	Vías semi-peatonales	20

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1 Velocidad de diseño para vias del SETP
Fuente: guia para el diseño geométrico de vías urbanas para ciudades intermedias

Y teniendo en cuenta que las vías de nuestro interés se clasifican dentro de ***"Vías Locales"*** se define entonces que nuestra velocidad de diseño será de 30km/h.

Sin embargo, citamos lo establecido en el POT de la ciudad de Manizales referente a esta clasificación de vías en su apartado de **Velocidad de Diseño**, "*Para las categorías de vias locales e inferiores no es viable imponer un criterio de diseño geométrico pues sus características deben adecuarse mas al esquema urbanístico para ofrecer accesibilidad a los predios*"

3.2 VEHICULO DE DISEÑO

El vehículo de diseño es el representativo en el corredor vial según el estudio de tránsito, el cual debe ser seleccionado con el fin de determinar los requerimientos de ancho de carril, bermas, sobre anchos y radio de giro.

Según el estudio de transito se tiene un vehículo representativo C2-P

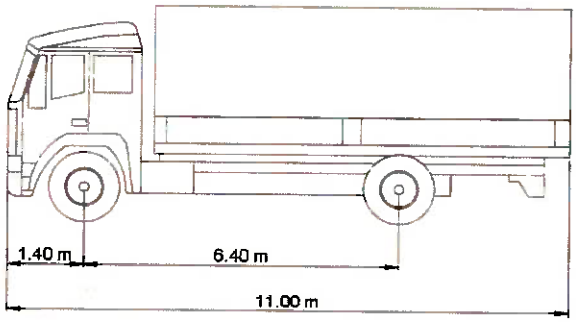


Figura. 3 Vehículo de diseño
Fuente: Manual de Diseño Geométrico del INVIAS

La trayectoria de giro es uno de los conceptos a tener en cuenta para el diseño de la calzada, en la *Figura 4* se presenta la trayectoria de giro del vehículo de diseño adoptado:

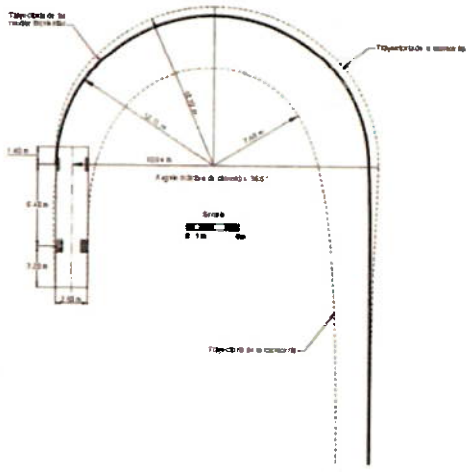


Figura. 4 Trayectoria de giro
Fuente: Manual de Diseño Geométrico del INVIAS

En este caso el urbanismo aportado por el contratante propone un ancho de vía de 4.50 m, sin embargo, en el análisis que se hace a lo largo de la vía se presenta una nueva propuesta en la que se plantea una calzada de 6m de ancho los primeros 310m y el resto de las vías se trabajara con un ancho de calzada de 4.50.

Es importante aclarar que debido a la topografía y los anchos disponibles con los que se cuentan debido a la falta de aplicación de la normatividad para obtener unos buenos perfiles viales y elementos geométricos que cumplan a cabalidad la norma, se obtienen curvas horizontales con radios insuficientes para que el vehículo de diseño pueda dar su giro adecuadamente, por tanto se realizan sobreanchos que permitan el ingreso del vehículo en un giro que se debe hacer en momentos.

Esto se realiza debido a que es importante garantizar el ingreso de vehículos que bridan servicios de provisión a la comunidad.

4. COMPONENTES DEL DISEÑO GEOMETRICO

El diseño geométrico del proyecto contiene lo siguiente:

- ✓ Diseño en planta del eje de la carretera.
- ✓ Diseño en perfil del eje de la carretera.
- ✓ Diseño de la sección transversal de la carretera.

4.1 DISEÑO EN PLANTA DEL EJE DE LA CARRETERA

El alineamiento horizontal está constituido por alineamientos rectos, curvas circulares y curvas de grado de curvatura variable que permiten una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa o también entre dos curvas circulares de curvatura diferente. El alineamiento horizontal debe permitir una operación segura y cómoda a la velocidad de diseño.

En este caso, se trazaron inicialmente 3 ejes de vía los cuales determinan los caminos propuestos en la urbanización estos abarcan el tramo de acceso al barrio y las vías locales generando un circuito de circulación, como se muestra a continuación:

EJE 2

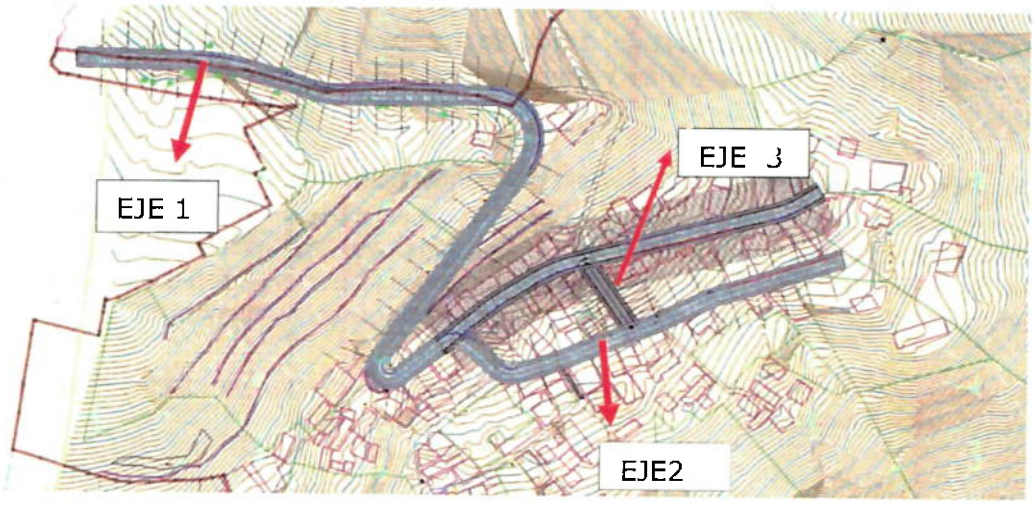


Figura. 5 Ejes viales según urbanismo

Después de hacer el análisis en perfil se observa que el eje 3 presenta pendientes que sobrepasan la normatividad y por tanto, la seguridad de circulación de los vehículos, en la sección de diseño en perfil se dará detalle de estos valores.

Debido a lo anterior se genera la necesidad de eliminar el eje 3 y realizar el circuito de circulación solo con 2 ejes, de la siguiente manera:



Figura. 6 Ejes viales finales

4.1.1 PERALTE

El peralte en las vías urbanas depende de la clasificación vial:

Tabla 6 2. Peralte máximo según la clasificación vial y la velocidad de diseño

CLASIFICACIÓN VIAL	VELOCIDAD DE DISEÑO	PERALTE MÁXIMO
Vía semi-peatonal	≤20 Km/h	2%
Vía local	20 - 30 Km/h	4%
Vía colectora	30 - 40 Km/h	4%
Vía arteria	40 – 60 Km/h	6%

***Fuente:** Elaboración propia.*

Tabla 2 Peralte máximo según la clasificación vial y la velocidad de diseño

Cuando no hay suficiente espacio en las tangentes entre curvas, se debe realizar la transición en una parte en la tangente y el resto dentro de la curva. Para el segundo caso, el peralte en el PC y/o en el PT debe estar entre sesenta y ochenta por ciento (60% - 80%) del peralte total, siempre que por lo menos la tercera parte de la longitud de la curva quede con peralte total.

4.1.2 FRICCIÓN TRANSVERSAL MAXIMA

Está determinado por numerosos factores, entre los cuales el estado de la superficie de rodadura, la velocidad del vehículo y el tipo y condiciones de las llantas de los vehículos. Se adoptan los valores del coeficiente de fricción transversal propuestos en el manual del INVIAS, los cuales se indican en la siguiente tabla.

VELOCIDAD ESPECÍFICA V_{CH} (km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL MÁXIMA $f_{Tmáx}$	0.35	0.28	0.23	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.09	0.08

Tabla 3 Fricción transversal máxima
Fuente: Manual de Diseño Geométrico del INVIAS

Se toma **0.28** como coeficiente de fricción transversal máximo.

4.1.3 RADIO DE CURVATURA MÍNIMO

El Radio mínimo de curvatura solo debe ser usado en situaciones extremas, donde sea imposible la aplicación de radios mayores. El radio mínimo se calcula de acuerdo al criterio de seguridad ante el

deslizamiento mediante la aplicación de la ecuación de equilibrio:

$$R_C = \frac{V_{CH}^2}{127 \times (e + f_T)}$$

Donde: R_C: **Radio de la curva circular, en metros.**

V_{CH}: **Velocidad Específica para la que se diseña la curva, en km/h.**

e: **Peralte de la calzada en la curva, en tanto por uno.**

f_T: **Coeficiente de fricción transversal.**

Se resuelve la ecuación con el peralte máximo (4% en tanto por uno), el coeficiente de fricción máximo (0.28) para la velocidad específica de diseño de 30 Km/h, se obtiene el radio de curvatura mínimo de 22 m, lo cual se verifica en la tabla 4.

Tabla 6-3. Radio mínimo

Velocidad de diseño V_d km/h	Peralte máximo $e_{máx}$ (%)	Coeficiente de fricción transversal $f_{máx}$	Radio mínimo $R_{C\ min}$ (m)	
			Calculado	Redondeado
20	2	0.35	8.51	9
30	4	0.28	22.15	22
40	4	0.23	46.66	47
50	6	0.19	78.74	79
60	6	0.19	113.39	113

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 4 Radio Mínimo

Debido a la topografía y disposición de la vía actual una de las curvas no cumple con este parámetro de radio mínimo, por tanto, se realiza un sobreancho que permita una maniobra mas apropiada, teniendo en cuenta que es uno de los giros obligados en el desarrollo del camino.

4.1.4 LONGITUD DE LA CURVA

La longitud mínima aceptable de una curva circular, es la correspondiente a la distancia que pueda recorrer un vehículo a la Velocidad Específica (VCH) del elemento durante dos segundos (2 s), es decir:

$$\mathbf{Lc\ mín = 0.556 \times V_{CH}\ ;\ V_{CH}: Velocidad\ Específica\ en\ km/h}$$

La longitud mínima de la curva circular, en este caso es de 16.7 m, la cual cumple en cada una de las curvas resultantes en el diseño geométrico.

4.2 DISEÑO DE PERFIL DEL EJE DE LA CARREERA

El alineamiento vertical se compone de alineamientos rectos llamados tangentes verticales, que se unen en los puntos llamados PIV (puntos de intersección vertical). El cambio de pendiente entre tangentes se hace mediante curvas parabólicas de longitud especifica; cuando el cambio de la pendiente es menor al 1% se puede prescindir del uso de una curva vertical parabólica y en su lugar se conforma un PQV (punto de quiebre vertical.

El alineamiento vertical y el alineamiento horizontal deben ser consistentes y balanceados, en forma tal que los parámetros del primero correspondan y sean congruentes con los del alineamiento horizontal. Por lo tanto, es necesario que los elementos del diseño vertical tengan la misma Velocidad Específica del sector en planta que coincide con el elemento vertical en estudio.

Después de tener definido el alineamiento horizontal se determinó el perfil de diseño, mediante las cotas obtenidas de la nivelación de precisión a lo largo del tramo de carretera.

Sobre el perfil del diseño se proyectó la rasante, definiendo las pendientes y la longitud de las curvas verticales, teniendo en cuenta los puntos obligados.

4.2.1 PENDIENTE MAXIMA Y MINIMA

La pendiente mínima longitudinal de la rasante debe garantizar especialmente el escurrimiento fácil de las aguas lluvias en la superficie de rodadura y en las cunetas. La pendiente mínima que garantiza el adecuado funcionamiento en vías urbanas en terreno plano es de cero puntos veinticinco por ciento (0.25%) y cero puntos tres por ciento (0.5%) para diseño en terreno montañoso y ondulado.

La pendiente máxima de una tangente vertical debe ser de 12%, y en casos en los que no se pueda cumplir este valor, deben reforzarse la señalización y la demarcación, e implementarse medidas orientadas al control de la velocidad de descenso.

Para la selección de la pendiente máxima es necesario considerar dos situaciones. La primera, cuando durante el desarrollo de los estudios para la definición del corredor de ruta, que se llevan a cabo durante la Fase 1 del proyecto, se requiere adoptar la Pendiente Media Máxima del corredor (PMmáx), la cual debe estar en consonancia con la Velocidad de Diseño del tramo homogéneo.

Teniendo en cuenta que esta es una vía ya existente y que las condiciones topográficas son limitadas por la disposición de la infraestructura en el lugar y que en Manizales en general se presentan pendientes sobre el 20%, es necesario considerar nuestra pendiente máxima en 21% con el fin de adaptarnos al máximo posible en la zona y considerando el límite de funcionalidad ya estudiado en otras zonas de la ciudad.

Sin embargo, en el eje 3 como se mencionó en el apartado anterior fue imposible alcanzar una pendiente máxima de 21%, en este caso se presentan pendientes de hasta 29%, pendiente que no es adecuado mantener y por tal motivo resulta inviable realizar esta conexión propuesta en el urbanismo.

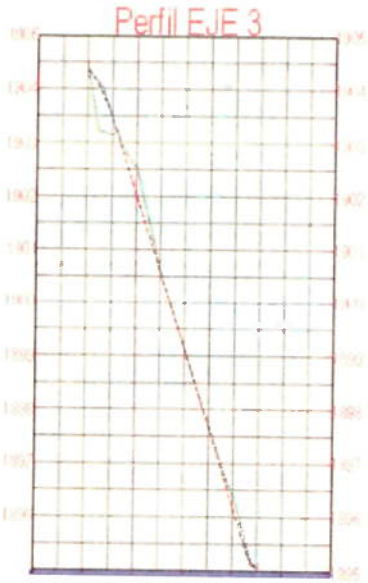




Figura. 7 Planta y perfil eje 3

	PVI Station	PVI Elevation	Grade In	Grade Out	A (Grade Change)	Profile Curve Type	Profile Curve Length	K Value
1	0+000.093m	1904.352m		-10.89%				
2	0+003.087m	1904.026m	-10.89%	-28.88%	17.99%	Crest	5.628m	0.313
3	0+021.522m	1898.703m	-28.88%	-29.56%	0.68%			
4	0+033.648m	1895.119m	-29.56%	-4.47%	25.09%	Sag	2.809m	0.112
5	0+035.365m	1895.042m	-4.47%					

Figura. 8 Elementos de curvas. Pendientes eje 3

4.2.2 LONGITUD MINIMA DE LATANGENTE VERTICAL

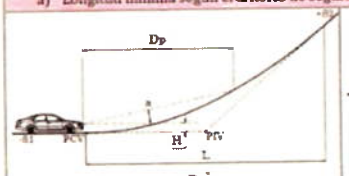
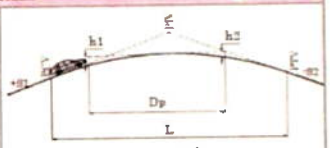
La longitud de la curva vertical se establece según los siguientes criterios:

a. **Criterio de seguridad:**
Establece una longitud mínima que debe tener la curva vertical para que en toda su trayectoria la distancia de visibilidad sea mayor o igual a la de parada (Dp)

b. **Criterio de operación:**
Establece una longitud mínima que debe tener la curva vertical para evitar al usuario la impresión de cambio súbito de pendiente.

c. **Criterio de drenaje:**
Establece una longitud máxima que puede tener la curva vertical para evitar que, por ser muy extensa en su parte central resulte muy plana, lo que dificulta el drenaje de la calzada.

Tabla 6 13. Longitud mínima y máxima de la curva vertical

CURVA CÓNCAVA	CURVA CONVEXA
a) Longitud mínima según el criterio de seguridad	
	
$K_{min} = \frac{D_p^2}{120 + 3.5 \times D_p}$ $L_{min} = K_{min} \times A$ K_{min}: parámetro mínimo. L_{min}: longitud mínima de la curva, en metros. D_p: distancia de visibilidad de parada, en metros. A: diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%). H: altura de los faros delanteros del vehículo, igual a sesenta metros (0.60 m). α: ángulo de divergencia de los rayos de luz de los faros delanteros. $\alpha = 1°$	$K_{min} = \frac{D_p^2}{658}$ $L_{min} = K_{min} \times A$ K_{min}: parámetro mínimo. L_{min}: longitud mínima de la curva, en metros. D_p: distancia de visibilidad de parada, en metros. A: diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%). $h1$: altura del ojo del conductor en metros. $h1 = 1.08\ m$ $h2$: altura del obstáculo, en metros. $h2 = 0.60\ m$
b) Longitud mínima de la curva vertical según el criterio de operación	
$L_{min} = 0.6 \times V_d$ L_{min}: longitud mínima de la curva, en metros. V_d: velocidad de diseño, en Km/h.	
c) Longitud máxima según el criterio de drenaje	
$K_{máx} = 50$ Siempre y cuando se tengan cambios de pendiente positiva a negativo y viceversa. De lo contrario no se aplica el criterio de longitud máxima según el criterio de drenaje.	

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras - INVIAS.

Figura. 9 Longitud mínima y máxima de la curva vertical

4.2.3 TIPOS DE CURVAS VERTICALES

Las curvas verticales en la vía según su forma se clasifican como curvas verticales cóncavas y convexas, y de acuerdo con la proporción entre sus ramas, se clasifican como simétricas o asimétricas. Los dos tipos de curvas se tuvieron en cuenta para el diseño geométrico en perfil.

Tabla 6-14. Valores de Kmín para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según el criterio de operación de curvas verticales

VELOCIDAD DE DISEÑO V_d (Km/h)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA D_p (m)	VALORES DE KMIN				LONGITUD MÍNIMA SEGÚN EL CRITERIO DE OPERACIÓN (m)
		Curva convexa		Curva cóncava		
		Calculado	Redondeado	Calculado	Redondeado	
20	20	0.6	1.0	2.1	3.0	20
30	35	1.9	2.0	5.1	6.0	20
40	50	3.8	4.0	8.5	9.0	24
50	65	6.4	7.0	12.2	13.0	30
60	85	11	11	17.3	18.0	36

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras - INVIAS.

Figura. 10 Valores de Kmín para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según criterio de operación en curvas verticales.

- ✓ Kmin Curva convexa = 2
- ✓ Kmin Curva concava = 6
- ✓ Lmin Curva vertical = 20

1.1.1 SECCION TRANSVERSAL



Figura 6. Sección transversal 1

Se emplea la sección transversal 1 para el tramo del eje 1, hasta la abscisa 0+315.

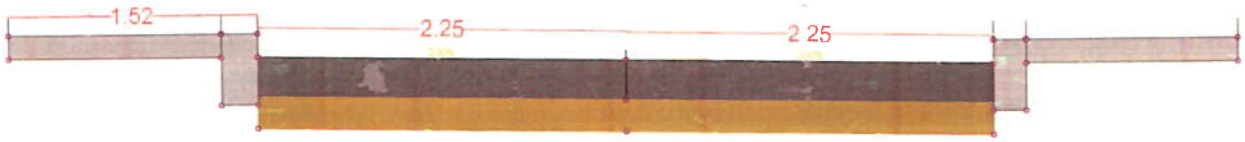


Figura 7. Sección transversal 2

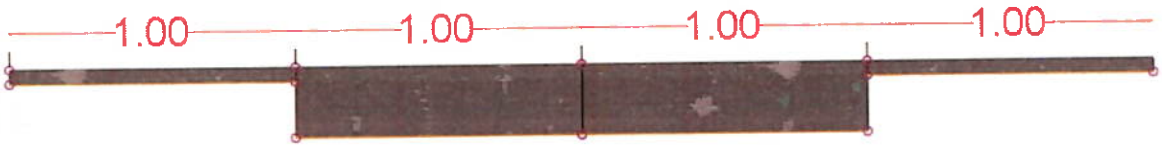


Figura 8. Sección transversal peatonal

2. MOVIMIENTOS DE TIERRA Y CANTIDADES DE MATERIALES

A partir de las modelaciones del corredor vial se obtuvieron las siguientes cantidades de materiales y movimientos de tierra, los cuales son insumo para el cálculo de presupuesto de obra:

Material	Volumen m^3
Corte	4804.85
Lleno	35387.74

Tabla 6. Cortes y llenos

3. SEÑALIZACION

El diseño de la señalización vial para el tramo vial estudiado, se realizó siguiendo los parámetros definidos en el "Manual de Señalización 2024, dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia" del Ministerio de Transporte de Colombia que se encuentra vigente, y abarcó tanto la señalización vertical como la horizontal.

Los materiales, dimensiones, proceso de instalación y demas requerimientos necesarios al momento de la construcción del proyecto, deberán cenirse al manual mencionado anteriormente y a las normas y especificaciones del Instituto Nacional de Vías (INVIAS).

En cuanto a la señalización horizontal no se definen líneas de borde ni de centro ya que según el manual para vias locales estas solo se utilizarán si no se tiene sardinel con el fin de demarcar el límite del ancho de vía, sin embargo en este caso tenemos estructura de sardinel y anden en ambos lados de la vía; se ubican marcas transversales y cebras.

Anexo al presente documento se encuentran los listados de la localización de cada una de las señales propuestas. Además de encontrarse plasmadas en los planos correspondientes.

3.1 SEÑALES VERTICALES

Las señales verticales son placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre la vía o adyacentes a ella, que mediante símbolos o leyendas determinadas cumplen la función de prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza, reglamentar las prohibiciones o restricciones respecto del uso de las vías, así como brindar la información necesaria para guiar a los usuarios de las mismas.

De acuerdo con la función que cumplen, las señales verticales se clasifican en:

- ✓ Señales reglamentarias: Las señales reglamentarias tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de las mismas, así como las limitaciones, prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes Su violación acarrea las sanciones previstas en el Código Nacional de Tránsito
- ✓ Señales preventivas: Las señales preventivas tienen como propósito advertir a los usuarios de la vía la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente otemporc

- ✓ Señales informativas: Las señales informativas tienen como propósito orientar y guiar a los usuarios del sistema vial, entregándoles la información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible.

3.1.1 UBICACIÓN DE LAS SEÑALES VERTICALES

3.1.1.1 UBICACIÓN LATERAL

Las señales se colocarán a lado y lado de la vía, teniendo en cuenta el doble sentido de circulación del tránsito, de forma tal que el plano frontal de la señal y el eje de la vía formen un ángulo comprendido entre 90 y 93 grados, con el fin de permitir una óptima visibilidad al usuario.

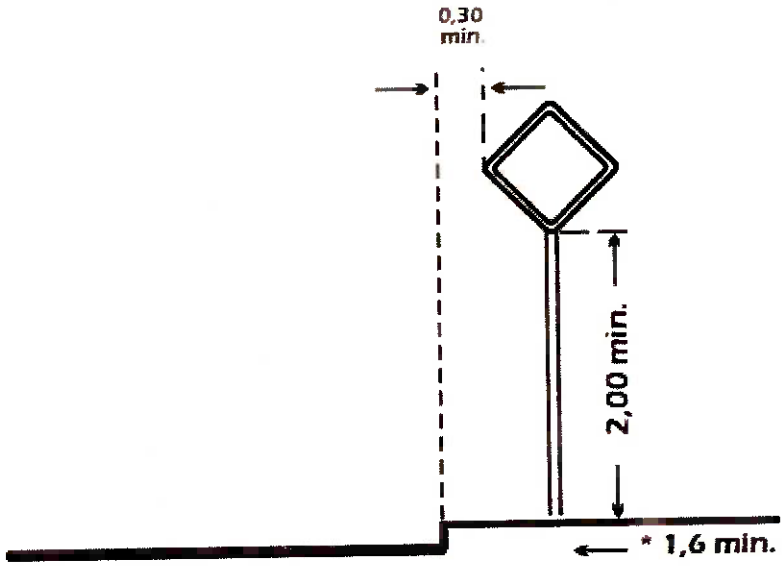


Figura 7. Ubicación lateral de las señales.
Fuente: Manual de Señalización Vial (INVIAS, 2024)

3.1.1.2 UBICACIÓN LONGITUDINAL

En este caso se usa el esquema recomendado por el Manual de señalización vial para la ubicación de las señales verticales, las cuales especialmente informan sobre la proximidad a una zona escolar y el paso de peatones, en la figura 8 se observa el rango de longitudes para este esquema de proximidad escolar.

Debido al poco desarrollo de la vía de interés, se marcan las señales que allí corresponden, sin embargo, es importante que en los tramos aledaños se pueda complementar esta señalización para que sea funcional en ambos sentidos de la vía.

Figura 3-49. Cruce escolar

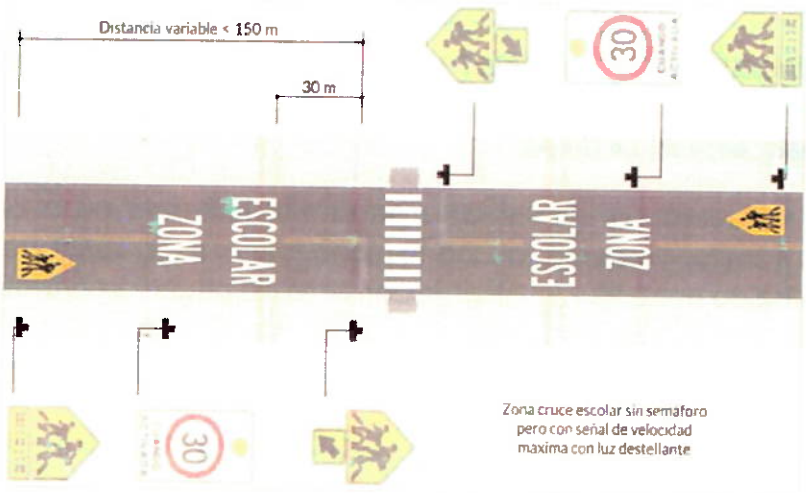


Figura 8. Distancia entre señales verticales Cruce Escolar
Fuente: Manual de Señalización Vial (INVIAS, 2024)

La orientación de las señales debe estar de tal manera que la cara de la señal y una alinea paralela al eje de la calzada formen un Angulo como el que se muestra en la siguiente figura 9, con el fin de reducir el fenómeno de reflexión especular.

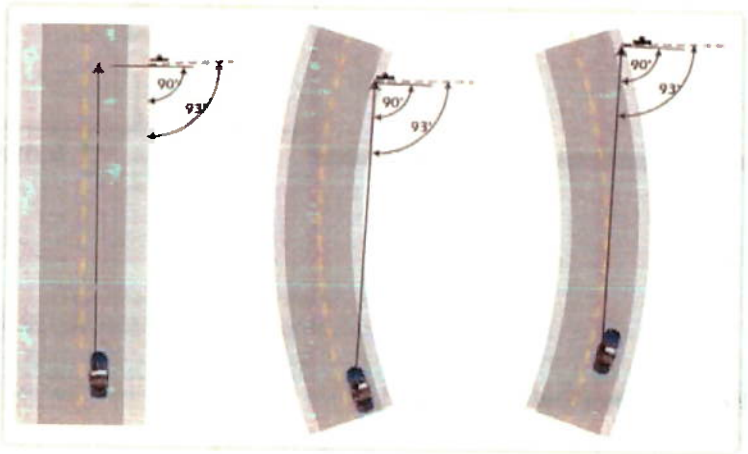


Figura 1.-Orientación de las señales verticales
Fuente: Manual de Señalización Vial (INVIAS, 2024)

3.1.2 SOPORTE

Se deben utilizar sistemas de soporte constituidos por poste monolítico y brazos, elaborados en perfil en ángulo de hierro de dos pulgadas (2") por dos pulgadas (2") por un cuarto de pulgada (1/4"),

de espesor para el elemento vertical y un octavo de pulgada (1/8") de espesor para los elementos horizontales, con límite de fluencia mínimo de veinticinco kilogramos por milímetro cuadrado (25 kg/mm2) en todos los tipos de señales, el cual será de primera clase, no permitiéndose hormigueo en ninguna parte de su longitud.

También pueaen ser fabricados en tubo, galvanizado redondo o cuadrado, de dos pulgadas (2") y dos milímetros (2 mm) de espesor, en este caso todos los extremos expuestos deben estar sellados con su respectiva tapa metálica soldada en todo superímetro para evitar la penetración de agua. (Manual de señalización INVIAS 2015).

3.1.3 DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Para este caso se realiza el diseño de la señalización vertical para la vía en cuestión, en la tabla 10 se relaciona cada una de las señales utilizadas en el diseño tanto de la calzada como de la ciclorruta, con su debida descripción y referencia de ubicación sobre vía.

TIPO DE SEÑAL	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN	LOCALIZACIÓN	CANTIDAD
Preventiva	SP-69		K0+250 EJE 1	1
Preventiva	SP-31		K0+285 EJE 1	1
Preventiva	SP-20		K0+460 EJE 1 K0+150 EJE 2	2

Reglamentaria	SR-39		K0+003 EJE 1 K0+008 EJE 2	2
Reglamentaria	SR-56		ACCESOS A CAMINOS PEATONALES	4
Reglamentaria	SR-01		K0+325 EJE 1	1

Tablla 7. Diseño de señalización vertical del tramo vial
Fuente: Elaboración propia.

3.2 DEMARCACIONES VIALES

La señalización horizontal, corresponde a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordillos o sardinele y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos.

Las marcas viales deben hacerse mediante el uso de pinturas en frío o en caliente. Sin embargo, puede utilizarse otro tipo de material, siempre que cumpla con las especificaciones de color y visibilidad; siendo necesario que no presenten condiciones deslizantes, especialmente en los pasos peatonales y en las proximidades a éstos. Para complementar las líneas longitudinales, podrán utilizarse unidades individuales (tachas, estoperoles o pintura termoplástica con pequeños abultamientos – vibraline), que sobresalgan menos de 2,5 cm de la superficie del pavimento y de color blanco o amarillo.

3.2.1 CLASIFICACION

La señalización horizontal se clasifica según su forma:

- ✓ Líneas longitudinales: se emplean para delimitar carriles y calzadas, para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar o de cambio de carril, zonas con prohibición de estacionar, y para delimitar carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.
- ✓ Líneas transversales: se emplean fundamentalmente en intersecciones para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para demarcar senderos destinados al cruce de peatones o de bicicletas.
- ✓ Demarcaciones para cruces: se emplean en las intersecciones de vías o cruces querequieren de una señalización vertical y/o semaforización que establezca la prioridad entre ellos; las señales verticales y/o semáforos, en el caso de vías pavimentadas, deben ser complementadas con demarcaciones que también definan los lugares de cruce.
- ✓ Demarcación de líneas de estacionamiento.
- ✓ Demarcación de paraderos.
- ✓ Símbolos y leyendas: se emplean tanto para guiar y advertir al usuario de las vías como para regular la circulación de vehículos y peatones. Se incluyen en este tipo de demarcación las flechas, símbolos, triángulos CEDA EL PASO y leyendas tales como PARE y DESPACIO, SOLO BUS, entre otras.

La señalización horizontal se clasifica según su altura:

- ✓ Aquéllas de hasta 6 mm de altura.
- ✓ Aquéllas de más de 6 mm y hasta 21 mm de altura para las tachas y 150 mm para los otros delineadores de piso y que son utilizadas para complementar a las primeras. El hecho de que esta demarcación sea elevada aumenta su visibilidad, especialmente al ser iluminada por la luz proveniente de los faros de los vehículos, aún en condiciones de lluvia, situación en la cual, generalmente, la demarcación plana no es eficaz.

3.2.2 DEMARCACIONES PLANAS

3.2.2.1 LINEAS LONGITUDINALES

Las líneas longitudinales se emplean para delimitar carriles y calzadas; para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar o cambiar de carril; zonas con prohibición de estacionar; y para delimitar carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos, por ejemplo, carriles exclusivos de bicicletas, motocicletas o buses.

3.2.2.2 LINEAS CENTRALES

Estas líneas se conocen como líneas centrales porque se encuentran entre dos flujos.
Son de color amarillo cuando separan dos sentidos de tránsito y se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar donde se separan los flujos de circulación opuestas.

Dada la importancia de estas líneas en la seguridad del tránsito, ellas deben encontrarse siempre presentes en toda la vía bidireccional con ancho de calzada de 5.5 m o más. En calzadas con anchos inferiores a 7.3 m se debe marcar el eje central con una solo línea continua amarilla para vías rurales , ancho inferior a 6.5 m para vías urbanas

3.2.2.3 LINEAS DE BORDE DE PAVIMENTO

Estas líneas indican a los conductores, especialmente en condiciones de visibilidad reducida, donde se encuentra el borde exterior del pavimento, lo que les permite posicionarse correctamente respecto de éste y así tener menos probabilidad de invadir un carril en contraflujo.

3.2.2.4 Demarcaciones para cruces tipo cebra

Las demarcaciones de un cruce tipo cebra consisten en una línea de detención por sentido y una sucesión de líneas paralelas de 40 a 50 cm de ancho, separadas entre si 4 a 100 cm y colocadas en posición perpendicular al flujo peatonal en forma cebreada, con una longitud igual al ancho de las aceras entre las que se encuentra situadas, pero en ningún caso menor de 2m.

En la figura 11 se muestra un esquema de un cruce tipo cebra

Figura 3-33 Cruce Cebra

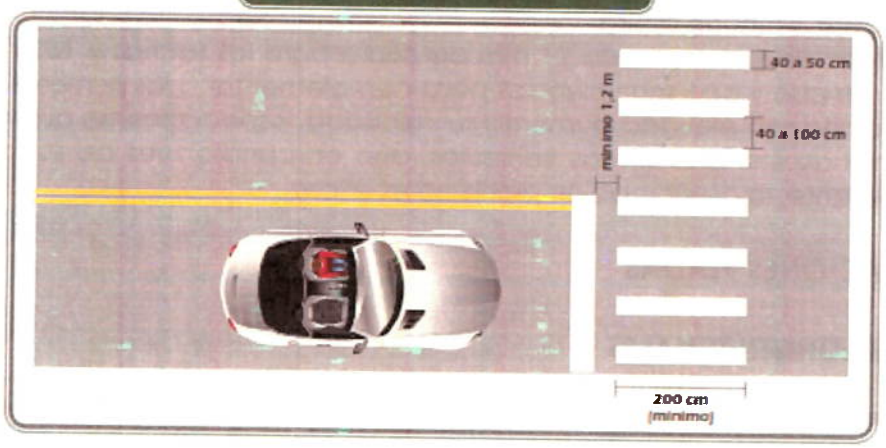


Figura 10- Esquema del cruce tipo cebra.
Fuente: Manual de Señalización Vial (INVIAS, 2021)

3.2.3 DISEÑO DEMARCACIONES VIALES

Se realiza el diseño de las demarcaciones viales en el tramo objeto del estudio, quedando así:

- ✓ Se deben realizar demarcaciones viales tipo cebreado con el fin de permitir el paso de peatones, estas se dispondrán en todo el frente del acceso principal del colegio.
- ✓ Se usan demarcaciones viales tipo PARE con el fin de indicar en las intersecciones la prioridad de paso de vehículos.

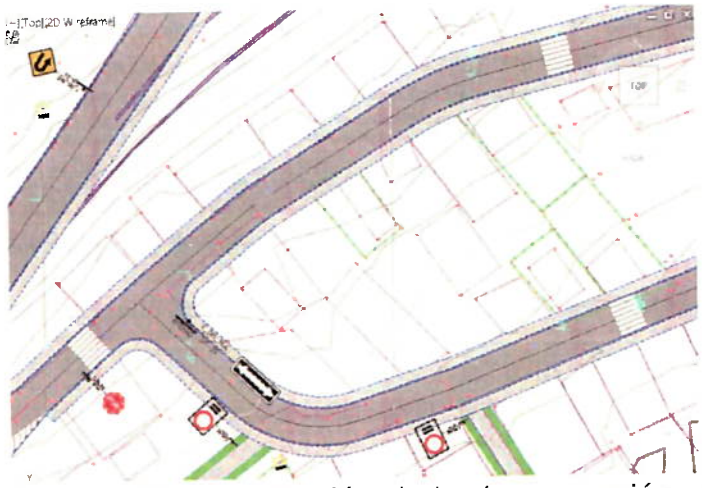


Figura 11.- Representación de la demarcación vial

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

✓ El diseño geométrico se rigió bajo las siguientes características teniendo como principal objetivo adaptarnos a las secciones transversales propuestas en el urbanismo:

PARÁMETRO	UNIDAD	OBSERVACIONES
Velocidad de diseño (Vtr)	km/h	30.0
Ancho de calzada	m	6
Ancho de calzada	m	4.5
Andenes		Ambos lados
Bombeo normal	%	2.0
Peralte máximo	%	4.0
Pendiente máxima	%	21%
Pendiente mínima	%	0.5%
K mínimo curva vertical cóncava		6.0
K mínimo curva vertical convexa		2.0
Longitud mínima de curva vertical		12

- ✓ El diseño geométrico fue basado en las exigencias y recomendaciones dispuestas en el manual de diseño geométrico del INVIAS del año 2008 la Guía para el diseño geométrico de vías urbanas para ciudades intermedias con Sistemas Estratégicos de Transporte Publico. Por Ant , L A (2018) y el POT 2017 PDF-20241128T201305Z-00 MANIZALES, es importante aclar que no hay una normatividad especifica para el diseño de vías urbano, por tanto las anteriores se usa como *guías* y probablemente algunos de los parámetros no se ciñen a lo que estas presenta como norma, es por esto que cualquier modificación debe ser consultado con anterioridad.
- ✓ El diseño geométrico presentado se encuentra en congruencia con las señales recomendadas en el capítulo de señalización, estas tienen incidencia en la seguridad vial y no deben ser modificadas sin previa consulta.
- ✓ Las demarcaciones y señales de tránsito propuestas deberán cumplir con las especificaciones planteadas en el Manual de señalización vial, dispositivos uniformes en la infraestructura vial para a regulacion y la seguridad vial 2024.

ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA ESTUDIO DE INGENIERIA

ALCALDÍA DE MANIZALES

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del barrio San Sebastián, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU.

CONTRATISTA: DAVID VALLEJO OSORIO

C.C. 75.096.478

ATRIA ESTUDIO DE INGENIERIA

ESTUDIO DE TRÁNSITO

AMPLIACIÓN – CONEXIÓN VIA CONTIGUA MEGACOLEGIO SAN SEBASTIAN MANIZALES – CALDAS

DISEÑADOR: DIANA MARCELA LÓPEZ

MANIZALES, DICIEMBRE DE 2024

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del barrio San Sebastián, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU.

VOLUMEN ESTUDIO DE TRÁNSITO

Versión	0	Fecha:	Documento original

ELABORÓ			
NOMBRE	**CARGO**	**TARJETA PROF**	**FIRMA**
Diana Marcela López	Ingeniera civil – Especialista en vías y transportes	17202 - CLD	

APROBÓ
GOBERNACIÓN DE CALDAS

VERSIONES		
N°	**MODIFICACIONES**	**OBSERVACIONES**
V0		Documento Original
V1		
V2		

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 6

2 LOCALIZACIÓN GENERAL 7

3 TRÁNSITO 8

3.1. PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO – ANEXO C REQUERIMIENTOS TÉCNICOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE REHABILITACIÓN Y PAVIMENTACIÓN DEL INVIAS 9

3.1.1 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA 9

3.1.1.1 Tránsito Atraído 9

3.1.1.2 Tránsito Generado 10

3.1.1.3 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES 10

3.1.1.4 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES 11

4 VOLÚMENES DE TRÁNSITO 15

5 CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO 22

5.1. CAPACIDAD VIAL SEGÚN EL MANUAL DEL INVIAS 22

5.2. NIVEL DE SERVICIO SEGÚN EL INVIAS 27

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 31

7 BIBLIOGRAFÍA 34

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.- Aforo vehicular de la vía ambos sentidos. 8
Tabla 2. Distribución del TPDS, estación de conteo. 8
Tabla 3. Valor del TPS 8
Tabla 4. Distribución vehicular y discriminación de camiones, para la estación de conteo. 8
Tabla 5.- Tabla de porcentaje de tránsito generado 10
Tabla 6.- Parámetros para la proyección del tránsito 10
Tabla 7.- Proyección del tránsito para los tramos viales en la vía Villa Jardín. 11
Tabla 8.- Proyección del número de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas para un período de 10 y 20 años 13
Tabla 9.- Proyección del número de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas para un período de 10 y 20 años 13
Tabla 10.- Valor de los autos directos equivalentes (ADES) para la distribución vehicular 15
Tabla 11.- Composición ADES 15 minutos 15
Tabla 12.- Composición ADES horaria 17
Tabla 13.- Resumen del cálculo del factor de hora pico (FHP) 21
Tabla 14.- Resumen del cálculo del factor de hora pico (FHP) 21
Tabla 15.- Factores de corrección a la capacidad por pendiente (F_{pe})* 23
Tabla 16.- Factores de corrección a la capacidad por distribución por sentidos (Fd)* 23
Tabla 17.- Factores de corrección a la capacidad por efecto combinado del ancho de carril y berma (F_{cb})* 23
Tabla 18.- Factores de corrección a la capacidad por la presencia de vehículos pesados en pendientes ascendentes (Fp)* 24
Tabla 19.- Factores de pico horario basado en períodos de cinco minutos suponiendo llegadas de vehículos aleatorias (FPH)* 26
Tabla 20.- Cálculo de la capacidad y niveles de servicio condiciones actuales y proyectadas del tramo 29
Tabla 21.- Parámetros para la proyección del tránsito. 31
Tabla 22.- Valor de los autos directos equivalentes (ADES) para la distribución vehicular 32
Tabla 23.- Resumen del cálculo del factor de hora pico (FHP) 32
Tabla 24.- Información de acuerdo con los tramos de referencia para el análisis de capacidad y niveles de servicio de la vía 32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Gráfico de la distribución diaria del volumen vehicular 20

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.- Localización general del proyecto. 7

1 INTRODUCCIÓN

En la zona donde actualmente queda ubicado el barrio San Sebastián en la ciudad de Manizales, debido al tránsito de la zona, y con el fin de mejorar la movilidad de la zona, se pretende realizar la conexión del anillo vial, razón por la cual se adelantan los estudios correspondientes para llevar a cabo la misma.

A continuación, se presentará el estudio de tránsito donde se realizaron aforos vehiculares entre el 17 y el 23 de diciembre de 2024 obtenidos mediante conteos de personas mediante el diligenciamiento de formatos, a partir de este insumo se realizó la proyección mediante el "ANEXO C REQUERIMIENTOS TÉCNICOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE REHABILITACIÓN Y
PAVIMENTACIÓN DEL INVIAS" para la proyección del tránsito en un período de 10 y 20 años, así como el cálculo de los volúmenes de tránsito y el análisis de capacidad y niveles de servicio para la vía.

2 LOCALIZACIÓN GENERAL

Está ubicada en el centro occidente de Colombia en la región andina, haciendo parte del eje cafetero, sobre la cordillera central de los Andes y cerca del nevado del Ruiz. Tiene una población de 464 027 habitantes (2024) y hace parte del Área metropolitana centro sur de Caldas junto con Neira, Palestina y Villamaría, siendo la región más poblada y competitiva del departamento con un aporte del 68 % de su PIB total y una población total de 570.754 habitantes.

El punto de interés se localiza en el barrio San Sebastián en municipio de Manizales, departamento de Caldas, tal como se presenta en la **Ilustración 1**



Ilustración 1.- Localización general del proyecto.
Fuente: Geoportal alcaldía de Manizales.

3 TRÁNSITO

En la **Tabla 1** se presenta el resumen de los aforos vehiculares realizados mediante las cámaras de video del estadero en la localización geográfica (5° 3'2.78"N, 75°31'25.16"O) como se puede observar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.

Tabla 1.- Aforo vehicular de la vía ambos sentidos.

Fecha	Motos	Autos	Buses	Busetas	C2-P	C2-G	C3 - C4	C5
17-dic	204	79	0	0	9	1	0	0
18-dic	216	96	0	0	10	8	0	0
19-dic	196	75	0	0	23	1	0	0
20-dic	175	72	0	0	9	2	0	0
21-dic	216	68	0	0	4	0	0	0
22-dic	251	68	0	0	9	1	0	0
23-dic	221	40	0	0	14	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

En la **Tabla 2** se presenta la distribución del tránsito promedio diario (TPS) y el tránsito promedio diario semanal (TPDS) según la distribución vehicular discriminando el tipo de camión para los tramos de vía.

Tabla 2. Distribución del TPDS, estación de conteo.

	Motos	Autos	Buses	Busetas	C2-P	C2-G	C3 - C4	C5
TPS	1479	498	0	0	78	13	0	0
TPDS	212	72	0	0	12	2	0	0

Fuente: Elaboración propia

Con esta información se obtuvo un TPDS promedio de 86 vehículos/día, con una distribución por tipo de vehículo que se muestra en la **Tabla 2**.

Tabla 3. Valor del TPS

TPDS TOTAL	**86**

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 4** se presenta el cálculo de los porcentajes de la distribución vehicular donde los valores del TPDS se dividieron entre 8 dado el número de días aforados y con base en esto se revisa que la suma de autos, buses y camiones corresponda al 100% y que la suma por tipo de camión (C2-P, C2-G, C3, C4 y C5).

Tabla 4. Distribución vehicular y discriminación de camiones, para la estación de conteo.

DISTRIBUCIÓN VEHICULAR			DISCRIMINACIÓN CAMIONES	
A	**B**	**C**	**C2-P**	**C2-G**
72	0	14	12	2
83.7%	0.00%	16.3%	14.0%	2.3%

Fuente: Elaboración propia

3.1. PROYECCIÓN DEL TRÁNSITO – ANEXO C REQUERIMIENTOS TÉCNICOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE REHABILITACIÓN Y PAVIMENTACIÓN DEL INVIAS

3.1.1 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

El proyecto vial ""*Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del asentamiento humano Bajo Villa Jardín, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU.*" Es una vía local dentro del municipio de Manizales, Caldas.

Para realizar la proyección año a año se realiza mediante la siguiente expresión:

$$T_f = T_o * (1 + i)^n$$

Ecuación 1.- Proyección del tránsito futuro

En donde:

T_f =	Transito futuro	i =	Tasa de crecimiento.
T_o =	Tránsito del año base	n =	Periodo de proyección.

Para la determinación de la tasa de crecimiento se determinó mediante el manual de bajos volúmenes de tránsito, presentando un escenario de crecimiento medio, por lo tanto, se implementó el 3.0%.

3.1.1.1 Tránsito Atraído

En el presente estudio se tuvo en cuenta: "Al respecto, y al no disponer de información más precisa, se puede aplicar el criterio del Instituto de Ingenieros de Estados Unidos que señala que el tránsito atraído se le asignan porcentajes entre el cinco (5) y el veinticinco por ciento (25%) del tránsito normal, con un período de aparición de uno o dos años después que la carretera ha sido abierta al servicio.". Finalmente, y de acuerdo con las características de la zona se consideró un porcentaje del 5.0% como tránsito atraído del tráfico aforado en conteos vehiculares teniendo en cuenta autos, buses y camiones.

Lo anterior se debe a que el cambio en las preferencias y los comportamientos de los usuarios de la vía generará una disminución en los tiempos de viaje baja, recorridos más cortos, mejoras en la circulación, disminución en los costos de transporte, las zonas atractoras de viaje más allá que los lugares turísticos como fincas turísticas o familiares, sitios recreacionales, restaurantes campestres no generarán una tendencia exponencial dado el importante desarrollo con el que ya cuenta. Por esto se implementa el valor del 5.0% del tránsito atraído.

3.1.1.2 Tránsito Generado

El tránsito generado elegido de acuerdo con las actividades desarrolladas en la zona, implementando un valor de 1.5%.

En la **Tabla 5** se establece un tránsito generado prolongado en el período de diseño de la estructura de pavimentos con un bajo potencial de desarrollo de acuerdo con la vocación del sector donde se encuentra la vía.

Tabla 5.- Tabla de porcentaje de tránsito generado

Clasificación del área del proyecto	Población beneficiada, hab.	Porcentaje de tránsito generado como función del tránsito normal
Área con potencial minero alto	Menos de 5000	3.0
	5000 o más	6.0
Área con potencial agrícola alto	Menos de 5000	2.5
	5000 o más	5.5
Área con potencial turístico alto	Menos de 5000	2.0
	5000 o más	3.5
Area con bajo potencial de desarrollo		1.5

3.1.1.3 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES

Para la determinación del número de ejes sencillos equivalentes teniendo en cuenta el Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con medios y altos volúmenes de tránsito y los demás criterios extraídos de los manuales del INVIAS se implementan los parámetros que se presentan en la **Tabla 6**.

Tabla 6.- Parámetros para la proyección del tránsito.

FACTOR DE DAÑO VEHICULAR (INVIAS, 2008)	BUS	1
	C2P	1.14
	C2-G	3.44
	C3-C4	6.73
	C5	4.4
	>C5	4.72
ANCHO CALZADA		6.0
FACTOR DIRECCIONAL		0.50
FACTOR CARRIL		1.0
TRANSITO ATRAÍDO		5.0%
CRECIMIENTO TENDENCIAL (SOCIO- ECONÓMICO)		1.5%
TASA DE CRECIMIENTO		3.00%
AÑOS DE PROYECCIÓN (Pavimento flexible)		10.0
AÑOS DE PROYECCIÓN (Pavimento rígido)		20.0

Fuente: (INVIAS, 1998)

Con lo anterior, se determina el número de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas para el período de diseño.

En la **Tabla 7**, se presentan las proyecciones de tránsito y se tiene como año base el 2024, escenario futuro de 10 años y 20 años y tasa de crecimiento de 3.00% (ver **Tabla 6**).

Tabla 7.- Proyección del tránsito para los tramos viales en la vía Villa Jardín.

Año	Autos	Buses	C2P	C2G	TPD
2024	72	0	12	2	**86**
2025	74	0	12	2	**88**
2026	76	0	13	2	**91**
2027	79	0	13	2	**94**
2028	81	0	14	2	**97**
2029	83	0	14	2	**99**
2030	86	0	14	2	**102**
2031	89	0	15	2	**106**
2032	91	0	15	3	**109**
2033	94	0	16	3	**113**
2034	97	0	16	3	**116**
2035	100	0	17	3	**120**
2036	103	0	17	3	**123**
2037	106	0	18	3	**127**
2038	109	0	18	3	**130**
2039	112	0	19	3	**134**
2040	116	0	19	3	**138**
2041	119	0	20	3	**142**
2042	123	0	20	3	**146**
2043	124	0	21	4	**151**
2044	130	0	22	4	**156**

Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior, se realizó la proyección del TPD con base en la **Ecuación 1**, con el crecimiento tendencial de la tasa de crecimiento se realizó la estimación de la proyección.

3.1.1.4 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES

Para determinar el número de solicitaciones esperadas del eje sencillo equivalente a 8.2 Toneladas, que se presenta en el carril de diseño durante el período de diseño, y tomando como año base el 2024 y el periodo de análisis (10 y 20 años), se obtiene el tránsito de diseño teniendo en cuenta los factores de la tasa de crecimiento,

factor direccional y factor carril como se establecen los parámetros para la proyección y la aplicación de la **Ecuación 2.**

$$W_{18} = 365 * TPDS * \%V_C * Fcg * FD * Fca * \frac{(1+r)^n - 1}{Ln(1+r)}$$

Ecuación 2.- Proyección del NESE.

$$N = Nivel\ de\ confianza * W_{18}$$

Ecuación 3.- NESE.

$$N_{dis8.2Ton} = N + (N * Ta) + (N * Tg)$$

Ecuación 4.- Mayoración con el tránsito generado y atraído.

Donde,

N 8.2 Ton	Número acumulado de ejes equivalentes.	**Fp**	Factor de Proyección.
TPDS	Tránsito promedio diario semanal.	**r**	Tasa anual de crecimiento del tránsito.
%Vc	Porcentaje de vehiculos comerciales (%B y %C).	**n**	Período de diseño, años.
Fcg	Factor camión global.	**Nc**	Nivel de confianza.
Fd	Factor de distribución por sentido	**Ta**	Tránsito atraído.
Fca	Factor de distribución por carril de diseño.	**Tg**	Tránsito Generado.

Con lo anterior, Se presenta la proyección del número de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas para el periodo de diseño (10 y 20 años) para vía con el crecimiento tendencial de la tasa de crecimiento.

Se presenta el tránsito proyectado para el período de diseño incluyendo el tránsito atraído el primer año de operación de la vía según lo expuesto en el numeral 3.1.1.1 donde se presenta las condiciones actuales del tramo y las condiciones para la implementación.

El análisis socioeconómico presentado para el proyecto se tomó como crecimiento tendencial dado la evaluación realizada con la base de datos del departamento nacional de planeación. Dado que se tienen valores estadísticos más consolidados para la tasa de crecimiento se implementa esta tabla para el análisis y estos valores para la proyección del tránsito en el período de diseño.

Se presenta la proyección del tránsito con el crecimiento tendencial de la tasa de crecimiento 3.00% para el periodo de proyección en la **Tabla 8.**

Tabla 8.- Proyección del número de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas para un período de 10 y 20 años.

AÑO	Autos	Buses	EJES EQUIV.	C2-P	EJES EQUIV.	C2-G	EJES EQUIV.
2024	26,280	0,000	0,000	4,994	2,497	2,512	1,256
2025	27,069	0,000	0,000	5,144	2,572	2,588	1,294
2026	27,881	0,000	0,000	5,299	2,650	2,665	1,333
2027	28,717	0,000	0,000	5,458	2,729	2,745	1,373
2028	29,579	0,000	0,000	5,621	2,811	2,828	1,414
2029	30,466	0,000	0,000	5,790	2,895	2,913	1,457
2030	31,380	0,000	0,000	5,964	2,982	3,000	1,500
2031	32,322	0,000	0,000	6,142	3,071	3,090	1,545
2032	33,291	0,000	0,000	6,327	3,164	3,183	1,592
2033	34,290	0,000	0,000	6,517	3,259	3,278	1,639
2034	35,319	0,000	0,000	6,712	3,357	3,376	1,688
2035	36,378	0,000	0,000	6,913	3,457	3,478	1,739
2036	37,469	0,000	0,000	7,121	3,561	3,582	1,791
2037	38,594	0,000	0,000	7,334	3,667	3,689	1,845
2038	39,751	0,000	0,000	7,554	3,777	3,800	1,900
2039	40,944	0,000	0,000	7,781	3,891	3,914	1,957
2040	42,172	0,000	0,000	8,014	4,007	4,032	2,016
2041	43,437	0,000	0,000	8,255	4,127	4,152	2,076
2042	44,740	0,000	0,000	8,502	4,251	4,277	2,139
2043	46,083	0,000	0,000	8,758	4,379	4,405	2,203
2044	47,465	0,000	0,000	9,020	4,510	4,537	2,269
		Σ	0,000	Σ	31,986	Σ	16,091
		Σ	0,000	Σ	71,614	Σ	36,026
TOTAL EJES SENCILLOS EQUIVALENTES (8.2 TON) 10 AÑOS							48,077
TOTAL EJES SENCILLOS EQUIVALENTES (8.2 TON) 20 AÑOS							107,640
TOTAL EJES SENCILLOS EQUIVALENTES (8.2 TON) 20 AÑOS (Pavimento rígido)							160,599

Fuente: Elaboración propia.

En la **Tabla 9**, se presenta la proyección del tránsito para el período de diseño (10 años) considerando el tránsito atraido del 5.0% y el tendencial generado por el turismo de 1.5%.

Tabla 9.- Proyección del número de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas para un período de 10 y 20 años.

AÑO	Autos	Buses	EJES EQUIV.	C2-P	EJES EQUIV.	C2-G	EJES EQUIV.
2024	26,280	0,000	0,000	4,994	2,497	2,512	1,256
2025	28,422	0,000	0,000	5,401	2,701	2,717	1,359
2026	29,693	0,000	0,000	5,643	2,822	2,838	1,420
2027	30,584	0,000	0,000	5,813	2,906	2,923	1,462
2028	31,502	0,000	0,000	5,986	2,994	3,012	1,506
2029	32,446	0,000	0,000	6,166	3,083	3,102	1,552
2030	33,420	0,000	0,000	6,352	3,176	3,195	1,598
2031	34,423	0,000	0,000	6,541	3,271	3,291	1,645
2032	35,455	0,000	0,000	6,738	3,370	3,390	1,695

AÑO	Autos	Buses	EJES EQUIV.	C2-P	EJES EQUIV.	C2-G	EJES EQUIV.
2033	36,519	0,000	0,000	6,941	3,471	3,491	1,746
2034	37,615	0,000	0,000	7,148	3,574	3,595	1,798
2035	38,743	0,000	0,000	7,362	3,682	3,701	1,852
2036	39,904	0,000	0,000	7,584	3,792	3,815	1,907
2037	41,103	0,000	0,000	7,811	3,905	3,929	1,965
2038	42,335	0,000	0,000	8,045	4,023	4,047	2,024
2039	43,605	0,000	0,000	8,287	4,144	4,168	2,084
2040	44,913	0,000	0,000	8,535	4,267	4,294	2,147
2041	46,260	0,000	0,000	8,792	4,396	4,422	2,211
2042	47,648	0,000	0,000	9,055	4,527	4,555	2,278
2043	49,078	0,000	0,000	9,327	4,664	4,691	2,346
2044	50,550	0,000	0,000	9,606	4,803	4,832	2,416
		Σ	0,000	Σ	33,864	Σ	14,421
		Σ	0,000	Σ	76,068	Σ	38,267

TOTAL EJES SENCILLOS EQUIVALENTES (8.2 TON) 10 AÑOS	48,285
TOTAL EJES SENCILLOS EQUIVALENTES (8.2 TON) 20 AÑOS	114,335
TOTAL EJES SENCILLOS EQUIVALENTES (8.2 TON) 20 AÑOS (Pavimento rígido)	170,587

Con lo anterior, se presenta el número de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas para un período de diseño de 10 años para el diseño de pavimento flexible de tipo asfáltico y a 20 años para el diseño de pavimento en concreto rígido el cual luego de presentar el cálculo se mayoró por el coeficiente 1.492 de acuerdo con la recomendación de la guía AASHTO93.

4 VOLÚMENES DE TRÁNSITO

Los volúmenes vehiculares se establecieron de acuerdo con la siguiente metodología.

En la **Tabla 10** se presenta el factor aplicado para obtener los autos directos equivalentes para cada uno de los días aforados entre el 17 y el 23 de diciembre de 2024 con la cámara de video disponible.

Tabla 10.- Valor de los autos directos equivalentes (ADES) para la distribución vehicular.

				CAMION			
ADES	MOTO	AUTO	BUS	C2P	C2G	C3 - C4	>= C5
	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

Fuente: Elaboración propia.

En la **Tabla 11** se presenta la composición ADES para el período de aforo de 15 minutos.

Tabla 11.- Composición ADES 15 minutos.

Hora inicio	Hora fin	martes, 17 de diciembre de 2024	miércoles, 18 de diciembre de 2024	jueves, 19 de diciembre de 2024	viernes, 20 de diciembre de 2024	sábado, 21 de diciembre de 2024	domingo, 22 de diciembre de 2024	lunes, 23 de diciembre de 2024	TOTAL
0:00	0:15	1	1	0	1	0	0	0	3
0:15	0:30	0	0	0	0	0	0	0	0
0:30	0:45	1	0	1	0	0	0	0	2
0:45	1:00	0	2	0	1	0	0	0	3
1:00	1:15	0	0	1	0	0	0	0	1
1:15	1:30	0	0	0	0	0	0	1	1
1:30	1:45	0	0	0	1	0	0	3	4
1:45	2:00	0	2	1	0	1	1	0	5
2:00	2:15	0	0	0	2	0	0	0	2
2:15	2:30	0	0	0	0	3	0	0	3
2:30	2:45	0	0	0	0	1	2	2	5
2:45	3:00	0	0	2	0	0	0	0	2
3:00	3:15	0	0	0	2	2	0	0	4
3:15	3:30	0	0	0	0	1	0	1	2
3:30	3:45	2	0	1	0	0	0	0	3
3:45	4:00	0	2	0	0	0	1	0	3
4:00	4:15	0	0	0	0	0	0	0	0
4:15	4:30	1	0	1	0	1	0	2	5
4:30	4:45	0	0	0	0	0	0	0	0
4:45	5:00	1	0	1	0	3	0	0	5
5:00	5:15	0	0	1	2	2	0	1	6
5:15	5:30	0	3	5	4	3	4	7	26

Hora inicio	Hora fin	martes, 17 de diciembre de 2024	miércoles, 18 de diciembre de 2024	jueves, 19 de diciembre de 2024	viernes, 20 de diciembre de 2024	sábado, 21 de diciembre de 2024	domingo, 22 de diciembre de 2024	lunes, 23 de diciembre de 2024	TOTAL
5:30	5:45	0	1	1	1	2	4	2	11
5:45	6:00	5	6	6	3	6	7	2	35
6:00	6:15	8	0	2	6	7	6	5	34
6:15	6:30	11	4	10	5	9	7	9	60
6:30	6:45	3	13	4	3	5	6	4	38
6:45	7:00	6	5	7	5	2	7	12	44
7:00	7:15	2	10	2	3	2	6	3	28
7:15	7:30	7	6	0	3	3	5	2	26
7:30	7:45	3	7	7	11	2	5	6	41
7:45	8:00	5	3	1	1	2	7	7	26
8:00	8:15	2	3	1	1	4	5	2	18
8:15	8:30	4	4	1	0	4	1	4	18
8:30	8:45	4	0	1	4	3	8	2	22
8:45	9:00	5	5	4	2	3	3	3	25
9:00	9:15	1	4	5	3	3	3	3	22
9:15	9:30	5	2	8	4	6	2	3	30
9:30	9:45	3	1	7	1	3	6	3	24
9:45	10:00	0	9	10	12	4	0	7	42
10:00	10:15	5	3	3	6	0	5	6	28
10:15	10:30	3	6	7	2	5	1	3	27
10:30	10:45	6	4	5	6	3	5	2	31
10:45	11:00	7	4	1	2	2	3	4	23
11:00	11:15	8	1	4	0	5	8	4	30
11:15	11:30	5	4	2	4	0	8	1	24
11:30	11:45	2	8	0	0	3	8	8	29
11:45	12:00	7	1	5	8	6	3	1	31
12:00	12:15	7	2	3	4	7	3	5	31
12:15	12:30	7	7	7	8	7	11	3	50
12:30	12:45	6	9	6	6	5	8	9	49
12:45	13:00	1	15	10	6	6	2	7	47
13:00	13:15	2	8	3	4	2	11	3	33
13:15	13:30	2	9	8	3	5	2	5	34
13:30	13:45	7	2	11	12	5	7	9	53
13:45	14:00	6	5	8	11	4	9	1	44
14:00	14:15	9	3	3	4	2	5	4	30
14.15	14:30	4	5	6	11	2	2	2	32
14:30	14:45	2	8	10	2	4	2	6	34
14:45	15:00	4	5	7	0	4	5	5	30
15:00	15:15	6	3	5	4	2	5	4	29
15:15	15:30	3	0	4	3	4	10	1	25
15:30	15:45	8	2	7	4	5	3	6	35
15:45	16:00	4	4	2	10	2	5	6	33

Hora inicio	Hora fin	martes, 17 de diciembre de 2024	miércoles, 18 de diciembre de 2024	jueves, 19 de diciembre de 2024	viernes, 20 de diciembre de 2024	sábado, 21 de diciembre de 2024	domingo 22 de diciembre de 2024	lunes, 23 de diciembre de 2024	TOTAL
16:00	16:15	3	7	4	1	4	2	1	22
16:15	16:30	1	1	10	3	4	6	6	31
16:30	16:45	6	7	3	3	4	3	3	29
16:45	17:00	9	4	6	3	5	9	4	40
17:00	17:15	2	3	12	1	3	9	4	34
17:15	17:30	6	4	6	2	3	3	4	28
17:30	17:45	6	7	4	1	3	9	3	33
17:45	18:00	6	10	5	2	3	3	5	34
18:00	18:15	2	19	7	4	6	6	6	50
18:15	18:30	7	8	6	5	6	10	8	50
18:30	18:45	8	8	6	7	5	4	12	50
18:45	19:00	7	8	5	12	12	13	8	65
19:00	19:15	13	7	2	4	7	1	7	41
19:15	19:30	3	17	5	3	11	12	6	57
19:30	19:45	5	6	5	2	3	1	1	23
19:45	20:00	2	1	2	3	9	3	2	22
20:00	20:15	4	4	5	4	5	0	3	25
20:15	20:30	3	3	1	3	5	6	1	22
20:30	20:45	2	5	3	2	5	3	3	23
20:45	21:00	3	3	6	2	2	2	2	20
21:00	21:15	2	3	1	3	4	6	1	20
21:15	21:30	2	2	1	0	3	4	3	15
21:30	21:45	1	4	5	1	0	2	1	14
21:45	22:00	5	3	0	1	2	1	2	14
22:00	22:15	1	1	1	1	0	3	1	8
22:15	22:30	1	1	2	1	0	0	2	7
22:30	22:45	0	1	1	0	3	0	1	6
22:45	23:00	0	4	2	3	1	0	0	10
23:00	23:15	0	1	3	0	0	0	1	5
23:15	23:30	1	3	1	2	1	0	0	8
23:30	23:45	0	0	0	0	0	0	1	1
23:45	0:00	1	0	0	0	0	1	0	2
	TD	313	366	343	280	296	349	303	2250

Fuente: Elaboración propia.

En la **Tabla 12** se presenta la composición horaria de los autos directos equivalentes.

Tabla 12.- Composición ADES horaria.

Hora inicio	Hora fin	martes, 17 de diciembre de 2024	miércoles, 18 de diciembre de 2024	jueves, 19 de diciembre de 2024	viernes, 20 de diciembre de 2024	sábado, 21 de diciembre de 2024	domingo, 22 de diciembre de 2024	lunes, 23 de diciembre de 2024	TOTAL
0:00	1:00	2	3	1	2	0	0	0	8
0:15	1:15	1	2	2	1	0	0	0	6
0:30	1:30	1	2	2	1	0	0	1	7
0:45	1:45	0	2	1	2	0	0	4	9
1:00	2:00	0	2	2	1	1	1	4	11
1:15	2:15	0	2	1	3	1	1	4	12
1:30	2:30	0	2	1	3	4	1	3	14
1:45	2:45	0	2	1	2	5	3	2	15
2:00	3:00	0	0	2	2	4	2	2	12
2:15	3:15	0	0	2	2	6	2	2	14
2:30	3:30	0	0	2	2	4	2	3	13
2:45	3:45	2	0	3	2	3	0	1	11
3:00	4:00	2	2	1	2	3	1	1	12
3:15	4:15	2	2	1	0	1	1	1	8
3:30	4:30	3	2	2	0	1	1	2	11
3:45	4:45	1	2	1	0	1	1	2	8
4:00	5:00	2	0	2	0	4	0	2	10
4:15	5:15	2	0	3	2	6	0	3	16
4:30	5:30	1	3	7	6	8	4	8	37
4:45	5:45	1	4	8	7	10	8	10	48
5:00	6:00	5	10	13	10	13	15	12	78
5:15	6:15	13	10	14	14	18	21	16	106
5:30	6:30	24	11	24	15	24	24	18	140
5:45	6:45	27	23	27	17	27	26	20	167
6:00	7:00	28	22	28	19	23	26	30	176
6:15	7:15	22	32	28	16	18	26	28	170
6:30	7:30	18	34	13	14	12	24	21	136
6:45	7:45	18	28	16	22	9	23	23	139
7:00	8:00	17	26	10	18	9	23	18	121
7:15	8:15	17	19	9	16	11	22	17	111
7:30	8:30	14	17	10	13	12	18	19	103
7:45	8:45	15	10	4	6	13	21	15	84
8:00	9:00	15	12	7	7	14	17	11	83
8:15	9:15	14	13	11	9	13	15	12	87
8:30	9:30	15	11	18	13	15	16	11	99
8:45	9:45	14	12	24	10	15	14	12	101
9:00	10:00	9	16	30	20	16	11	16	118
9:15	10:15	13	15	28	23	13	13	19	124
9:30	10:30	11	19	27	21	12	12	19	121
9:45	10:45	14	22	25	26	12	11	18	128
10:00	11:00	21	17	16	16	10	14	15	109
10:15	11:15	24	15	17	10	15	17	13	111

Hora inicio	Hora fin	martes, 17 de diciembre de 2024	miércoles, 18 de diciembre de 2024	jueves, 19 de diciembre de 2024	viernes, 20 de diciembre de 2024	sábado, 21 de diciembre de 2024	domingo, 22 de diciembre de 2024	lunes, 23 de diciembre de 2024	TOTAL
10:30	11:30	25	13	12	12	10	24	11	108
10:45	11:45	22	17	7	6	10	27	17	106
11:00	12:00	22	14	11	12	14	27	14	114
11:15	12:15	21	15	10	16	16	22	15	115
11:30	12:30	23	18	15	20	23	25	17	141
11:45	12:45	21	19	21	26	25	25	18	161
12:00	13:00	21	33	26	24	25	24	24	177
12:15	13:15	16	39	26	24	20	32	22	179
12:30	13:30	11	41	27	19	18	23	24	163
12:45	13:45	12	34	32	25	18	22	24	167
13:00	14:00	17	24	30	30	16	29	18	164
13:15	14:15	24	19	30	30	16	23	19	161
13:30	14:30	25	15	28	38	13	23	16	159
13:45	14:45	21	21	27	28	12	18	13	140
14:00	15:00	19	21	26	17	12	14	17	126
14:15	15:15	16	21	28	17	12	14	17	125
14:30	15:30	15	16	26	9	14	22	16	118
14:45	15:45	21	10	23	11	15	23	16	119
15:00	16:00	21	9	18	21	13	23	17	122
15:15	16:15	19	13	17	18	15	20	14	115
15:30	16:30	16	14	23	18	15	16	19	121
15:45	16:45	14	19	19	17	14	16	16	115
16:00	17:00	19	19	23	10	17	20	14	122
16:15	17:15	18	15	31	10	16	27	17	134
16:30	17:30	23	18	27	9	15	24	15	131
16:45	17:45	23	18	28	7	14	30	15	135
17:00	18:00	20	24	27	6	12	24	16	129
17:15	18:15	20	40	22	9	15	21	18	145
17:30	18:30	21	44	22	12	18	28	22	167
17:45	18:45	23	45	21	18	20	23	31	184
18:00	19:00	24	43	24	28	29	33	34	215
18:15	19:15	35	31	19	28	30	28	35	206
18:30	19:30	31	40	18	26	35	30	33	213
18:45	19:45	28	38	17	21	33	27	22	186
19:00	20:00	23	31	14	12	30	17	16	143
19:15	20:15	14	28	17	12	28	16	12	127
19:30	20:30	14	14	13	12	22	10	7	92
19:45	20:45	11	13	11	12	24	12	9	92
20:00	21:00	12	15	15	11	17	11	9	90
20:15	21:15	10	14	11	10	16	17	7	85
20:30	21:30	9	13	11	7	14	15	9	78
20:45	21:45	8	12	13	6	9	14	7	69

Hora inicio	Hora fin	martes, 17 de diciembre de 2024	miércoles, 18 de diciembre de 2024	jueves, 19 de diciembre de 2024	viernes, 20 de diciembre de 2024	sábado, 21 de diciembre de 2024	domingo, 22 de diciembre de 2024	lunes, 23 de diciembre de 2024	TOTAL
21:00	22:00	10	12	7	7	9	13	7	63
21:15	22:15	9	10	7	3	5	10	7	51
21:30	22:30	8	9	8	4	2	6	6	43
21:45	22:45	7	6	4	3	5	4	6	35
22:00	23:00	2	7	6	5	4	3	4	31
22:15	23:15	1	7	8		4	0	4	28
22:30	23:30	1	9	7	5	5	0	2	29
22:45	23:45	1	8	6	5	2	0	2	24
23:00	0:00	2	4	4	4	1	1	2	16
VHMD		35	45	32	38	35	33	35	35
qmax		13	19	11	12	12	13	12	13
FHP		0.67	0.59	0.73	0.79	0.73	0.63	0.73	0.67

Fuente: Elaboración propia.

En la **Figura 1** se presenta el gráfico de los volúmenes horarios del 17 al 23 de diciembre de 2024

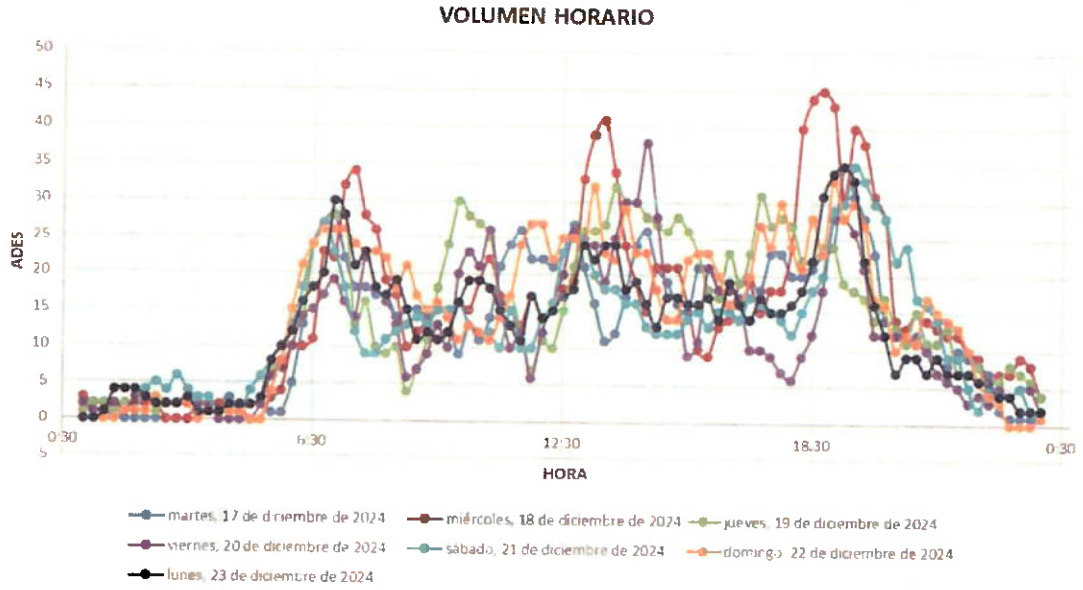


Figura 1.- Gráfico de la distribución diaria del volumen vehicular.
Fuente: Elaboración propia.

Se establece el valor horario de máxima demanda (VHMD) para el miércoles 18 de diciembre de 2024 en el horario de 5:30 p.m a 6:30 pm con un valor de 45 vehículos / hora como el período de tiempo que tiene el mayor flujo vehicular en el día, se establece posteriormente el $q_{máx}$ o el intervalo de 15 minutos dentro de la hora en el cual pasa la mayor cantidad de vehículos y finalmente, el N correspondiente al número de períodos de 15 minutos dentro de la hora y se establecen el valor del factor de hora pico (FHP) implementando la **Ecuación 5**.

$$FHP = \frac{VHMD}{N * q_{máx}}$$

Ecuación 5.- Ecuación del factor de hora pico (FHP)

En la **Tabla 13**, se presenta el resumen del cálculo del factor de hora pico (FHP) de acuerdo con los parámetros obtenidos en los aforos vehiculares.

Tabla 13.- Resumen del cálculo del factor de hora pico (FHP).

	martes, 17 de diciembre de 2024	miércoles, 18 de diciembre de 2024	jueves, 19 de diciembre de 2024	viernes, 20 de diciembre de 2024	sábado, 21 de diciembre de 2024	domingo, 22 de diciembre de 2024	lunes, 23 de diciembre de 2024
VHMD	35	45	32	38	35	33	35
qmax	13	19	11	12	12	13	12
FHP	0.67	0.59	0.73	0.79	0.73	0.63	0.73

Fuente: Elaboración propia.

El factor de hora pico indica la forma como están distribuidos los flujos máximos dentro de la hora. Su mayor valor es la unidad (1.00), lo cual indicaría una distribución uniforme del tránsito dentro de dicha hora, los valores que son bastante menores a la unidad indican una alta concentración del volumen de tránsito en un período corto dentro de la hora, los rangos se presentan en la **Tabla 14**.

Tabla 14.- Resumen del cálculo del factor de hora pico (FHP).

Rango inferior	FHP	Rango superior	Descripción
0.00	< FHP <	0.70	Heterogéneo
0.70	≤ FHP <	0.80	Relativamente heterogéneo
0.80	≤ FHP <	0.90	Relativamente homogéneo
0.90	≤ FHP <	1.00	homogéneo

Fuente: (Cal y Mayor, 1972)

Se puede observar tomando de la **Tabla 13** los valores del FHP que el flujo es variable y depende mucho del día de la semana lo que implica que en estos periodos de tiempo el tránsito de los vehículos por la vía tiene una frecuencia heterogénea lo que implica que el tránsito se comporta de manera aleatoria sin seguir algún patrón o continuidad en la transitabilidad de los vehículos.

5 CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO

Se presenta el cálculo del "Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para carreteras de dos carriles" del Instituto Nacional de Vías de Colombia (INVIAS).

5.1. CAPACIDAD VIAL SEGÚN EL MANUAL DEL INVIAS

Para determinar la capacidad de una vía, se parte de una capacidad ideal de la misma (3200 automóviles por hora en ambos sentidos), la cual se ve reducida al ser multiplicada por varios factores de corrección que representan la medida aproximada en que la vía real se aleja de las condiciones ideales. El producto de multiplicar la capacidad ideal de la vía por los diferentes factores de corrección representa la capacidad para las condiciones específicas de la vía en vehículos de todas las clases por hora.

Ci = 3200 automóviles/hora/ambos sentidos

$$C60 = 3200 * F_{pe} * F_d * F_{cb} * F_p$$

Donde:

C60 = Capacidad en vehículos mixtos por hora sin considerar variaciones aleatorias
F_{pe} = Factor de corrección a la capacidad por pendiente
F_d = Factor de corrección a la capacidad por distribución por sentidos
F_{cb} = Factor de corrección a la capacidad por efecto combinado del ancho de carril y berma
F_p = Factor de corrección a la capacidad por la presencia de vehículos pesados en pendientes ascendentes

Debido a que las condiciones de demanda no son uniformes, sino que existen variaciones aleatorias que generan situaciones indeseables en el flujo vehicular, se ha optado por reducir la capacidad mediante un factor de hora pico (FHP) que considera dichas variaciones aleatorias en un periodo de cinco minutos, de modo que se tiene:

$$C_5 = C_{60} * FHP$$

Donde:

C5 = Capacidad en vehículos mixtos por hora considerando variaciones aleatorias.

A continuación, se relacionan las tablas correspondientes a los diferentes factores de corrección.

Tabla 15.- Factores de corrección a la capacidad por pendiente (F_{pe})*

PEND.	LONGITUD DE LA PENDIENTE (km)											
ASC.%	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
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	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
2	0.99	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
3	0.98	0.97	0.96	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
4	0.98	0.96	0.95	0.94	0.94	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
5	0.98	0.95	0.94	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.91	0.91	0.91	0.91
6	0.97	0.95	0.92	0.91	0.91	0.90	0.90	0.90	0.89	0.89	0.89	0.89
7	0.96	0.93	0.91	0.89	0.89	0.87	0.87	0.87	0.86	0.86	0.86	0.86
8	0.96	0.92	0.89	0.87	0.86	0.85	0.84	0.84	0.84	0.84	0.83	0.84
9	0.94	0.89	0.85	0.83	0.82	0.81	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
10	0.92	0.85	0.81	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75	0.75	0.74	0.74	0.74
11	0.90	0.81	0.76	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69	0.69	0.68	0.68	0.68
12	0.87	0.76	0.71	0.68	0.67	0.64	0.64	0.63	0.63	0.61	0.61	0.61

*Inferidos de datos de campo colombianos

Tabla 16.- Factores de corrección a la capacidad por distribución por sentidos (Fd)*

DISTRIBUCIÓN POR SENTIDOS A/D	PORCENTAJE DE ZONAS DE NO REBASE					
	0	20	40	60	80	100
50/50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
60/40	0.90	0.89	0.87	0.86	0.85	0.83
70/30	0.82	0.80	0.78	0.76	0.74	0.71
80/20	0.75	0.72	0.70	0.67	0.65	0.63
90/10	0.69	0.66	0.64	0.61	0.58	0.56
100/100	0.64	0.61	0.58	0.56	0.53	0.50

* Tomados de un trabajo de grado de Arciniegas y Sepúlveda.

Tabla 17.- Factores de corrección a la capacidad por efecto combinado del ancho de carril y berma (F_{cb})*

ANCHO UTILIZABLE DE LA BERMA EN METROS	ANCHO DE CARRIL (m)				
	3.65	3.50	3.30	3.00	2.70
1.80	1.00	0.99	0.98	0.96	0.92
1.50	0.99	0.99	0.98	0.95	0.91
1.20	0.99	0.98	0.97	0.95	0.91
1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	0.90
0.50	0.98	0.97	0.96	0.93	0.89
0.00	0.97	0.96	0.95	0.92	0.88

* Tomados del HCM2 y transformados en factores de capacidad

Tabla 18.- Factores de corrección a la capacidad por la presencia de vehículos pesados en pendientes ascendentes (Fp)*

PENDIENTE ASCENDENTE EN POR CIENTO	LONGITUD DE LA PENDIENTE (km)	PORCENTAJE DE VEHICULOS PESADOS					
		10	20	30	40	50	60
0	TODAS	0.95	0.90	0.87	0.84	0.81	**0.7**
	0.5	0.95	0.90	0.87	0.84	0.81	**0.78**
	1.0	0.94	0.89	0.86	0.83	0.80	**0.77**
	1.5	0.93	0.88	0.85	0.82	0.80	**0.77**
1	2.0	0.92	0.87	0.85	0.82	0.79	**0.76**
	3.0	0.91	0.87	0.84	0.82	0.79	**0.76**
	4.0	0.91	0.87	0.84	0.81	0.78	**0.75**
	≥5.0	0.90	0.87	0.83	0.81	0.78	**0.75**
	0.5	0.94	0.90	0.85	0.83	0.80	**0.77**
	1.0	0.93	0.88	0.85	0.82	0.79	**0.7**
	1.5	0.92	0.88	0.84	0.81	0.79	**0.76**
2	2.0	0.90	0.86	0.83	0.80	0.78	**0.7**
	3.0	0.88	0.85	0.82	0.79	0.7	**0.73**
	4.0	0.87	0.84	0.81	0.78	0.75	**0.7**
	≥5.0	0.86	0.83	0.80	0.77	0.74	**0.72**
	0,5	0.94	0.89	0.84	0.81	0.78	**0.75**
	1.0	0.92	0.87	0.83	0.80	0.77	**0.75**
	1.5	0.89	0.85	0.81	0.78	0.75	**0.73**
3	2.0	0.87	0.83	0.80	0.77	0.74	**0.71**
	3.0	0.86	0.82	0.79	0.76	0.73	**0.70**
	4.0	0.35	0.81	0.78	0.75	0.72	**0.70**
	≥5.0	**0.84**	**0.80**	**0.78**	**0.75**	**0.7**	**0.69**

PENDIENTE ASCENDENTE EN POR CIENTO	LONGITUD DE LA PENDIENTE (km)	PORCENTAJE DE VEHICULOS PESADOS					
		10	20	30	40	50	60
	0.5	0.93	0.88	0.83	0.80	0.76	**0.74**
	1.0	0.89	0.83	0.80	0.77	0.74	**0.71**
	1.5	0.84	0.81	0.77	0.74	0.72	**0.69**
4	2.0	0.83	0.79	0.76	0.73	0.70	**0.68**
	3.0	0.82	0.78	0.75	0.71	0.68	**0.66**
	4.0	0.81	0.77	0.74	0.71	0.68	**0.65**
	≥5.0	0.80	0.77	0.73	0.70	0.67	**0.64**

PENDIENTE ASCENDENTE EN POR CIENTO	LONGITUD DE LA PENDIENTE (km)	PORCENTAJE DE VEHICULOS PESADOS					
		10	20	30	40	50	60
5	0.5	0.92	0.86	0.82	0.78	0.75	**0.73**
	1.0	0.85	0.80	0.77	0.74	0.71	**0.69**
	1.5	0.82	0.78	0.75	0.71	0.69	**0.65**
	2.0	0.80	0.77	0.73	0.70	0.67	**0.63**
	3 0	0.79	0.75	0.72	0.69	0.66	**0.63**
	4.0	0.78	0.74	0.71	0.68	0.65	**0.62**
	≥5.0	0.77	0,74	0.70	0.67	0.64	**0.62**
6	0.5	0.90	0.84	0.79	0.76	0.73	**0.70**
	1.0	0.81	0.77	0.73	0.70	0.67	**0.65**
	1.5	0.79	0.75	0.71	0.68	0.65	**0.63**
	2.0	0.77	0.74	0.70	0.67	0.64	**0.62**
	3.0	0.76	0.72	0.69	0.66	0.63	**0.61**
	4.0	0.75	0.72	0.68	0.65	0.63	**0.60**
	≥5.0	0.75	0.71	0.67	0.64	0.62	**0.59**
7	0.5	0.89	0.82	0.78	0.74	0.71	**0.68**
	1.0	0.78	0.74	0.71	0.67	0.64	**0.61**
	1.5	0.76	0.72	0.68	0.65	0.62	**0.59**
	2.0	0.74	0.70	0.67	0.63	0.60	**0.57**
	3.0	0.72	0.68	0.67	0.61	0.58	**0.56**
	4.0	0.71	0.67	0.64	0.60	0.57	**0.55**
	≥5.0	0.71	0.67	0.63	0.60	0.57	**0.54**
8	0.5	0.87	0.81	0.76	0.73	0.70	**0.67**
	1.0	0.76	0.72	0.68	0.65	0.62	**0.59**
	1.5	0.73	0.69	0.65	0.62	0.59	**0.56**
	2.0	0.71	0.67	0.63	0.60	0.57	**0.53**
	3.0	0.69	0.65	0.61	0.58	0.55	**0.53**
	4.0	0.68	0.64	0.60	0.57	0.54	**0.52**
	≥5.0	0.67	0.63	0.60	0.56	0.53	**0.51**
9	0.5	0.86	0.79	0.74	0.71	0.68	**0.65**
	1.0	0.74	0.70	0.67	0.64	0.60	**0.58**
	1.5	0.71	0.67	0.64	0.60	0.57	**0.55**
	2.0	0.70	0.66	0.62	0.59	0.56	**0.53**
	3.0	0.68	0.64	0.60	0.57	0.54	**0.51**
	4.0	0.67	0.63	0.59	0.56	0.53	**0.50**
	≥5.0	**0.66**	**0.62**	**0.58**	**0.55**	**0.52**	**0.50**

PENDIENTE ASCENDENTE EN POR CIENTO	LONGITUD DE LA PENDIENTE (km)	PORCENTAJE DE VEHICULOS PESADOS					
		10	20	30	40	50	60
10	0.5	0.83	0.76	0.72	0.68	0.65	**0.59**
	1.0	0.70	0.66	0.62	0.59	0.56	**0.52**
	1.5	0.68	0.64	0.61	0.58	0.55	**0.50**
	2.0	0.66	0.62	0.58	0.55	0.52	**0.48**
	3.0	0.65	0.61	0.57	0.54	0.51	**0.47**
	4.0	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	**0.46**
	≥5.0	0.63	0.59	0.55	0.52	0.49	**0.45**
11	0.5	0.79	0.72	0.68	0.65	0.62	**0.59**
	1.0	0.69	0.65	0.61	0.58	0.55	**0.52**
	1.5	0.66	0.62	0.58	0.55	0.52	**0.50**
	2.0	0.64	0.60	0.57	0.54	0.51	**0.48**
	3.0	0.63	0.59	0.55	0.52	0.49	**0.47**
	4.0	0.62	0.58	0.54	0.51	0.48	**0.46**
	≥5.0	0.61	0.57	0.53	0.50	0.47	**0.45**
12	0.5	0.77	0.69	0.65	0.62	0.59	**0.56**
	1.0	0.66	0.62	0.59	0.55	0.52	**0.50**
	1.5	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	**0.48**
	2.0	0.62	0.58	0.55	0.52	0.49	**0.46**
	3.0	0.61	0.57	0.53	0.50	0.48	**0.45**
	4.0	0.60	0.56	0.53	0.49	0.47	**0.44**
	≥5.0	**0.59**	**0.55**	**0.52**	**0.49**	**0.46**	**0.43**

Tabla 19.- Factores de pico horario basado en períodos de cinco minutos suponiendo llegadas de vehículos aleatorias (FPH)*

VOLUMEN HORARIO TOTAL veh/h (C60)	FACTOR DE PICO HORARIO	VOLUMEN HORARIO TOTAL veh/h (C60)	FACTOR DE PICO HORARIO
100	0.69	1600	**0.90**
200	0.70	1800	**0.92**
300	0.72	2000	**0.93**
400	0.74	2200	**0.95**
600	0.78	2400	**0.95**
800	0.81	2600	**0.96**
1000	0.84	2800	**0.97**
1200	0.86	≥ 3000	**0.97**
1400	**0.89**		

5.2. NIVEL DE SERVICIO SEGÚN EL INVIAS

Se han definido seis niveles para Colombia que van desde el A al F, así (INVIAS 1996):

Nivel de servicio A. Representa flujo libre en una vía cuyas especificaciones geométricas son adecuadas. Hay libertad para conducir con la velocidad deseada y la facilidad de maniobrar dentro de la corriente vehicular es sumamente alta, al no existir prácticamente interferencia con otros vehículos y contar con condiciones de vía que no ofrecen restricción por estar de acuerdo con la topografía de la zona.

Nivel de servicio B. Comienzan a aparecer restricciones al flujo libre o las especificaciones geométricas reducen algo la velocidad. La libertad para conducir con la velocidad deseada y la facilidad de maniobrar dentro de la corriente vehicular se ven disminuidas, al ocurrir ligeras interferencias con otros vehículos o existir condiciones de vía que ofrecen pocas restricciones. Para mantener esta velocidad es preciso adelantar con alguna frecuencia otros vehículos. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es bueno.

Nivel de servicio C. Representa condiciones medias cuando el flujo es estable o empiezan a presentarse restricciones de geometría y pendiente. La libertad para conducir con la velocidad deseada dentro de la corriente vehicular se ve afectada al presentarse interferencias tolerables con otros vehículos o existir deficiencias de la vía que son en general aceptables. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es adecuado.

Nivel de servicio D. El flujo todavía es estable y se presentan restricciones de geometría y pendiente. No existe libertad para conducir con la velocidad deseada dentro de la corriente vehicular, al ocurrir interferencias frecuentes con otros vehículos, o existir condiciones de vía más defectuosas. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es deficiente.

Nivel de servicio E. Representa la circulación a capacidad cuando las velocidades son bajas pero el tránsito fluye sin interrupciones. En estas condiciones es prácticamente imposible adelantar, por lo que los niveles de libertad y comodidad son muy bajos. La circulación a capacidad es muy inestable, ya que pequeñas perturbaciones al tránsito causan congestión. Aunque se han tomado estas condiciones para definir el nivel E, este nivel también se puede alcanzar cuando limitaciones de la vía obligan a ir a velocidades similares a la velocidad a capacidad, en condiciones de inseguridad.

Nivel de servicio F. Representa la circulación congestionada, cuando el volumen de demanda es superior a la capacidad de la vía y se rompe la continuidad del

flujo. Cuando eso sucede, las velocidades son inferiores a la velocidad a capacidad y el flujo es muy irregular. Se suelen formar largas colas y las operaciones dentro de éstas se caracterizan por constantes paradas y avances cortos. También condiciones sumamente adversas de la vía pueden hacer que se alcancen velocidades e irregularidades en el movimiento de los vehículos semejantes a las descritas anteriormente.

Para determinar el Nivel de Servicio de una vía de dos carriles con dos sentidos de circulación, se ha seleccionado como indicador de efectividad la velocidad media de recorrido de los vehículos que integran la corriente vehicular, comprendiendo tanto vehículos ligeros como pesados.

La velocidad ideal de automóviles a flujo libre Vi se toma de la Tabla (con los valores de inclinación de la pendiente ascendente y su longitud), obteniendo la velocidad media de automóviles en condiciones ideales excepto por pendiente.

El primer valor de factor de corrección corresponde al factor de utilización "F_u", el cual se toma de la Tabla, conociendo la relación entre el volumen total en ambos sentidos y la capacidad (Q/C60).

Así, la velocidad a flujo restringido V1 es el producto de la velocidad ideal de automóviles a flujo libre Vi por el factor de utilización F_u.

$$V1 = Vi*F_u$$

Con el valor de la velocidad V1 y el parámetro de estado de superficie de rodadura seleccionado, se determina el factor de corrección por el estado de la superficie de rodadura "F_{sr}" de la Tabla.

Existen tres criterios para evaluar el estado de la superficie de rodadura a saber:

- El valor del IRI (Índice de Rugosidad Internacional).
- El porcentaje de área afectada.
- El Nivel Funcional.

Para efectos del presente documento, se ha considerado el porcentaje de área afectada.
Determinar igualmente el factor de corrección por ancho de carril y berma "F_{cb}" de la Tabla con base en los datos del ancho utilizable de carril y de berma.

Al multiplicar la velocidad V1 por los factores F_{sr} y F_{cb} simultáneamente, se obtiene la velocidad de automóviles a flujo restringido para las condiciones que se estudian y en tangente V2.

$$\mathbf{V2 = V1*F_{sr}*F_{cb}}$$

Luego se halla el factor de corrección por la presencia de vehículos pesados F_p, para lo cual debe hallarse primero el factor Fp1 de la Tabla, con los datos de la longitud y la inclinación de la pendiente, así como con la velocidad V2. Debe tomarse igualmente el factor Fp2 de la Tabla conociendo el porcentaje total de vehículos pesados y el volumen total en ambos sentidos (Q).

Al multiplicar los factores Fp1 y Fp2 entre sí, se obtiene el factor F_p, de ser mayor a la unidad dicho producto, el valor de F_p se hace igual a uno.
Multiplicando la velocidad V2 por el factor F_p, se obtiene la velocidad del tránsito mixto a flujo restringido, para las condiciones estudiadas y en tangente V3.

$$\mathbf{V3} = V2 * F_p$$

Conociendo el radio de curvatura de la curva más cerrada, se obtiene de la Tabla la velocidad máxima permitida por la curva más cerrada en el sector en estudio V_c.

Se deben comparar los valores de V3 y de V_c. Si V_c resulta ser menor que V3 se debe entonces calcular la velocidad media de recorrido V. Si V_c resulta ser mayor o igual que V3, se toma el valor de V3 como V

La velocidad V representa la velocidad media del tránsito mixto a flujo restringido para las condiciones estudiadas, en todo el sector de análisis. Con el valor de la velocidad media V se entra a la Tabla y se determina el Nivel de Servicio.

En la **Tabla 20** se presenta el cálculo del nivel de servicio para los tramos viales de acuerdo con las condiciones existentes de la vía y las condiciones proyectadas con el proyecto respectivamente analizado de acuerdo con las características proyectadas.

Tabla 20.- Cálculo de la capacidad y niveles de servicio condiciones actuales y proyectadas del tramo.

Información Geométrica	
Pendiente (%)	12.00
Longitud (km)	0.50
Ancho de Carril (m)	2.50
Ancho de Berma (m)	0.00
Curvatura Horizontal (o/Km)	6.00
Zonas de No Rebase (%)	100.00

Información de Tránsito	
Distribución Direccional (%)	50
Autos (%)	83.7
Buses (%)	0
Camiones (%)	16.3
Volumen Ambos Sentidos Q (veh/h)	215
Tasa de crecimiento anual (%)	3

2. CALCULO DE LA CAPACIDAD (C_{60} y C_5)

						Ec Tabla 4					
						3.524					
F_{pe} Tabla 1	X	F_d Tabla 2	X	F_{cb} Tabla 3	X	F_p	X	C_i (veh/h)	=	C_{60} (veh/h)	

0.870	X	1.000	X	0.880	X	0.709	X	3200	=	1736

C_{60} (veh/h)	X	FPH Tabla 5	=	C_S
1736	X	0.914	=	1586

Año	Q (veh/h)	Q/C_{60}	Q/C_S	Velocidad Promedio, km/h	Nivel de Servicio
0	215	0.12	0.14	33.194	B
5	249	0.14	0.16	33.128	B
10	289	0.17	0.18	33.051	B
20	388	0.22	0.24	32.779	B
30	522	0.30	0.33	32.257	B

3. CALCULO DEL NIVEL DE SERVICIO

V_i Tabla 6	X	F_u Tabla 7	X	F_{cb} Tabla 8	=	V_1 (km/h)	Tipo de Terreno
55.000	X	0.988	X	0.630	=	34.221	ESCARPADO

V_1 (km/h)	X	E_c Tabla 9	F_p	X	F_t Tabla 10	=	V_2 (km/h)	V_2/V_1 *100
34.221	X	1.000	1.000	X	0.970	=	33.194	36.9

Velocidad Promedio (Km/h)	Nivel de Servicio (Tabla 11)
33.19	B

Fuente: Hoja de cálculo del INVIAS. Descargada de documentos técnicos.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Para el proyecto "Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del asentamiento humano Bajo Villa Jardín, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU" se realizó la proyección del tránsito por la metodología "REQUERIMIENTOS TÉCNICOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE REHABILITACIÓN Y PAVIMENTACIÓN" se implementaron los parámetros como se presenta en la **Tabla 21**.

Tabla 21.- Parámetros para la proyección del tránsito.

FACTOR DE DAÑO VEHICULAR (INVIAS, 2008)	BUS	1
	C2P	1.14
	C2 G	3.44
	C3-C4	6.73
	C5	4.4
	>C5	4.72
ANCHO CALZADA		6.0
FACTOR DIRECCIONAL		0.50
FACTOR CARRIL		1.0
TRÁNSITO ATRAÍDO		5.0%
CRECIMIENTO TENDENCIAL (SOCIO- ECONÓMICO)		3.5%
TASA DE CRECIMIENTO		2.87%
AÑOS DE PROYECCIÓN		10.0

Fuente: (INVIAS, 1998)

- Se determinó el número de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas para un período de diseño de 10 años en **3.285** para la estructura en pavimento flexible de tipo asfáltico, para el período de 20 años para la estructura de pavimentos rígido se proyecta un tránsito mayorado por el coeficiente 1.492 según la recomendación de la metodología AASHTO93 de **170.587** sin embargo, se recomienda trabajar para esta estructura de pavimentos con el valor mínimo recomendado por la normativa vigente de 1.000.000 de ejes sencillos equivalentes de 8.2 toneladas y se determina que este será el valor del NESE a implementar como insumo para el diseño de la estructura de pavimentos, según los parámetros presentados en la **Tabla 21**.

- Se calculan los volúmenes de tránsito para los tramos viales. Para los autos directos equivalentes se implementa para la conversión de los valores los factores que se presentan en la **Tabla 22**.

Tabla 22.- Valor de los autos directos equivalentes (ADES) para la distribución vehicular.

				CAMION			
ADES	**MOTO**	**AUTO**	**BUS**	**C2P**	**C2C**	**C3 - C4**	**>= C5**
	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

Fuente: Anexo INVIAS.

- Se establece el valor horario de máxima demanda (VHMD) para el sábado 23 de noviembre de 2024 en el horario de 1:30 p.m. a 2:30 pm con un valor de 48 vehículos / hora como el período de tiempo que tiene el mayor flujo vehicular en el día, se establece posteriormente el qmáx o el intervalo de 15 minutos dentro de la hora en el cual pasa la mayor cantidad de vehículos y finalmente, el N correspondiente al número de períodos de 15 minutos dentro de la hora y se establecen el valor del factor de hora pico (FHP), esto como se presenta en la **Tabla 23**.

Tabla 23.- Resumen del cálculo del factor de hora pico (FHP).

	martes, 17 de diciembre de 2024	miércoles, 18 de diciembre de 2024	jueves, 19 de diciembre de 2024	viernes, 20 de diciembre de 2024	sábado, 21 de diciembre de 2024	domingo, 22 de diciembre de 2024	lunes, 23 de diciembre de 2024
VHMD	35	45	32	38	35	33	35
qmax	13	19	11	12	12	13	12
FHP	0.67	0.59	0.73	0.79	0.73	0.63	0.73

Fuente: Elaboración propia.

- Se calcula la capacidad y niveles de servicio de acuerdo con el "Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para carreteras de dos carriles" del Instituto Nacional de Vías de Colombia (INVIAS) como se presenta en el capítulo 5. En la **Tabla 24** con los datos de referencia que se presenta el cálculo de capacidad y niveles de servicio en para las condiciones actuales y proyectadas de la vía.

Tabla 24.- Información de acuerdo con los tramos de referencia para el análisis de capacidad y niveles de servicio de la vía.

Vía Bajo Villa Jardín			
1. INFORMACION INICIAL			
Información Geométrica		**Información de Tránsito**	
Pendiente (%)	12.00	Distribución Direccional (%)	50
Longitud (km)	0.50	Autos (%)	83.7
Ancho de Carril (m)	2.50	Buses (%)	0
Ancho de Berma (m)	0.00	Camiones (%)	16.3
Curvatura Horizontal (°/km)	6.00	Volumen Ambos Sentidos Q (veh/h)	215
Zonas de No Rebase (%)	100.00	Tasa de crecimiento anual (%)	3

Fuente: Elaboración propia.

- Las condiciones actuales de la vía corresponden a una capacidad y niveles de servicio tipo B, que representa que comienzan a aparecer restricciones al flujo libre o las especificaciones geométricas reducen algo la velocidad. La libertad para conducir con la velocidad deseada y la facilidad de maniobrar dentro de la corriente vehicular se ven disminuidas, al ocurrir ligeras interferencias con otros vehículos o existir condiciones de vía que ofrecen pocas restricciones. Para mantener esta velocidad es preciso adelantar con alguna frecuencia otros vehículos. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es bueno.

- La trazabilidad de los conteos puede ser verificada con la revisión de los videos de las cámaras de conteo.

7 BIBLIOGRAFÍA

AASHTO. (1993). *AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES.* Washington, DC.

Cal y Mayor, R. (1972). *Ingeniería de tránsito.* Representaciones y Servicios de Ingeniería.

INVIAS. (1998). *MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN VÍAS CON MEDIOS Y ALTOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO.* Popayán, Cauca.

INVIAS. (2008). *VOLUMENES DE TRÁNSITO.*

TERRIDATA DNP. (23 de Agosto de 2024). *TERRIDATA.* Obtenido de TERRIDATA: https://terridata.dnp.gov.co/

Contrato N° 241115 218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehicul es y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del barrio San Sebastián, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Maniz les y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0917-LU.

ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA

INFORMACIÓN GENERAL

AFORADOR		UBICACIÓN COORDENADAS	5° 3'2.78"N
COORDINADOR			75°31'25.16"O
VÍA		DÍA No.	1
MOVIMIENTO		DE	7

VEHÍCULOS CONTABILIZADOS

FECHA	HORA INIC	HORA FINAL	MOTOS	AUTOS	BUSES	BUSETAS	C2-P	C2-G	C3	C4	C	>C5
17-dic-24	0:00	0:15		1								
17-dic-24	0:15	0:30										
17-dic-24	0:30	0:45	1									
17-dic-24	0:45	1:00										
17-dic-24	1:00	1:15										
17-dic-24	1:15	1:30										
17-dic-24	1:30	1:45										
17-dic-24	1:45	2:00										
17-dic-24	2:00	2:15										
17-dic-24	2:15	2:30										
17-dic-24	2:30	2:45										
17-dic-24	2:45	3:00										
17-dic-24	3:00	3:15										
17-dic-24	3:15	3:30										
17-dic-24	3:30	3:45	2									
17-dic-24	3:45	4:00										
17-dic-24	4:00	4:15										
17-dic-24	4:15	4:30		1								
17-dic-24	4:30	4:45										
17-dic-24	4:45	5:00	1									
17-dic-24	5:00	5:15										
17-dic-24	5:15	5:30										
17-dic-24	5:30	5:45										
17-dic-24	5:45	6:00	4	1								
17-dic-24	6:00	6:15	5	3								
17-dic-24	6:15	6:30	7	4								
17-dic-24	6:30	6:45	3									
17-dic-24	6:45	7:00	6									
17-dic-24	7:00	7:15	2									
17-dic-24	7:15	7:30	4				1					
17-dic-24	7:30	7:45	3									
17-dic-24	7:45	8:00	2	3								
17-dic-24	8:00	8:15	1	1								
17-dic-24	8:15	8:30	3	1								
17-dic-24	8:30	8:45	2	2								
17-dic-24	8:45	9:00	4	1								
17-dic-24	9:00	9:15	1									
17-dic-24	9:15	9:30		2			1					
17-dic-24	9:30	9:45		3								
17-dic-24	9:45	10:00										
17-dic-24	10:00	10:15	2	3								
17-dic-24	10:15	10:30	1	2								
17-dic-24	10:30	10:45	3	3								
17-dic-24	10:45	11:00	3	4								
17-dic-24	11:00	11:15	5	3								
17-dic-24	11:15	11:30	5									
17-dic-24	11:30	11:45	1	1								
17-dic-24	11:45	12:00	1	3			1					
17-dic-24	12:00	12:15	4	3								

17-dic-24	12:15	12:30	6	1								
17-dic-24	12:30	12:45	6									
17-dic-24	12:45	13:00	1									
17-dic-24	13:00	13:15	1	1								
17-dic-24	13:15	13:30	2									
17-dic-24	13:30	13:45	7									
17-dic-24	13:45	14:00	4	2								
17-dic-24	14:00	14:15	9									
17-dic-24	14:15	14:30	3	1								
17-dic-24	14:30	14:45		2								
17-dic-24	14:45	15:00	1				1					
17-dic-24	15:00	15:15	3				1					
17-dic-24	15:15	15:30	2	1								
17-dic-24	15:30	15:45	5				1					
17-dic-24	15:45	16:00	3	1								
17-dic-24	16:00	16:15	2	1								
17-dic-24	16:15	16:30	1									
17-dic-24	16:30	16:45	2	1				1				
17-dic-24	16:45	17:00	4	2			1					
17-dic-24	17:00	17:15	2									
17-dic-24	17:15	17:30	3				1					
17-dic-24	17:30	17:45	4	2								
17-dic-24	17:45	18:00	6									
17-dic-24	18:00	18:15	2									
17-dic-24	18:15	18:30	6	1								
17-dic-24	18:30	18:45	8									
17-dic-24	18:45	19:00	7									
17-dic-24	19:00	19:15	7	3			1					
17-dic-24	19:15	19:30	2	1								
17-dic-24	19:30	19:45	4	1								
17-dic-24	19:45	20:00	1	1								
17-dic-24	20:00	20:15	1	2								
17-dic-24	20:15	20:30	2	1								
17-dic-24	20:30	20:45	1	1								
17-dic-24	20:45	21:00	1	2								
17-dic-24	21:00	21:15	1	1								
17-dic-24	21:15	21:30	1	1								
17-dic-24	21:30	21:45		1								
17-dic-24	21:45	22:00	5									
17-dic-24	22:00	22:15	1									
17-dic-24	22:15	22:30	1									
17-dic-24	22:30	22:45										
17-dic-24	22:45	23:00										
17-dic-24	23:00	23:15										
17-dic-24	23:15	23:30										
17-dic-24	23:30	23:45										
17-dic-24	23:45	0:00		1								
0:00 - 6:00			8	3	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 - 18:00			145	57	0	0	8	1	0	0	0	0
18:00 - 24:00			51	19	0	0	1	0	0	0	0	0

TOTAL	204	79	0	0	9	1	0	0	0	0

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyect de legalización urbanística del barrio San. Sebastián, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-?-0617-LU.

ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA

INFORMACIÓN GENERAL

AFORADOR		UBICACIÓN COORDENADAS	5° 3'2.78"N
COORDINADOR			75°31'25.16"O
VÍA		DÍA No.	2
MOVIMIENTO		DE	7

VEHÍCULOS CONTABILIZADOS

FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	MOTOS	AUTOS	BUSES	BUSETAS	C2-P	C2-G	C3	C4	C5	>C5
18-dic-24	0:00	0:15	1									
18-dic-24	0:15	0:30										
18-dic-24	0:30	0:45										
18-dic-24	0:45	1:00	2									
18-dic-24	1:00	1:15										
18-dic-24	1:15	1:30										
18-dic-24	1:30	1:45										
18-dic-24	1:45	2:00	1	1								
18-dic-24	2:00	2:15										
18-dic-24	2:15	2:30										
18-dic-24	2:30	2:45										
18-dic-24	2:45	3:00										
18-dic-24	3:00	3:15										
18-dic-24	3:15	3:30										
18-dic-24	3:30	3:45										
18-dic-24	3:45	4:00	2									
18-dic-24	4:00	4:15										
18-dic-24	4:15	4:30										
18-dic-24	4:30	4:45										
18-dic-24	4:45	5:00										
18-dic-24	5:00	5:15										
18-dic-24	5:15	5:30					1					
18-dic-24	5:30	5:45		1								
18-dic-24	5:45	6:00	6									
18-dic-24	6:00	6:15										
18-dic-24	6:15	6:30		4								
18-dic-24	6:30	6:45	10				1					
18-dic-24	6:45	7:00	3	2								
18-dic-24	7:00	7:15	3	1			1	1				
18-dic-24	7:15	7:30	6									
18-dic-24	7:30	7:45	6	1								
18-dic-24	7:45	8:00						1				
18-dic-24	8:00	8:15	3									
18-dic-24	8:15	8:30	1	3								
18-dic-24	8:30	8:45										
18-dic-24	8:45	9:00	1	4								
18-dic-24	9:00	9:15	1				1					
18-dic-24	9:15	9:30		2								
18-dic-24	9:30	9:45	1									
18-dic-24	9:45	10:00	2	4			1					
18-dic-24	10:00	10:15	2	1								
18-dic-24	10:15	10:30	6									
18-dic-24	10:30	10:45	1	3								
18-dic-24	10:45	11:00	1									
18-dic-24	11:00	11:15		1								
18-dic-24	11:15	11:30	1	3								
18-dic-24	11:30	11:45	3	5								
18-dic-24	11:45	12:00	1									

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del barrio San Sebastián, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-0617-LU.

ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA

INFORMACIÓN GENERAL

AFORADOR							UBICACIÓN COORDENADAS		5° 3'2.78"N			
COORDINADOR									75°31'25.16"O			
VÍA							DÍA No.		2			
MOVIMIENTO							DE		7			
18-dic-24	12:00	12:15	2									
18-dic-24	12:15	12:30	5	2								
18-dic-24	12:30	12:45	6				1					
18-dic-24	12:45	13:00	12	3								
18-dic-24	13:00	13:15	8									
18-dic-24	13:15	13:30	5	1				1				
18-dic-24	13:30	13:45	2									
18-dic-24	13:45	14:00	4	1								
18-dic-24	14:00	14:15		3								
18-dic-24	14:15	14:30	2				1					
18-dic-24	14:30	14:45	4	1				1				
18-dic-24	14:45	15:00		2			1					
18-dic-24	15:00	15:15		3								
18-dic-24	15:15	15:30										
18-dic-24	15:30	15:45		2								
18-dic-24	15:45	16:00	1	3								
18-dic-24	16:00	16:15	4					1				
18-dic-24	16:15	16:30	1									
18-dic-24	16:30	16:45		4			1					
18-dic-24	16:45	17:00	4									
18-dic-24	17:00	17:15	2	1								
18-dic-24	17:15	17:30	1					1				
18-dic-24	17:30	17:45	5	2								
18-dic-24	17:45	18:00	9	1								
18-dic-24	18:00	18:15	11	2				2				
18-dic-24	18:15	18:30	6	2								
18-dic-24	18:30	18:45	7	1								
18-dic-24	18:45	19:00	8									
18-dic-24	19:00	19:15	4	3								
18-dic-24	19:15	19:30	12	5								
18-dic-24	19:30	19:45	3	3								
18-dic-24	19:45	20:00		1								
18-dic-24	20:00	20:15	2	2								
18-dic-24	20:15	20:30	1	2								
18-dic-24	20:30	20:45	4	1								
18-dic-24	20:45	21:00	3									
18-dic-24	21:00	21:15	1	2								
18-dic-24	21:15	21:30	2									
18-dic-24	21:30	21:45	4									
18-dic-24	21:45	22:00	2	1								
18-dic-24	22:00	22:15	1									
18-dic-24	22:15	22:30		1								
18-dic-24	22:30	22:45	1									
18-dic-24	22:45	23:00		4								
18-dic-24	23:00	23:15	1									
18-dic-24	23:15	23:30	2	1								
18-dic-24	23:30	23:45										
18-dic-24	23:45	0:00										
0:00 - 6:00			12	2	0	0	1	0	0	0	0	0
6:00 - 18:00			129	63	0	0	9	6	0	0	0	0
18:00 - 24:00			75	31	0	0	0	2	0	0	0	0

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del barrio San Sebastián, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construccion de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU.

ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA

INFORMACIÓN GENERAL

AFORADOR						UBICACIÓN COORDENADAS		5° 3'2.78"N				
COORDINADOR								75°31'25.16"O				
VÍA						DÍA No.		2				
MOVIMIENTO						DE		7				
TOTAL	216	96	0	0		10	8	0	0	0	0	

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del barrio San Sebastián, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU.

ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA

INFORMACIÓN GENERAL

AFORADOR		UBICACIÓN COORDENADAS	5° 3'2.78"N
COORDINADOR			75°31'25.16"O
VÍA		DÍA No.	3
MOVIMIENTO		DE	7

VEHÍCULOS CONTABILIZADOS

FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	MOTOS	AUTOS	BUSES	BUSETAS	C2-P	C2-G	C3	C4	C5	>C5
19-dic-24	0:00	0:15										
19-dic-24	0:1	0:30										
19-dic-24	0:30	0:45	1									
19-dic-24	0:45	1:00										
19-dic-24	1:0	1:15	1									
19-dic-24	1:15	1:30										
19-dic-24	1:30	1:45										
19-dic-24	1:4	2:00		1								
19-dic-24	2:00	2:15										
19-dic-24	2:15	2:30										
19-dic-24	2:30	2:45										
19-dic-24	2:45	3:00	2									
19-dic-24	3:00	3:15										
19-dic-24	3:15	3:30										
19-dic-24	3:30	3:45		1								
19-dic-24	3:45	4:00										
19-dic-24	4:00	4:15										
19-dic-24	4:15	4:30	1									
19-dic-24	4:30	4:45										
19-dic-24	4:45	5:00	1									
19-dic-24	5:0	5:15		1								
19-dic-24	5:15	5:30	5									
19-dic-24	5:30	5:45		1								
19-dic-24	5:45	6:00	6									
19-dic-24	6:00	6:15	2									
19-dic-24	6:15	6:30	8	4				1				
19-dic-24	6:3	6:45	3	1								
19-dic-24	6:45	7:00	6	1								
19-dic-24	7:00	7:15	2									
19-dic-24	7:15	7:30										
19-dic-24	7:30	7:45	3	4								
19-dic-24	7:45	8:00	1									
19-dic-24	8:00	8:15	1									
19-dic-24	8:15	8:30	1									
19-dic-24	8:30	8:45		1								
19-dic-24	8:45	9:00	1				1					
19-dic-24	9:00	9:15	2				1					
19-dic-24	9:15	9:30	4	4								
19-dic-24	9:30	9:45		1			2					
19-dic-24	9:45	10:00	1	3			2					
19-dic-24	10:00	10:15	3									
19-dic-24	10:15	10:30	4	3								
19-dic-24	10:30	10:45	2	3								
19-dic-24	10:45	11:00		1								
19-dic-24	11:00	11:15	1				1					
19-dic-24	11:15	11:30	2									
19-dic-24	11:30	11:45										
19-dic-24	11:45	12:00	4	1								
19-dic-24	12:00	12:15	3									

19-dic-24	12:15	12:30	6	1									
19-dic-24	12:30	12:45	4	2									
19-dic-24	12:45	13:00	7	3									
19-dic-24	13:00	13:15	2	1									
19-dic-24	13:15	13:30	3	2			1						
19-dic-24	13:30	13:45	11										
19-dic-24	13:45	14:00	1	1			2						
19-dic-24	14:00	14:15	2	1									
19-dic-24	14:15	14:30	3	3									
19-dic-24	14:30	14:45	4				2						
19-dic-24	14:45	15:00	2	2			1						
19-dic-24	15:00	15:15	2				1						
19-dic-24	15:15	15:30	4										
19-dic-24	15:30	15:45	4	3									
19-dic-24	15:45	16:00	1	1									
19-dic-24	16:00	16:15	2	2									
19-dic-24	16:15	16:30	6	4									
19-dic-24	16:30	16:45	2	1									
19-dic-24	16:45	17:00	6										
19-dic-24	17:00	17:15	6				2						
19-dic-24	17:15	17:30	3				1						
19-dic-24	17:30	17:45	1				1						
19-dic-24	17:45	18:00	2	3									
19-dic-24	18:00	18:15	6	1									
19-dic-24	18:15	18:30	6										
19-dic-24	18:30	18:45	6										
19-dic-24	18:45	19:00	1	1			1						
19-dic-24	19:00	19:15		2									
19-dic-24	19:15	19:30	2				1						
19-dic-24	19:30	19:45	4	1									
19-dic-24	19:45	20:00	2										
19-dic-24	20:00	20:15	2				1						
19-dic-24	20:15	20:30	1										
19-dic-24	20:30	20:45	3										
19-dic-24	20:45	21:00	2	1			1						
19-dic-24	21:00	21:15	1										
19-dic-24	21:15	21:30	1										
19-dic-24	21:30	21:45		2			1						
19-dic-24	21:45	22:00											
19-dic-24	22:00	22:15	1										
19-dic-24	22:15	22:30		2									
19-dic-24	22:30	22:45	1										
19-dic-24	22:45	23:00		2									
19-dic-24	23:00	23:15	2	1									
19-dic-24	23:15	23:30		1									
19-dic-24	23:30	23:45											
19-dic-24	23:45	0:00											
0:00 - 6:00			17	4	0	0	0	0	0	0	0	0	
6:00 - 18:00			138	57	0	0	18	1	0	0	0	0	
18:00 - 24:00			41	14	0	0	5	0	0	0	0	0	
TOTAL			196	75	0	0	23	1	0	0	0	0	

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto legalización urbanística del barr. San Sebastián, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU.

ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA

INFORMACIÓN GENERAL

AFORADOR		UBICACIÓN COORDENADAS	5° 3'2.78"N
COORDINADOR			75°31'25.16"O
VÍA		DÍA No.	4
MOVIMIENTO		DE	7

VEHÍCULOS CONTABILIZADOS

FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	MOTOS	AUTOS	BUSES	BUSETAS	C2-P	C2-G	C3	C4	C5	>C5
20-dic-24	0:00	0:15		1								
20-dic-24	0:15	0:30										
20-dic-24	0:30	0:45										
20-dic-24	0:45	1:00	1									
20-dic-24	1:00	1:15										
20-dic-24	1:15	1:30										
20-dic-24	1:30	1:45	1									
20-dic-24	1:45	2:00										
20-dic-24	2:00	2:15	2									
20-dic-24	2:15	2:30										
20-dic-24	2:30	2:45										
20-dic-24	2:45	3:00										
20-dic-24	3:00	3:15		2								
20-dic-24	3:15	3:30										
20-dic-24	3:30	3:45										
20-dic-24	3:45	4:00										
20-dic-24	4:00	4:15										
20-dic-24	4:15	4:30										
20-dic-24	4:30	4:45										
20-dic-24	4:45	5:00										
20-dic-24	5:00	5:15	2									
20-dic-24	5:15	5:30	1				1					
20-dic-24	5:30	5:45	1									
20-dic-24	5:45	6:00	3									
20-dic-24	6:00	6:15	4	2								
20-dic-24	6:15	6:30	5									
20-dic-24	6:30	6:45	3									
20-dic-24	6:45	7:00	1	4								
20-dic-24	7:00	7:15	3									
20-dic-24	7:15	7:30	1	2								
20-dic-24	7:30	7:45		3			2					
20-dic-24	7:45	8:00	1									
20-dic-24	8:00	8:15	1									
20-dic-24	8:15	8:30										
20-dic-24	8:30	8:45	4									
20-dic-24	8:45	9:00		2								
20-dic-24	9:00	9:15	2									
20-dic-24	9:15	9:30	3	1								
20-dic-24	9:30	9:45	1									
20-dic-24	9:45	10:00	2	4			1	1				
20-dic-24	10:00	10:15	4	2								
20-dic-24	10:15	10:30	2									
20-dic-24	10:30	10:45					1					
20-dic-24	10:45	11:00		2								
20-dic-24	11:00	11:15										
20-dic-24	11:15	11:30	1	1								
20-dic-24	11:30	11:45										
20-dic-24	11:45	12:00	5	3								
20-dic-24	12:00	12:15	3	1								

20-dic-24	12:15	12:30	6	2								
20-dic-24	12:30	12:45	6									
20-dic-24	12:45	13:00	4	2								
20-dic-24	13:00	13:15	3	1								
20-dic-24	13:15	13:30	3									
20-dic-24	13:30	13:45	11	1								
20-dic-24	13:45	14:00	7	4								
20-dic-24	14:00	14:15	4									
20-dic-24	14:15	14:30	4	1			2					
20-dic-24	14:30	14:45	2									
20-dic-24	14:45	15:00										
20-dic-24	15:00	15:15		1			1					
20-dic-24	15:15	15:30	3									
20-dic-24	15:30	15:45	2	2								
20-dic-24	15:45	16:00	4	3				1				
20-dic-24	16:00	16:15	1									
20-dic-24	16:15	16:30	2	1								
20-dic-24	16:30	16:45	1	2								
20-dic-24	16:45	17:00	2	1								
20-dic-24	17:00	17:15	1									
20-dic-24	17:15	17:30		2								
20-dic-24	17:30	17:45	1									
20-dic-24	17:45	18:00	2									
20-dic-24	18:00	18:15	3	1								
20-dic-24	18:15	18:30	4	1								
20-dic-24	18:30	18:45	5	2								
20-dic-24	18:45	19:00	6	3			1					
20-dic-24	19:00	19:15	4									
20-dic-24	19:15	19:30	2	1								
20-dic-24	19:30	19:45	2									
20-dic-24	19:45	20:00	1	2								
20-dic-24	20:00	20:15	2	2								
20-dic-24	20:15	20:30	1	2								
20-dic-24	20:30	20:45	2									
20-dic-24	20:45	21:00		2								
20-dic-24	21:00	21:15	3									
20-dic-24	21:15	21:30										
20-dic-24	21:30	21:45	1									
20-dic-24	21:45	22:00		1								
20-dic-24	22:00	22:15	1									
20-dic-24	22:15	22:30	1									
20-dic-24	22:30	22:45										
20-dic-24	22:45	23:00	1	2								
20-dic-24	23:00	23:15										
20-dic-24	23:15	23:30	2									
20-dic-24	23:30	23:45										
20-dic-24	23:45	0:00										
0:0 - 6:00			11	3	0	0	1	0	0	0	0	0
6:00 - 18:00			123	50	0	0	7	2	0	0	0	0
18:00 - 24:00			41	19	0	0	1	0	0	0	0	0
TOTAL			175	72	0	0	9	2	0	0	0	0

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del barrio San Sebastián, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU.

ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA

INFORMACIÓN GENERAL

AFORADOR		UBICACIÓN COORDENADAS	5° 3'2.78"N
COORDINADOR			75°31'25.16"O
VÍA		DÍA No.	5
MOVIMIENTO		DE	7

VEHÍCULOS CONTABILIZADOS

FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	MOTOS	AUTOS	BUSES	BUSETAS	C2-P	C2-G	C3	C4	C5	>C5
21-dic-24	0:00	0:15										
21-dic-24	0:15	0:30										
21-dic-24	0:30	0:45										
21-dic-24	0:45	1:00										
21-dic-24	1:00	1:15										
21-dic-24	1:15	1:30										
21-dic-24	1:30	1:45										
21-dic-24	1:45	2:00	1									
21-dic-24	2:00	2:15										
21-dic-24	2:15	2:30	2	1								
21-dic-24	2:30	2:45		1								
21-dic-24	2:45	3:00										
21-dic-24	3:00	3:15	1	1								
21-dic-24	3:15	3:30		1								
21-dic-24	3:30	3:45										
21-dic-24	3:45	4:00										
21-dic-24	4:00	4:15										
21-dic-24	4:15	4:30		1								
21-dic-24	4:30	4:45										
21-dic-24	4:45	5:00	3									
21-dic-24	5:00	5:15	2									
21-dic-24	5:15	5:30	3									
21-dic-24	5:30	5:45	2									
21-dic-24	5:45	6:00	5	1								
21-dic-24	6:00	6:15	6	1								
21-dic-24	6:15	6:30	6				1					
21-dic-24	6:30	6:45	4	1								
21-dic-24	6:45	7:00	2									
21-dic-24	7:00	7:15	1	1								
21-dic-24	7:15	7:30	3									
21-dic-24	7:30	7:45		2								
21-dic-24	7:45	8:00	2									
21-dic-24	8:00	8:15	1	3								
21-dic-24	8:15	8:30	2	2								
21-dic-24	8:30	8:45	2	1								
21-dic-24	8:45	9:00	1	2								
21-dic-24	9:00	9:15		3								
21-dic-24	9:15	9:30	6									
21-dic-24	9:30	9:45	3									
21-dic-24	9:45	10:00	1	3								
21-dic-24	10:00	10:15										
21-dic-24	10:15	10:30	5									
21-dic-24	10:30	10:45	3									
21-dic-24	10:45	11:00		2								
21-dic-24	11:00	11:15	3									
21-dic-24	11:15	11:30										
21-dic-24	11:30	11:45	2	1								
21-dic-24	11:45	12:00	3									
21-dic-24	12:00	12:15	6	1								

-dic-24	12:15	12:30	4	3									
21-dic-24	12:30	12:45	2				1						
21-dic-24	12:45	13:00	4	2									
dic-24	13:00	13:15	1	1									
21-dic-24	13:15	13:30	5										
21-dic-24	13:30	13:45	5										
21-dic-24	13:45	14:00	3	1									
21-dic-24	14:00	14:15	2										
21-dic-24	14:15	14:30	1	1									
21-dic-24	14:30	14:45	4										
21-dic-24	14:45	15:00	2	2									
21-dic-24	15:00	15:15	2										
21-dic-24	15:15	15:30	3	1									
21-dic-24	15:30	15:45	5										
21-dic-24	15:45	16:00	2										
21-dic-24	16:00	16:15	4										
dic-24	16:15	16:30	1				1						
21-dic-24	16:30	16:45	4										
21-dic-24	16:45	17:00	4	1									
-dic-24	17:00	17:15	3										
21-dic-24	17:15	17:30		3									
21-dic-24	17:30	17:45	3										
-dic-24	17:45	18:00	2	1									
21-dic-24	18:00	18:15	5	1									
21-dic-24	18:15	18:30	4	2									
dic-24	18:30	18:45	4	1									
21-dic-24	18:45	19:00	9	3									
21-dic-24	19:00	19:15	6	1									
-dic-24	19:15	19:30	8	3									
21-dic-24	19:30	19:45	3										
21-dic-24	19:45	20:00	6	3									
21-dic-24	20:00	20:15	4	1									
21-dic-24	20:15	20:30	2				1						
21-dic-24	20:30	20:45	4	1									
21-dic-24	20:45	21:00	2										
21-dic-24	21:00	21:15	2	2									
21-dic-24	21:15	21:30	1	2									
21-dic-24	21:30	21:45											
21-dic-24	21:45	22:00	1	1									
21-dic-24	22:00	22:15											
21-dic-24	22:15	22:30											
21-dic-24	22:30	22:45	1	2									
21-dic-24	22:45	23:00	1										
21-dic-24	23:00	23:15											
21-dic-24	23:15	23:30	1										
21-dic-24	23:30	23:45											
21-dic-24	23:45	0:00											
0:00 - 6:00			19	6	0	0	0	0	0	0	0	0	
6:00 - 18:00			133	39	0	0	3	0	0	0	0	0	
18:00 - 24:00			64	23	0	0	1	0	0	0	0	0	
TOTAL			216	68	0	0	4	0	0	0	0	0	

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legaliza ón urbanística del barrio San Seb. tián, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU.

ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA

INFORMACIÓN GENERAL

AFORADOR		UBICACIÓN COORDENADAS	5° 3'2.78"N
COORDINADOR			75°31'25.16"O
VÍA		DÍA No.	6
MOVIMIENTO		DE	7

VEHÍCULOS CONTABILIZADOS

FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	MOTOS	AUTOS	BUSES	BUSETAS	C2-P	C2-G	C3	C4	C5	>C5
22-dic-24	0:00	0:15										
22-dic-24	0:15	0:3(										
22-dic-24	0:30	0:45										
22-dic-24	0:45	1:00										
22-dic-24	1:00	1:1[illegible]										
22-dic-24	1:15	1:30										
22-dic-24	1:30	1:45										
22-dic-24	1:45	2:0	1									
22-dic-24	2:00	2:15										
22-dic-24	2:15	2:30										
22-dic-24	2:30	2:45		2								
22-dic-24	2:45	3:00										
22-dic-24	3:00	3:15										
22-dic-24	3:15	3:30										
22-dic-24	3:30	3:45										
22-dic-24	3:45	4:00	1									
22-dic-24	4:00	4:15										
22-dic-24	4:15	4:30										
22-dic-24	4:30	4:45										
22-dic-24	4:45	5:00										
22-dic-24	5:00	5:15										
22-dic-24	5:15	5:30	3	1								
22-dic-24	5:30	5:45	4									
22-dic-24	5:45	6:00	5	2								
22-dic-24	6:00	6:15	5	1								
22-dic-24	6:15	6:30	6	1								
22-dic-24	6:30	6:45	6									
22-dic-24	6:45	7:00	7									
22-dic-24	7:00	7:15	5	1								
22-dic-24	7:15	7:30	5									
22-dic-24	7:30	7:45	2	3								
22-dic-24	7:45	8:00	4					1				
22-dic-24	8:00	8:15	5									
22-dic-24	8:15	8:30		1								
22-dic-24	8:30	8:45	2				2					
22-dic-24	8:45	9:00	3									
22-dic-24	9:00	9:15	3									
22-dic-24	9:15	9:30	2									
22-dic-24	9:30	9:45	4	2								
22-dic-24	9:45	10:00										
22-dic-24	10:00	10:15	2				1					
22-dic-24	10:15	10:30	1									
22-dic-24	10:30	10:45	4	1								
22-dic-24	10:45	11:00	3									
22-dic-24	11:00	11:15	5				1					
22-dic-24	11:15	11:30	3	2			1					
22-dic-24	11:30	11:45	7	1								
22-dic-24	11:45	12:00	2	1								
22-dic-24	12:00	12:15	3									

2 ·ic-24	12:15	12:30	8				1						
22-dic-24	12:30	12:45	6	2									
22-dic-24	12:45	0:00											
2 ·ic-24	13:00	13:15	9										
22-dic-24	13:15	13:30	2										
22-dic-24	13:30	13:45	6	1									
22 dic-24	13:45	14:00	5	1			1						
22 dic-24	14:00	14:15	5										
22-dic-24	14:15	14:30	2										
2 · dic-24	14:30	14:45	2										
2 dic-24	14:45	15:00	1	4									
22-dic-24	15:00	15:15	2				1						
2 · dic-24	15:15	15:30	8	2									
2 dic-24	15:30	15:45	3										
22-dic-24	15:45	16:00	3	2									
22-dic-24	16:00	16:15	2										
2 · lic-24	16:15	16:30	5	1									
22-dic-24	16:30	16:45	3										
2 · dic-24	16:45	17:00	6	3									
· dic-24	17:00	17:15	4	5									
22-dic-24	17:15	17:30	2	1									
22-dic-24	17:30	17:45	5	1			1						
2 · lic-24	17:45	18:00	3										
22-dic-24	18:00	18:15	6										
22-dic-24	18:15	18:30	8	2									
2 · dic-24	18:30	18:45	4										
22-dic-24	18:45	19:00	8	5									
22-dic-24	19:00	19:15	1										
2 · lic-24	19:15	19:30	6	6									
22-dic-24	19:30	19:45	1										
22-dic-24	19:45	20:00	3										
22-dic-24	20:00	20:15											
22-dic-24	20:15	20:30		6									
22-dic-24	20:30	20:45	3										
22 lic-24	20:45	21:00	2										
22 dic-24	21:00	21:15	6										
22-dic-24	21:15	21:30	4										
22-dic-24	21:30	21:45	2										
22-dic-24	21:45	22:00		1									
22-dic-24	22:00	22:15	2	1									
22-dic-24	22:15	22:30											
22-dic-24	22:30	22:45											
22-dic-24	22:45	23:00											
22-dic-24	23:00	23:15											
2 · dic-24	23:15	23:30											
22-dic-24	23:30	23:45											
22-dic-24	23:45	0:00		1									
0:00 - 6:00			14	5	0	0	0	0	0	0	0	0	
6:00 - 18:00			181	41	0	0	9	1	0	0	0	0	
18:00 - 24:00			56	22	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL			251	68	0	0	9	1	0	0	0	0	

Co trato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del barrio San Sebastián localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU.

ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA

INFORMACIÓN GENERAL

AFORADOR		UBICACIÓN COORDENADAS	5° 3'2.78"N
COORDINADOR			75°31'25.16"O
VÍA		DÍA No.	7
MOVIMIENTO		DE	7

VEHÍCULOS CONTABILIZADOS

FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	MOTOS	AUTOS	BUSES	BUSETAS	C2-P	C2-G	C3	C4	C5	>C5
23-dic-24	0:00	0:15										
23-dic-24	0:15	0:30										
23-dic-24	0:30	0:45										
23-dic-24	0:45	1:00										
23-dic-24	1:00	1:15										
23-dic-24	1:15	1:30	1									
23-dic-24	1:30	1:45					1					
23-dic-24	1:45	2:00										
23-dic-24	2:00	2:15										
23-dic-24	2:15	2:30										
23-dic-24	2:30	2:45	2									
23-dic-24	2:45	3:00										
23-dic-24	3:00	3:15										
23-dic-24	3:15	3:30		1								
23-dic-24	3:30	3:45										
23-dic-24	3:45	4:00										
23-dic-24	4:00	4:15										
23-dic-24	4:15	4:30	2									
23-dic-24	4:30	4:45										
23-dic-24	4:45	5:00										
23-dic-24	5:00	5:15										
23-dic-24	5:15	5:30	4				1					
23-dic-24	5:30	5:45	2									
23-dic-24	5:45	6:00	1	1								
23-dic-24	6:00	6:15	5									
23-dic-24	6:15	6:30	7	2								
23-dic-24	6:30	6:45	4									
23-dic-24	6:45	7:00	8	1			1					
23-dic-24	7:00	7:15	3									
23-dic-24	7:15	7:30	2									
23-dic-24	7:30	7:45	5	1								
23-dic-24	7:45	8:00	4				1					
23-dic-24	8:00	8:15	2									
23-dic-24	8:15	8:30	4									
23-dic-24	8:30	8:45	2									
23-dic-24	8:45	9:00	2	1								
23-dic-24	9:00	9:15	2	1								
23-dic-24	9:15	9:30	3									
23-dic-24	9:30	9:45	2	1								
23-dic-24	9:45	10:00	4				1					
23-dic-24	10:00	10:15	5	1								
23-dic-24	10:15	10:30	3									
23-dic-24	10:30	10:45	2									
23-dic-24	10:45	11:00	4									
23-dic-24	11:00	11:15	4									
23-dic-24	11:15	11:30	1									
23-dic-24	11:30	11:45	1	1			2					
23-dic-24	11:45	12:00	1									
23-dic-24	12:00	12:15	2				1					

23-dic-24	12:15	12:30	3										
23-dic-24	12:30	12:45	8	1									
23-dic-24	12:45	13:00	4	3									
23-dic-24	13:00	13:15	3										
23-dic-24	13:15	13:30	5										
23-dic-24	13:30	13:45	6				1						
23-dic-24	13:45	14:00	1										
23-dic-24	14:00	14:15	3	1									
23-dic-24	14:15	14:30	1	1									
23-dic-24	14:30	14:45	6										
23-dic-24	14:45	15:00	2				1						
23-dic-24	15:00	15:15	2	2									
23-dic-24	15:15	15:30	1										
23-dic-24	15:30	15:45	3				1						
23-dic-24	15:45	16:00	5	1									
23-dic-24	16:00	16:15	1										
23-dic-24	16:15	16:30	3				1						
23-dic-24	16:30	16:45	2	1									
23-dic-24	16:45	17:00	4										
23-dic-24	17:00	17:15	3	1									
23-dic-24	17:15	17:30	4										
23-dic-24	17:30	17:45	2	1									
23-dic-24	17:45	18:00	3	2									
23-dic-24	18:00	18:15	4	2									
23-dic-24	18:15	18:30	5				1						
23-dic-24	18:30	18:45	8	1			1						
23-dic-24	18:45	19:00	5	3									
23-dic-24	19:00	19:15	6	1									
23-dic-24	19:15	19:30	4	2									
23-dic-24	19:30	19:45	1										
23-dic-24	19:45	20:00	2										
23-dic-24	20:00	20:15	2	1									
23-dic-24	20:15	20:30	1										
23-dic-24	20:30	20:45	2	1									
23-dic-24	20:45	21:00	2										
23-dic-24	21:00	21:15	1										
23-dic-24	21:15	21:30	2	1									
23-dic-24	21:30	21:45	1										
23-dic-24	21:45	22:00	2										
23-dic-24	22:00	22:15	1										
23-dic-24	22:15	22:30		2									
23-dic-24	22:30	22:45	1										
23-dic-24	22:45	23:00											
23-dic-24	23:00	23:15	1										
23-dic-24	23:15	23:30											
23-dic-24	23:30	23:45		1									
23-dic-24	23:45	0:00											
0:00 - 6:00			13	2	0	0	2	0	0	0	0	0	
6:00 - 18:00			157	23	0	0	10	0	0	0	0	0	
18:00 - 24:00			51	15	0	0	2	0	0	0	0	0	
TOTAL			221	40	0	0	14	0	0	0	0	0	

ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA ESTUDIO DE INGENIERIA

ALCALDÍA DE MANIZALES

Contrato Nº 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del barrio San Sebastián, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU.

CONTRATISTA: DAVID VALLEJO OSORIO

C.C. 75.096.478

ATRIA ESTUDIO DE INGENIERIA

DISEÑO GEOMETRICO

SAN SEBASTIAN MANIZALES – CALDAS

DISEÑADOR: DIANA MARCELA LÓPEZ GOMEZ

MANIZALES, DICIEMBRE DE 2024

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del barrio San Sebastián, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU.

VOLUMEN DE DISEÑO GEOMETRICO

Versión	0	Fecha:	Documento original

ELABORÓ

NOMBRE	CARGO	TARJETA PROF	FIRMA
Diana Marcela López Gómez	Ingeniera civil – Especialista en vías y transportes	17202 - CLD	

APROBÓ

VERSIONES

N°	MODIFICACIONES	OBSERVACIONES
V0		Documento Original
V1		
V2		

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

1. DESCRIPCION GENERAL DE LA CARRETERA 5
1.1 INTRODUCCIÓN 5
1.2 OBJETIVOS Y ALCANCE 6
1.2.1 OBJETIVOS GENERALES 6
1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 6
1.2.3 ALCANCE 6
1.3 METODOLOGIA 6
1.4 NORMATIVIDAD 7
1.5 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA VÍA A DISEÑAR 7
2. TRABAJOS TOPOGRAFICOS 8
3. PARAMETROS GENERALES ADAPTADOS PARA EL DISEÑO GEOMETRICO 8
3.1 VELOCIDAD DE DISEÑO 8
3.2 VEHICULO DE DISEÑO 9
4. COMPONENTES DEL DISEÑO GEOMETRICO 11
4.1 DISEÑO EN PLANTA DEL EJE DE LA CARRETERA 11
4.1.1 PERALTE 12
4.1.2 FRICCIÓN TRANSVERSAL MAXIMA 12
4.1.3 RADIO DE CURVATURA MÍNIMO 12
4.1.4 LONGITUD DE LA CURVA 13
4.2 DISEÑO DE PERFIL DEL EJE DE LA CARREERA 14
4.2.1 PENDIENTE MAXIMA Y MINIMA 14
4.2.2 LONGITUD MINIMA DE LATANGENTE VERTICAL 15
4.2.3 TIPOS DE CURVAS VERTICALES 16
4.2.4 SECCION TRANSVERSAL 16
5. MOVIMIENTOS DE TIERRA Y CANTIDADES DE MATERIALES 17
6. SEÑALIZACION 17
6.1 SEÑALES VERTICALES 17
6.1.1 UBICACIÓN DE LAS SEÑALES VERTICALES 18
6.1.1.1 UBICACIÓN LATERAL 18
6.1.1.2 UBICACIÓN LONGITUDINAL 19

6.1.2 SOPORTE 20
6.1.3 DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL 20
6.2 DEMARCACIONES VIALES 21
6.2.1 CLASIFICACION 22
6.2.2 DEMARCACIONES PLANAS 22
6.2.2.1 LINEAS LONGITUDINALES 22
6.2.2.2 LINEAS CENTRALES 22
6.2.2.3 LINEAS DE BORDE DE PAVIMENTO 23
6.2.3 DISEÑO DEMARCACIONES VIALES 24
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 25
8. ANEXOS ..... ¡Error Marcador no definido.

TABLA DE FIGURAS

Figura. 1 Localización de la vía que conectara la vía local que llega al Mega colegio con la vía que conduce al guamo.
Figura. 2 Vehículo de diseño
Figura. 3 Trayectoria de giro
Figura. 4 Ejes viales según urbanismo
Figura. 5 Longitud mínima y máxima de la curva vertical
Figura 6. Sección transversal típica
Figura 7. Ubicación lateral de las señales
Figura 8. Distancia entre señales verticales Cruce Escolar
Figura 1.-Orientación de las señales verticales
Figura 10- Esquema del cruce tipo cebra
Figura 11.- Representación de la demarcación vial

1. DESCRIPCION GENERAL DE LA CARRETERA

1.1 INTRODUCCIÓN

Las vías de comunicación son un componente fundamental para el desarrollo y funcionamiento de las ciudades, regiones y países. En particular, las vías terrestres desempeñan un papel crucial en el transporte de personas, mercancías y en la conexión de diferentes áreas geográficas. Este informe tiene como objetivo analizar las características, condiciones y atender las disposiciones del urbanismo aprobado en la zona donde actualmente se encuentra construido el Mega Colegio. A través de un examen detallado de los aspectos técnicos, de infraestructura, topografía y seguridad, se pretende proporcionar una visión integral sobre el estado actual de las vías y las oportunidades para optimizar su funcionamiento, contribuyendo así uno de los ejes estratégicos presentes en el plan de desarrollo de la ciudad de Manizales "Ciudad Sostenible y Resiliente", donde se adopta la estrategia de mejoramiento integral de barrios, la cual tiene como objetivo central generar una mayor equidad social a través de la provisión de bienes y servicios urbanos, y disminuir la vulnerabilidad de los asentamientos frente a las amenazas presentes en el territorio.

Se presentan en este documento las consideraciones para el diseño geométrico de vías, plasmando después de un análisis detallado de parámetros de diseño para garantizar la coherencia de todos los elementos y conservar la seguridad vial, considerando las normas colombianas y municipales para el desarrollo del proyecto. Se establecen los criterios y características de diseño, construcción, ubicación e instalación de elementos geométricos de acuerdo con el proyecto urbanístico.

Se realizó un trazado inicial del corredor en el cual se pudo identificar la topografía y las condiciones geométricas que podría generar dicho trazado, a partir de este se modificaron elementos geométricos y ubicación del eje central de la vía con el fin de llegar a un trazado definitivo y orientar los demás estudios que se requieren.

1.2 OBJETIVOS Y ALCANCE

1.2.1 OBJETIVOS GENERALES

Realizar el Diseño Geométrico de una vía que conecta la vía local que llega al mega colegio y conecta con la vía que conduce al guamo.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ A partir del levantamiento topográfico realizar el diseño del alineamiento horizontal de los tramos viales adecuados para el proyecto.
- ✓ Desarrollar el diseño del alineamiento vertical teniendo en cuenta las curvas y tangentes.
- ✓ Definir todos los elementos geométricos adecuados para la zona de intervención cumpliendo con la normatividad
- ✓ Realizar el cálculo de los movimientos de tierras y materiales de elementos que componen el diseño geométrico.

1.2.3 ALCANCE

El logro de los anteriores objetivos se limita al diseño de una vía nueva que conecte la vía local que llega al mega colegio con la vía que conduce al guamo.

Parámetros:

- ✓ Se deberán examinar la mejor disposición del eje vial el cual permita el desarrollo del camino de manera segura según la topografía de la zona y garantizar que los elementos geométricos finales cumplan con las condiciones de funcionalidad y seguridad vial.
- ✓ Diseño en planta, perfil longitudinal, peraltes y sección transversal.
- ✓ Ancho de calzada: 6.00m con zona verde de 0.50m y anden de 1.20m a ambos lados de la calzada.

1.3 METODOLOGIA

Para el desarrollo de los estudios mencionados y para la determinación de las soluciones que en este se plantean, fue establecida una metodología basada en el "Manual de Diseño geométrico de carreteras, del instituto nacional de vías (2018), además diferentes criterios que se enuncian a continuación, con el ánimo de cumplir con los diferentes objetivos planteados.

- ✓ **Visita al sitio de interés:** Recorrido por parte del personal profesional, con el fin de evidenciar condiciones topográficas, cubiertas vegetales, infraestructura existente, condiciones especiales y realizar registros fotográficos.

- ✓ **Recopilación de información existente:** Se utiliza topografía suministrada por el cliente, se inician los procesos de diseño del proyecto, además se utilizan fotografías aéreas de la zona.

- ✓ **Trabajo de oficina:** Se realiza el diseño geométrico de la vía, el cual comprende el alineamiento horizontal, vertical, las secciones transversales, peraltes, entre otros. Este diseño debe mejorar la comodidad, seguridad y condiciones socioeconómicas de la zona a través de una mejor movilidad.

1.4 NORMATIVIDAD

- ✓ Manual de Diseño Geométrico de Carreteras – INVÍAS 2008
- ✓ AASHTO-2011-A Policy on Geometric Design of Highways and Streets
- ✓ Guía para el diseño geométrico de vías urbanas para ciudades intermedias con Sistemas Estratégicos de Transporte Publico. Paz Ante, L A (2018)
- ✓ Calculo y diseño de glorietas. Arboleda Vélez, G (2000)
- ✓ POT 2017 PDF-20241128T201305Z-001 MANIZALES
- ✓ Manual de señalización vial, dispositivos uniformes en la infraestructura vial para a regulación y la seguridad vial 2024.

1.5 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA VÍA A DISEÑAR

La vía a diseñar se encuentra localizada en la comuna "Ciudadela del Norte" dentro del perímetro urbano de la ciudad de Manizales y hace parte del predio identificado con la ficha catastral 17001010300001054000100C000000 propiedad del Municipio de Manizales caldas.



Figura. 1 localización de la vía que conectara la vía local que llega al Mega colegio con la vía que conduce al guamo.
Fuente: Elaboración propia con base en las fotografías aéreas de Google Maps

Esta vía contribuirá al desarrollo en el barrio San Sebastián, ya que la conexión que se hará desde el barrio hacia la vereda el guamo abrirá espacio ya dispuesto en la licencia de urbanización del sector, y permitirá más adelante la ejecución de las construcciones dispuestas allí.

La topografía muestra la necesidad de que la vía sea construida sobre un terraplén, para que los elementos geométricos puedan cumplirse según la normatividad vigente y que la sección transversal propuesta en el urbanismo pueda adaptarse adecuadamente.

2. TRABAJOS TOPOGRAFICOS

Siendo uno de los aspectos fundamentales para la definición del diseño vial, se solicita topografía de la zona la cual es suministrada por la entidad contratante, el documento usado esta referenciado de la siguiente manera: **VÍA -I.E.SAN SEBASTIAN.dwg** Archivo que se encuentra en la carpeta de **"Levantamiento topográfico".**

3. PARAMETROS GENERALES ADAPTADOS PARA EL DISEÑO GEOMETRICO

3.1 VELOCIDAD DE DISEÑO

Según la *Guía para el diseño geométrico de vías urbanas para ciudades intermedias*, la velocidad es uno de los parámetros decisivos en la elaboración del diseño geométrico de una vía urbana; además, brinda pautas para operación de la misma y para implementar medidas que garanticen la seguridad vial.

En el proceso de asignación de la Velocidad de Diseño se debe otorgar la máxima prioridad a la seguridad de los usuarios. Por ello, la velocidad de diseño a lo largo del trazado debe ser tal que los conductores no sean sorprendidos por cambios bruscos y/o muy frecuentes en la velocidad a la que pueden realizar con seguridad el recorrido.

En vías urbanas el control de la velocidad es esencial debido a la diversidad de actores que interactúan en un corredor; por esto, no debe tenerse Velocidad de diseño y de operación mayores a 60 km/h. En general, la velocidad de diseño se encuentra ligada a la jerarquía de la vía.

De la tabla 5.13. Velocidad de diseño para las vías del SETP de la Guía para el diseño geométrico de vías urbanas para ciudades intermedias, tenemos:

Tabla 5-13. Velocidad de diseño para vías del SETP

Clasificación de acuerdo al SETP	Clasificación de acuerdo al POT	Velocidad de diseño (km/h)
Principales	Vías arterias primarias	40-50
	Vías arterias secundarias	30-50
	Vías colectoras	30
Complementarias	Vías locales	30
	Vías semi-peatonales	20

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1 Velocidad de diseño para vías del SETP
Fuente: guia para el diseño geométrico de vias urbanas para ciudades intermedias

Y teniendo en cuenta que la vía de nuestro interés se clasifica dentro de ***"Vías Colectoras"*** se define entonces que nuestra velocidad de diseño será de 30km/h.

Sin embargo, citamos lo establecido en el POT de la ciudad de Manizales referente a esta clasificación de vías en su apartado de **Velocidad de Diseño**, *"Para vías arterias secundarias y para las **vías colectoras** se debe emplear una velocidad de diseño de 50 kilómetros por hora"*.

3.2 VEHÍCULO DE DISEÑO

El vehículo de diseño es el representativo en el corredor vial según el estudio de tránsito, el cual debe ser seleccionado con el fin de determinar los requerimientos de ancho de carril, bermas, sobre anchos y radio de giro.

Según el estudio de tránsito se tiene un vehículo representativo C2-G

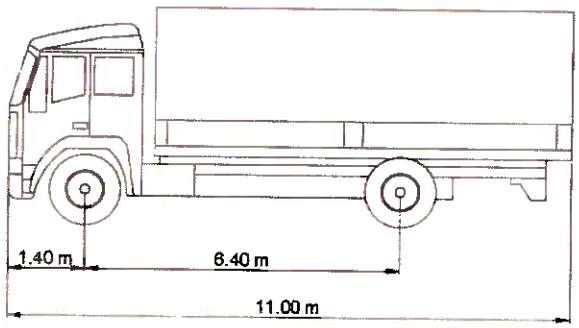


Figura. 2 Vehículo de diseño
Fuente: Manual de Diseño Geométrico del INVIAS

La trayectoria de giro es uno de los conceptos a tener en cuenta para el diseño de la calzada, en la *Figura 4* se presenta la trayectoria de giro del vehículo de diseño adoptado:

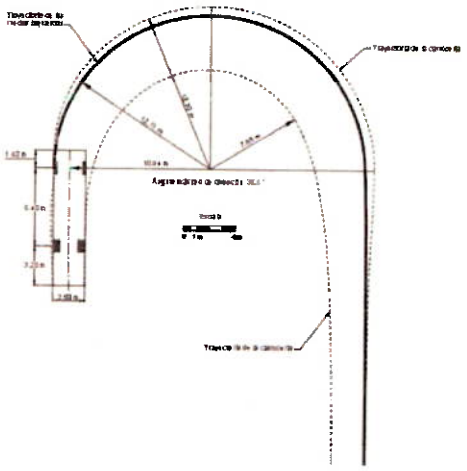


Figura. 3 Trayectoria de giro

Fuente: Manual de Diseño Geométrico del INVIAS

4. COMPONENTES DEL DISEÑO GEOMETRICO

El diseño geométrico del proyecto contiene lo siguiente:

- ✓ Diseño en planta del eje de la carretera.
- ✓ Diseño en perfil del eje de la carretera.
- ✓ Diseño de la sección transversal de la carretera.

4.1 DISEÑO EN PLANTA DEL EJE DE LA CARRETERA

El alineamiento horizontal está constituido por alineamientos rectos, curvas circulares y curvas de grado de curvatura variable que permiten una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa o también entre dos curvas circulares de curvatura diferente. El alineamiento horizontal debe permitir una operación segura y cómoda a la velocidad de diseño.

En este caso, se trazó 1 eje correspondiente a la vía especifica a diseñar, adicionalmente se trazó 1 eje que corresponde a una conexión entre la vía nueva y el Mega colegio por el lado Norte (salida de parqueaderos) y otro que conecta con el lado Sur donde es el ingreso a los parqueaderos del Mega Colegio este con el fin de empalmar estas dos vías ya que la vía nueva sale como una bifurcación de la existente.



Figura 4 Ejes viales según urbanismo

4.1.1 PERALTE

El peralte en las vías urbanas depende de la clasificación vial:

Tabla 6-2. Peralte máximo según la clasificación vial y la velocidad de diseño

CLASIFICACIÓN VIAL	VELOCIDAD DE DISEÑO	PERALTE MÁXIMO
Vía semi-peatonal	≤20 Km/h	2%
Vía local	20 - 30 Km/h	4%
Vía colectora	30 - 40 Km/h	4%
Vía arteria	40 – 60 Km/h	6%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2 Peralte máximo según la clasificación vial y la velocidad de diseño

En este caso se usa solo el bombeo; pendiente de 2%.

4.1.2 FRICCIÓN TRANSVERSAL MAXIMA

Está determinado por numerosos factores, entre los cuales el estado de la superficie de rodadura, la velocidad del vehículo y el tipo y condiciones de las llantas de los vehículos. Se adoptan los valores del coeficiente de fricción transversal propuestos en el manual del INVIAS, los cuales se indican en la siguiente tabla.

VELOCIDAD ESPECÍFICA V_{CH} (km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL MÁXIMA $f_{Tmáx}$	0.35	0.28	0.23	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.09	0.08

Tabla 3 Fricción transversal máxima

Fuente: Manual de Diseño Geométrico del INVIAS

Se toma **0.28** como coeficiente de fricción transversal máximo.

4.1.3 RADIO DE CURVATURA MÍNIMO

El Radio mínimo de curvatura solo debe ser usado en situaciones extremas, donde sea imposible la aplicación de radios mayores. El radio mínimo se calcula de acuerdo al criterio de seguridad ante el deslizamiento mediante la aplicación de la ecuación de equilibrio:

$$R_C = \frac{V_{CH}^2}{127 \times (e + f_T)}$$

Donde: R_C: **Radio de la curva circular, en metros.**

V_{CH}: **Velocidad Específica para la que se diseña la curva, en km/h.**

e: **Peralte de la calzada en la curva, en tanto por uno.**

f_T: **Coeficiente de fricción transversal.**

Se resuelve la ecuación con el peralte máximo (4% en tanto por uno), el coeficiente de fricción máximo (0.28) para la velocidad específica de diseño de 30 Km/h, se obtiene el radio de curvatura mínimo de 22 m, lo cual se verifica en la tabla 4.

Tabla 6-3. Radio mínimo

Velocidad de diseño V_d km/h	Peralte máximo $e_{máx}$ (%)	Coeficiente de fricción transversal $f_{máx}$	Radio mínimo $R_{C\ min}$ (m)	
			Calculado	Redondeado
20	2	0.35	8.51	9
30	4	0.28	22.15	22
40	4	0.23	46.66	47
50	6	0.19	78.74	79
60	6	0.19	113.39	113

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4 Radio Mínimo
Fuente: Manual de Diseño Geométrico del INVIAS

4.1.4 LONGITUD DE LA CURVA

La longitud mínima aceptable de una curva circular, es la correspondiente a la distancia que pueda recorrer un vehículo a la Velocidad Específica (VCH) del elemento durante dos segundos (2 s), es decir:

$$\mathbf{Lc\ mín = 0.556 \times V_{CH}\ ;\ V_{CH}: Velocidad\ Específica\ en\ km/h}$$

La longitud mínima de la curva circular, en este caso es de 16.7 m, la cual cumple en cada una de las curvas resultantes en el diseño geométrico.

4.2 DISEÑO DE PERFIL DEL EJE DE LA CARREERA

El alineamiento vertical se compone de alineamientos rectos llamados tangentes verticales, que se unen en los puntos llamados PIV (puntos de intersección vertical). El cambio de pendiente entre tangentes se hace mediante curvas parabólicas de longitud especifica; cuando el cambio de la pendiente es menor al 1% se puede prescindir del uso de una curva vertical parabólica y en su lugar se conforma un PQV (punto de quiebre vertical.

El alineamiento vertical y el alineamiento horizontal deben ser consistentes y balanceados, en forma tal que los parámetros del primero correspondan y sean congruentes con los del alineamiento horizontal. Por lo tanto, es necesario que los elementos del diseño vertical tengan la misma Velocidad Específica del sector en planta que coincide con el elemento vertical en estudio.

Después de tener definido el alineamiento horizontal se determinó el perfil de diseño, mediante las cotas obtenidas de la nivelación de precisión a lo largo del tramo de carretera.

Sobre el perfil del diseño se proyectó la rasante, definiendo las pendientes y la longitud de las curvas verticales, teniendo en cuenta los puntos obligados.

4.2.1 PENDIENTE MAXIMA Y MINIMA

La pendiente mínima longitudinal de la rasante debe garantizar especialmente el escurrimiento fácil de las aguas lluvias en la superficie de rodadura y en las cunetas. La pendiente mínima que garantiza el adecuado funcionamiento en vías urbanas en terreno plano es de cero puntos veinticinco por ciento (0.25%) y cero puntos tres por ciento (0.5%) para diseño en terreno montañoso y ondulado.

La pendiente máxima de una tangente vertical debe ser de 12%, y en casos en los que no se pueda cumplir este valor, deben reforzarse la señalización y la demarcación, e implementarse medidas orientadas al control de la velocidad de descenso.

Para la selección de la pendiente máxima es necesario considerar dos situaciones. La primera, cuando durante el desarrollo de los estudios para la definición del corredor de ruta, que se llevan a cabo durante la Fase 1 del proyecto, se requiere adoptar la Pendiente Media Máxima del corredor (PMmáx), la cual debe estar en consonancia con la Velocidad de Diseño del tramo homogéneo.

En este caso, las pendientes de las tangentes resultantes cumplen con los valores

establecido en la norma, teniendo como pendiente máxima 11.58%.

4.2.2 LONGITUD MINIMA DE LATANGENTE VERTICAL

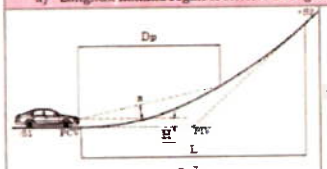
La longitud de la curva vertical se establece según los siguientes criterios:

a. **Criterio de seguridad:**
Establece una longitud mínima que debe tener la curva vertical para que en toda su trayectoria la distancia de visibilidad sea mayor o igual a la de parada (Dp)

b. **Criterio de operación:**
Establece una longitud mínima que debe tener la curva vertical para evitar al usuario la impresión de cambio súbito de pendiente.

c. **Criterio de drenaje:**
Establece una longitud máxima que puede tener la curva vertical para evitar que, por ser muy extensa, en su parte central resulte muy plana, lo que dificulta el drenaje de la calzada.

Tabla 6-13. Longitud mínima y máxima de la curva vertical

CURVA CÓNCAVA	CURVA CONVEXA
a) Longitud mínima según el criterio de seguridad	
	
$K_{mín} = \frac{D_p^2}{120 + 3.5 \times D_p}$	$K_{mín} = \frac{D_p^2}{658}$
$L_{mín} = K_{mín} \times A$	$L_{mín} = K_{mín} \times A$
$K_{mín}$: parámetro mínimo.	$K_{mín}$: parámetro mínimo.
$L_{mín}$: longitud mínima de la curva, en metros.	$L_{mín}$: longitud mínima de la curva, en metros.
D_p: distancia de visibilidad de parada, en metros.	D_p: distancia de visibilidad de parada, en metros.
A: diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%).	A: diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%).
H: altura de los faros delanteros del vehículo, igual a sesenta metros (0.60 m).	$h1$: altura del ojo del conductor, en metros. $h1 = 1.08\ m$
α: ángulo de divergencia de los rayos de luz de los faros delanteros. $\alpha = 1°$	$h2$: altura del obstáculo, en metros. $h2 = 0.60\ m$
b) Longitud mínima de la curva vertical según el criterio de operación	
$L_{mín} = 0.6 \times V_d$	
$L_{mín}$: longitud mínima de la curva, en metros.	
V_d: velocidad de diseño, en Km/h.	
c) Longitud máxima según el criterio de drenaje	
$K_{máx} = 50$	
Siempre y cuando se tengan cambios de pendiente positiva a negativo y viceversa. De lo contrario no se aplica el criterio de longitud máxima según el criterio de drenaje.	

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras - INVIAS.

Figura 5 Longitud mínima y maxima de la curva vertical

4.2.3 TIPOS DE CURVAS VERTICALES

Las curvas verticales en la vía según su forma se clasifican como curvas verticales cóncavas y convexas, y de acuerdo con la proporción entre sus ramas, se clasifican como simétricas o asimétricas. Los dos tipos de curvas se tuvieron en cuenta para el diseño geométrico en perfil.

Tabla 6-14. Valores de Kmín para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según el criterio de operación de curvas verticales

VELOCIDAD DE DISEÑO V_d (Km/h)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA D_p (m)	VALORES DE KMIN				LONGITUD MÍNIMA SEGÚN EL CRITERIO DE OPERACIÓN (m)
		Curva convexa		Curva cóncava		
		Calculado	Redondeado	Calculado	Redondeado	
20	20	0.6	1.0	2.1	3.0	20
30	35	1.9	2.0	5.1	6.0	20
40	50	3.8	4.0	8.5	9.0	24
50	65	6.4	7.0	12.2	13.0	30
60	85	11	11	17.3	18.0	36

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras - INVIAS.

Tabla 5. Valores de Kmín para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según criterio de operación en curvas verticales.

- ✓ Kmin Curva convexa = 2
- ✓ Kmin Curva cóncava = 6
- ✓ Lmin Curva vertical = 20

4.2.4 SECCION TRANSVERSAL

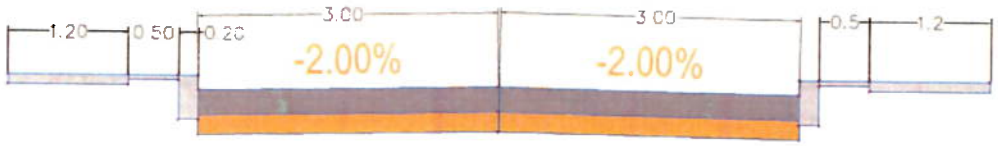


Figura 6. Sección transversal típica

5. MOVIMIENTOS DE TIERRA Y CANTIDADES DE MATERIALES

A partir de las modelaciones del corredor vial se obtuvieron las siguientes cantidades de materiales y movimientos de tierra, los cuales son insumo para el cálculo de presupuesto de obra:

Material	Volumen m^3
Corte	57.62
Lleno	2266.03

Tabla 6. Cortes y llenos

6. SEÑALIZACION

El diseño de la señalización vial para el tramo vial estudiado, se realizó siguiendo los parámetros definidos en el "Manual de Señalización 2024, dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia" del Ministerio de Transporte de Colombia que se encuentra vigente, y abarcó tanto la señalización vertical como la horizontal.

Los materiales, dimensiones, proceso de instalación y demás requerimientos necesarios al momento de la construcción del proyecto, deberán ceñirse al manual mencionado anteriormente y a las normas y especificaciones del Instituto Nacional de Vías (INVIAS).

En este caso, se tiene una proximidad significativa a una zona escolar por tanto es importante tener en cuenta las señales que alerten a los conductores del tipo de peatones que transitan.

En cuanto a la señalización horizontal se ubicaron marcas longitudinales como de borde de pavimento a lo largo del tramo vial. Así como también marcas transversales y cebras.

Anexo al presente documento se encuentran los listados de la localización de cada una de las señales propuestas. Además de encontrarse plasmadas en los planos correspondientes.

6.1 SEÑALES VERTICALES

Las señales verticales son placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre la vía o adyacentes a ella, que mediante símbolos o leyendas determinadas cumplen la función de prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza, reglamentar las prohibiciones o restricciones respecto del uso de las vías, así como brindar la información necesaria para guiar a los usuarios de las mismas.

De acuerdo con la función que cumplen, las señales verticales se clasifican en:

- ✓ Señales reglamentarias: Las señales reglamentarias tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de las mismas, así como las limitaciones, prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes. Su violación acarrea las sanciones previstas en el Código Nacional de Tránsito
- ✓ Señales preventivas: Las señales preventivas tienen como propósito advertir a los usuarios de la vía la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente otemporal
- ✓ Señales informativas: Las señales informativas tienen como propósito orientar y guiar alos usuarios del sistema vial, entregándoles la información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible.

6.1.1 UBICACIÓN DE LAS SEÑALES VERTICALES

6.1.1.1 UBICACIÓN LATERAL

Las señales se colocarán a lado y lado de la vía, teniendo en cuenta el doble sentido de circulación del tránsito, de forma tal que el plano frontal de la señal y el eje de la vía formen un ángulo comprendido entre 90 y 95 grados, con el fin de permitir una óptima visibilidad al usuario.

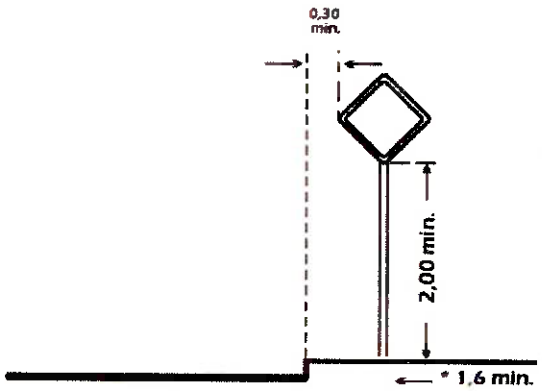


Figura 7. Ubicacion lateral de las señales.
Fuente: Manual de Señalización Vial (INVIAS, 2024)

6.1.1.2 UBICACIÓN LONGITUDINAL

En este caso se usa el esquema recomendado por el Manual de señalización vial para la ubicación de las señales verticales, las cuales especialmente informan sobre la proximidad a una zona escolar y el paso de peatones, en la figura 8 se observa el rango de longitudes para este esquema de proximidad escolar.

Debido al poco desarrollo de la vía de interés, se marcan las señales que allí corresponden, sin embargo, es importante que en los tramos ale años se pueda complementar esta señalización para que sea funcional en ambos sentidos de la vía.

Figura 3-49. Cruce escolar

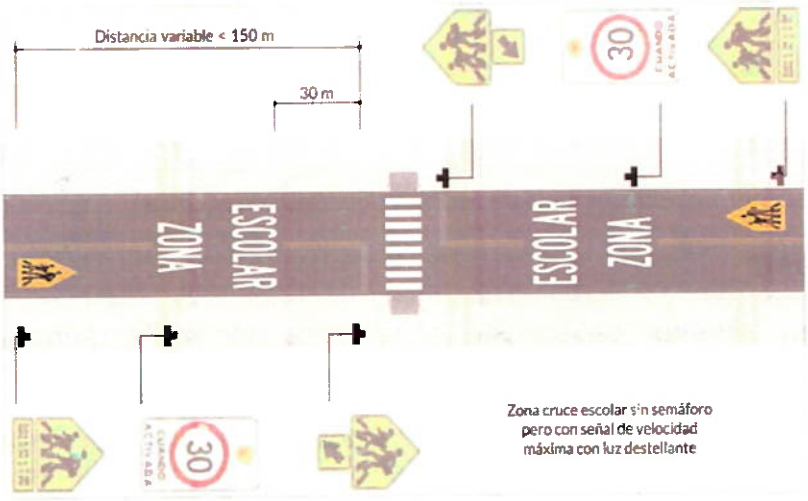


Figura 8. Distancia entre señales verticales Cruce Escolar
Fuente: Manual de Señalización Vial (INVIAS, 2024)

La orientación de las señales debe estar de tal manera que la cara de la señal y un alinea paralela al eje de la calzada formen un Angulo como el que se muestra en la siguiente figura 9, con el fin de reducir el fenómeno de reflexión especular.

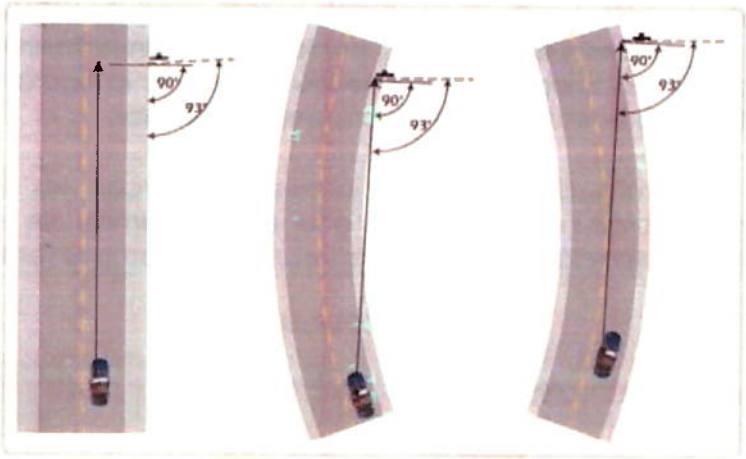


Figura 2.-Orientación de las señales verticales
Fuente: Manual de Señalización Vial (INVIAS, 2024)

6.1.2 SOPORTE

Se deben utilizar sistemas de soporte constituidos por poste monolítico y brazos, elaborados en perfil en ángulo de hierro de dos pulgadas (2") por dos pulgadas (2") por un cuarto de pulgada (1/4"), de espesor para el elemento vertical y un octavo de pulgada(1/8") de espesor para los elementos horizontales, con límite de fluencia mínimo de veinticinco kilogramos por milímetro cuadrado (25 kg/mm2) en todos los tipos de señales,el cual será de primera clase, no permitiéndose hormigueo en ninguna parte de su longitud.

También pueden ser fabricados en tubo, galvanizado redondo o cuadrado, de dos pulgadas (2") y dos milímetros (2 mm) de espesor; en este caso todos los extremos expuestos deben estar sellados con su respectiva tapa metálica soldada en todo su perímetro para evitar la penetración de agua. (Manual de señalización INVIAS 2015).

6.1.3 DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Para este caso se realiza el diseño de la señalización vertical para la vía en cuestión, en la tabla 10 se relaciona cada una de las señales utilizadas en el diseño tanto de la calzada como de la ciclorruta, con su debida descripción y referencia de ubicación sobre vía.

TIPO DE SEÑAL	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN	LOCALIZACIÓN	CANTIDAD
Preventiva	SP-47B		FRENTE AL INGRESO AL COLEGIO	2
Preventiva	SP-47		K0+0.80	1

Tabla 7. Diseño de señalización vertical del tramo vial
Fuente: Elaboración propia.

6.2 DEMARCACIONES VIALES

La señalización horizontal, corresponde a la aplicacion de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos.

Las marcas viales deben hacerse mediante el uso de pinturas en frío o en caliente. Sin embargo, puede utilizarse otro tipo de material, siempre que cumpla con las especificaciones de color y visibilidad; siendo necesario que no presenten condiciones deslizantes, especialmente en los pasos peatonales y en las proximidades a éstos. Para complementar las líneas longitudinales, podrán utilizarse unidades individuales (tachas, estoperoles o pintura termoplástica con pequeños abultamientos – vibraline), que sobresalgan menos de 2,5 cm de la superficie del pavimento y de color blanco o amarillo.

6.2.1 CLASIFICACION

La señalización horizontal se clasifica según su forma:

- ✓ Líneas longitudinales: se emplean para delimitar carriles y calzadas, para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar o de cambio de carril, zonas con prohibición de estacionar, y para delimitar carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.
- ✓ Líneas transversales: se emplean fundamentalmente en intersecciones para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para demarcar senderos destinados al cruce de peatones o de bicicletas.
- ✓ Demarcaciones para cruces: se emplean en las intersecciones de vías o cruces que requieren de una señalización vertical y/o semaforización que establezca la prioridad entre ellos; las señales verticales y/o semáforos, en el caso de vías pavimentadas, deben ser complementadas con demarcaciones que también definan los lugares de cruce.
- ✓ Demarcación de líneas de estacionamiento.
- ✓ Demarcación de paraderos.
- ✓ Símbolos y leyendas: se emplean tanto para guiar y advertir al usuario de las vías como para regular la circulación de vehículos y peatones. Se incluyen en este tipo de demarcación las flechas, símbolos, triángulos CEDA EL PASO y leyendas tales como PARE y DESPACIO, SOLO BUS, entre otras.

La señalización horizontal se clasifica según su altura:

- ✓ Aquéllas de hasta 6 mm de altura.
- ✓ Aquéllas de más de 6 mm y hasta 21 mm de altura para las tachas y 150 mm para los otros delineadores de piso y que son utilizadas para complementar a las primeras. El hecho de que esta demarcación sea elevada aumenta su visibilidad, especialmente al ser iluminada por la luz proveniente de los faros de los vehículos, aun en condiciones de lluvia, situación en la cual, generalmente, la demarcación plana no es eficaz.

6.2.2 DEMARCACIONES PLANAS

6.2.2.1 LINEAS LONGITUDINALES

Las líneas longitudinales se emplean para delimitar carriles y calzadas; para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar o cambiar de carril; zonas con prohibición de estacionar; y para delimitar carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos, por ejemplo carriles exclusivos de bicicletas, motocicletas o buses.

6.2.2.2 LINEAS CENTRALES

Estas líneas se conocen como líneas centrales porque se encuentran entre dos flujos.

Son de color amarillo cuando separan dos sentidos de tránsito y se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar donde se separan los flujos de circulación opuestas.

Dada la importancia de estas líneas en la seguridad del tránsito, ellas deben encontrarse siempre presentes en toda la vía bidireccional con ancho de calzada de 5.5 m o más. En calzadas con anchos inferiores a 7.3 m se debe marcar el eje central con una solo línea continua amarilla para vías rurales y ancho inferior a 6.5 m para vías urbanas

6 2.2.3 LINEAS DE BORDE DE PAVIMENTO

Estas líneas indican a los conductores, especialmente en condiciones de visibilidad reducida, donde se encuentra el borde exterior del pavimento, lo que les permite posicionarse correctamente respecto de éste y así tener menos probabilidad de invadir un carril en contraflujo.

6.2.2.4 Demarcaciones para cruces tipo cebra

Las demarcaciones de un cruce tipo cebra consisten en una línea de detención por sentido y una sucesión de líneas paralelas de 40 a 50 cm de ancho, separadas entre si 4 a 100 cm y colocadas en posición perpendicular al flujo peatonal en forma cebreada, con una longitud igual al ancho de las aceras entre las que se encuentra situadas, pero en ningún caso menor de 2m.

En la figura 11 se muestra un esquema de un cruce tipo cebra

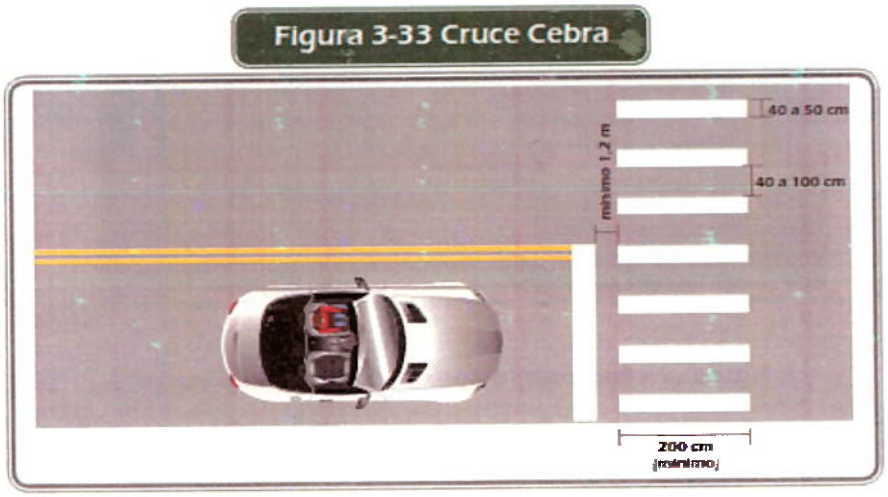


Figura 10- Esquema del cruce tipo cebra.
Fuente: Manual de Señalización Vial (INVIAS, 2024)

6.2.3 DISEÑO DEMARCACIONES VIALES

Se realiza el diseño de las demarcaciones viales en el tramo objeto del estudio, quedando así:

- ✓ A lo largo de todo el corredor vial, se realizarán líneas de borde de color blanco.
- ✓ Se deben realizar demarcaciones viales tipo cebreado con el fin de permitir el paso de peatones, estas se dispondrán en todo el frente del acceso principal del colegio.
- ✓ Se usan demarcaciones viales tipo flechas que demarcan el doble sentido de la vía.
- ✓ Se usan demarcaciones viales tipo PARE con el fin de indicar en las intersecciones la prioridad de paso de vehículos.

En la figura 14 se muestra la representación de la demarcación vial tanto de para la calzada vial como para la ciclorruta



Figura 11.- Representación de la demarcación vial

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

✓ El diseño geométrico se rigió bajo las siguientes características teniendo como principal objetivo adaptarnos a las secciones transversales propuestas en el urbanismo:

PARÁMETRO	UNIDAD	OBSERVACIONES
Velocidad de diseño (Vtr)	km/h	30.0
Ancho de calzada	m	6
Anden y zona verde		Ambos lados
Bombeo normal	%	2.0
Peralte máximo	%	2.0
Pendiente máxima	%	12%
Pendiente mínima	%	0.5%
K mínimo curva vertical cóncava		6.0
K mínimo curva vertical convexa		2.0
Longitud mínima de curva vertical		17

✓ El diseño geométrico fue basado en las exigencias y recomendaciones dispuestas en el manual de **diseño geométrico del INVIAS del año 2008** la Guía para el diseño geométrico de vías urbanas para ciudades intermedias con Sistemas Estratégicos de Transporte Publico. Paz Ante, L A (2018) y el **POT 2017 PDF-20241128T201305Z-001 MANIZALES**, es importante aclarar que estos documentos son guías ya que no existe una normatividad específica para vías urbanas, por tanto, es posible que algunos parámetros no se ajusten a los expresados en dichos documentos, adicionalmente cualquier modificación debe ser consultado con anterioridad.

✓ El diseño geométrico presentado se encuentra en congruencia con las señales recomendadas en el capítulo de señalización, estas tienen incidencia en la seguridad vial y no deben ser modificadas sin previa consulta.

✓ Las demarcaciones y señales de tránsito propuestas deberán cumplir con las especificaciones planteadas en el Manual de señalización vial, dispositivos uniformes en la infraestructura vial para a regulación y la seguridad vial 2024.

✓ Es importante realizar un buen empalme entre la vía existente y la bifurcación que se propone, con el fin de que el cambio vial sea adecuado y seguro para los vehículos.

PRESUPUESTO DE OBRA

Obra:	PRESUPUESTO SAN SEBASTIAN PAVIMENTO FLEXIBLE	FECHA:	26-jun-25

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT.	VR. UNIT	VR.TOTAL
1	**PRELIMINARES**				**488,484.00**
1.1	LOCALIZACION-REPLANTEO VIAS URBANAS	ML	108	4,523.00	488,484.00
				SUBTOTAL CAP 1 PRELIMINARES:	**488,484.00**
2	**EXCAVACIONES Y MOVIMIENTOS DE TIERRA**				**42,393,66**
2.1	EXCAVACIÓN EN MATERIAL COMÚN DE PRÉSTAMOS	M3	57.62	3,733.00	215,095.00
2.2	RETIRO ACARREO MATERIAL VOLQUETA KILOM	M3K	921	1,720.00	1,584,120.00
2.2	MURO DE TIERRA ESTABILIZADA MECANICAMENTE CON GEOSINTETICO TIPO _ Y RELLENO TIPO _	M3		98,336.00	0.00
2.3	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR DE LA EXPLANACIÓN Y CANALES	M3	2266	14,672.00	33,247,192.00
2.4	DESMONTE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS	M2	2260	3,251.00	7,347,260.00
				SUBTOTAL CAP. 2 EXCAVACIONES Y MOVIMIENTOS DE TIERRA:	**42,393,667**
3	**ESTRUCTURA DE PAVIMENTO**				**116,488,750**
3.1	BASE COMP.MAT. TRITURAD GRANUL NORTE	M3	71	84,340.00	5,988,140.00
3.2	CARPETA ASFALTICA - NORTE (ST)	M3	54	710,889.00	38,[illegible]8,006.00
3.3	ANDEN CONCRETO 10CM 3000 PSI	M2	284	109,092.00	30,982,128.[illegible]
3.4	SARDINEL EN CONCRETO 40X15 TRAPEZOIDAL	ML	236	49,009.00	11,566,124.00
3.5	BARANDA METAL.TUBO GALV. 2" S. DIS"	ML	216	136,872.00	29,564,352.00
				SUBTOTAL CAP. 3 ESTRUCTURA DE PAVIMENTO:	**116,488,750**
4	**ACUEDICTOS Y ALCANTARILLADOS**				**[illegible].399,657**
4.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION TUBERÍA PVC CORRUGADA DE 250 M.M. (10") PARA ALCANTARILLADO	ml	90	182,115.00	16,390,350.00
4.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION EMPALME A CÁMARAS DE INSPECCIÓN CONCRETO CLASE II	und	1	125,456.00	125,456.00
4.3	TRANSPORTE E INSTALACION CÁMARA CIRCULAR DE INSPECCIÓN/CAÍDA D=1.20 M. EN CONCRETO CLASE II	ml	7.2	235,807.00	1,697,810.00
4.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION BASE-CAÑUELA CÁMARA CIRCULAR INSPEC D=1.20 M EN CONCRETO CLASE II	und	4	583,436.00	2,333,744.00
4.5	TRANSPOPTE E INSTALACION ARO-TAPA HD DE 0.60 M. PARA CÁMARA CIRCULAR DE INSPECCIÓN-ANTI RUIDO PARA TRAFICO PESADO 40 TON	und	4	181,099.00	724,396.00
4.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION SUMIDERO DOBLE REJA TIPO SIFÓN EN CONCRETO CLASE II-TAPA EN POLIPROPILENO D=0,58M	und	4	2,017,671.00	8,070,684.00
4.7	EXCAVACIÓN EN ZANJA - CONGLOMERADO - 2.01 A 4.00 M	m3		67,368.00	0.00
4.8	EXCAVACIÓN EN ZANJA - MATERIAL COMÚN - 0.0 A 2.0 M	m3		43,185.00	0.00
4.9	EXCAVACIÓN EN ZANJA - MATERIAL COMÚN 2.01 A 4.00 M	m3		52,217.00	0.00
4.10	RELLENO EN MATERIAL SELECCIONADO PROVENIENTE DE LA EXCAVACION (APISONADO)	m3		42,529.00	0.00
4.11	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3		72,064.00	0.00
4.12	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN ENTIBADO HORIZONTAL/VERTICAL TIPO 1	ml	90	51,495.00	4,634,550.00

4.13	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE EN VOLQUETA, CARGUE MECANICO	m3		32,830.00	0.00
4.14	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE SUSTITUCIONES EN ARENA LIMPIA PARA TUBERÍAS	m3	9	46,963.00	422,667.00
				SUBTOTAL CAP. 4 ACUEDICTOS Y ALCANTARILLADOS:	**34,399,657**

5	**SEÑALIZACION Y CONTROL DE TRANSITO**				**4,123,337**
5.1	MARCA VIAL EN PINTURA ACRILICA	M2	50	19,042.00	952,100.00
5.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION SEÑALES VERTICALES DOBLE GRADO DIAMANTE SP-47	UND	1	819,911.00	819,911.00
5.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION SEÑALES VERTICALES DOBLE GRADO DIAMANTE SP-47B	UND	2	819,911.00	1,639,822.00
5.4	LINEA DEMARCACION ACRILICA A=12CM	ML	324	2,196.00	711,504.00
				SUBTOTAL CAP. 5 SEÑALIZACION Y CONTROL DE TRANSITO:	**4,123,337**

6	**ITEMS COMPLEMENTARIOS**				**0**
6.1	LIMPIEZA GENERAL	M2		1,849.00	0.00
				SUBTOTAL CAP. 6 ITEMS COMPLEMENTARIOS:	**0**

7	**CONTENCION**				**232,285,624**
7.1	PILOTE CONCRETO REFORZADO	M3	67.35	726,211.00	48,910,311.00
7.2	ACERO REFUERZO FLEJADO 60000 PSI 420Mpa	KLS	3649.5	7,786.00	28,415,163.00
7.3	LOSA MACIZA CIMIENTO H=30 CM	M2	448.1	345,816.00	154,960,150.00
				SUBTOTAL CAP. 7 CONTENCION:	**232,285,624**

VALOR COSTOS DIRECTOS	**430,179,519.00**

COSTOS INDIRECTOS		
VALOR COSTOS DIRECTOS		**430,179,519**
ADMINISTRACION	22.00%	94,639,494
IMPREVISTOS	3.00%	12,905,386
UTILIDAD	5.00%	21,508,976
TOTAL AIU	**30.00%**	**129,053,856**
IVA SOBRE LA UTILIDAD	19.00%	**4,086,705**
VALOR TOTAL PRESUPUESTO		**563,320,080**

VALOR TOTAL PRESUPUESTO	563,320,080

VALOR TOTAL PRESUPUESTO
QUINIENTOS SESENTA Y TRES MILLONES TRESCIENTOS VEINTE MIL OCHENTA A PESOS

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PRESUPUESTO SAN SEBASTIAN PAVIMENTO FLEXIBLE	FECHA: 26-jun-25

MEZCLA CONCRETO 1:2:4 2850 PSI - 20,0 Mpa — **Unidad: M3** — **ITEM: BASICC**

DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
AGUA	LTS	180	3	30.00	5,562.00
CEMENTO GRIS	KLS	310	3	785.00	250,650.50
ARENA GRUESA	M3	0.5	3	60,000.00	30,900.00
GRAVA TRITURADA .3/4	M3	0.98	3	52,571.00	53,065.16
GASOLINA CORRIENTE	GLN	0.1		8,890.00	889.00
ACEITE MOTOR 4 TIEMPOS	GLN	0.006		86,625.00	519.75
				SUBTOTAL MATERIALES	**341,586.41**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 3 AYUDANTE	HC	1.66		37,776.00	62,708.16
MANO OBRA OFICIAL ALBANILERIA	HRS	0.5		12,610.00	6,305.00
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**69,013.16**
EQUIPO					
MEZCLADORA DE 9 PIES CUBICOS	DIA	0.06		30,000.00	1,800.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	1.999		1,600.00	3,198.40
				SUBTOTAL EQUIPO	**4,998.40**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
				COSTO DIRECTO	**415,598.00**

MORTERO 1:2 — **Unidad: M3** — **ITEM: BASICO**

DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
AGUA	LTS	250		30.00	7,500.00
ARENA MEDIANA	M3	0.93		60,000.00	55,800.00
CEMENTO GRIS	KLS	505		785.00	396,425.00
				SUBTOTAL MATERIALES	**459,725.00**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 2 AYUDANTE	HC	1.87		25,184.00	47,094.08
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**47,094.08**
EQUIPO					
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.7690		1,600.00	1,230.40
				SUBTOTAL EQUIPO	**1,230.40**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
				COSTO DIRECTO	**508,049.00**

MEZCLA CONCRETO 1:2:3 3100 PSI - ..,0 Mpa					Unidad: M3
					ITEM: BASICO
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
AGUA	LTS	190	3	30.00	5,871.00
CEMENTO GRIS	KLS	350	3	785.00	282,992.50
ARENA GRUESA	M3	0.56	3	60,000.00	34,608.00
GRAVA TRITURADA .3/4	M3	0.84	3	52,571.00	45,484.42
GASOLINA CORRIENTE	GLN	0.1		8,890.00	889.00
ACEITE .MOTOR 4 TIEMPOS	GLN	0.006		86,625.00	519.75
				SUBTOTAL MATERIALES	**370,364.67**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 3 AYUDANTE	HC	1.92		37,776.00	72,529.92
MANO OBRA OFICIAL ALBANILERIA	HRS	0.5		12,610.00	6,305.00
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**78,834.92**
EQUIPO					
MEZCL DORA DE 9 PIES CUBICOS	DIA	0.06		30,000.00	1,800.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	2.5832		1,600.00	4,133.12
				SUBTOTAL EQUIPO	**5,933.12**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
				COS. D DIRECTO	**455,133.00**

LOCALIZACION-REPLANTEO VIAS URBANAS					Unidad: ML
					ITEM: 1.1
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
INSUM.S COMPLEMENTARIOS	GLB	0.5		600.00	300.00
PLANO	UND	0.02		10,000.00	200.00
				SUBTOTAL MATERIALES	**500.00**
MANO DE OBRA					
M.O. TOPOGRAFIA 2 CADENERO-1 TOP	HC	0.03		98,097.00	2,942.91
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**2,942.91**
EQUIPO					
CAMPERO-CAMIONETA TRANSPORTE MATERIALES	DIA	0.004		250,000.00	1,000.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.05		1,600.00	80.00
				SUBTOTAL EQUIPO	**1,080.00**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
				COS. D DIRECTO	**4,523.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			22.0%		995.06

IMPREVISTOS	3.0%	133.39
UTILIDAD	5.0%	226.15
IVA SOBRE LA UTILIDAD	19.0%	42.97
TOTAL COSTOS INDIRECTOS		1,399.87
	VALOR TOTAL ITEM	5,92[illegible]00

EXCAVACION EN MATERIAL COMUN DE PRESTAMOS					Unidad: M3
					ITEM: 2.1
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 1 AYUDANTE	HC	0.04		12,592.00	503.68
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	503.68
EQUIPO					
RETROEXCAVADORA JD-510	HRS	0.0367		88,000.00	3,229.60
				SUBTOTAL EQUIPO	3,229.60
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
				COSTO DIRECTO	3,733.00
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			22.0%		821.26
IMPREVISTOS			3.0%		111.99
UTILIDAD			5.0%		186.65
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19.0%		35.46
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					1,155.36
				VALOR TOTAL ITEM 4,888.36	4,888.00

RETIRO ACARREO MATERIAL VOLQUETA KILOM					Unidad: M3K
					ITEM: 2.2
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
EQUIPO					
VOLQUETA(ACARREO)	M3K	1.3	0	1,320.00	1,716.00
				SUBTOTAL EQUIPO	1,716.00
OTROS					
				SUBTOTAL TRANSPORTE	-
				COSTO DIRECTO 1,716.00	1,720.00
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			0%		
IMPREVISTOS			0%		-
UTILIDAD			0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD			0%		-
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					-
				VALOR TOTAL ITEM 1,720.00	1,720.00

MURO DE TIERRA ESTABILIZADA MECANICAMENTE CON GEOSINTETICO TIPO_____Y RELLENO TIPO _____					Unidad: M3 ITEM: 2.2
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP %	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
GEOTEXTIL TEJIDO	M2	2.01	0	10,620.90	21,348.00
AGUA	LTS	30	0	30.00	900.00
ARENA FINA	M3	1	5	60,000.00	63,000.00
				SUBTOTAL MATERIALES	85,248.00
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 1 AYUDANTE	HC	0.9		12,592.00	11,332.80
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**11,332.80**
EQUIPO					
TRANSPORTE	GLB	1.56		1,000.00	1,560.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.122		1,600.00	195.20
				SUBTOTAL EQUIPO	**1,755.20**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO	98,336.00	**98,336.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			22.0%		21,633.92
IMPREVISTOS			3.0%		2,950.08
UTILIDAD			5.0%		4,916.80
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19.0%		934.19
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					**30,434.99**
			VALOR TOTAL ITEM	128,770.99	**128,771.00**

EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR DE LA EXPLANACION Y CANALES					Unidad: M3 ITEM: 2.3
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP %	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
				SUBTOTAL MATERIALES	-
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 1 AYUDANTE-1 OFI	HC	0.0292		27,290.00	796.86
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**796.86**
EQUIPO					
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.0219		1,600.00	35.04
COMPACTADOR DE RODILLO POTENCIA: 80HP, PESO:	HORA	0.0188		173,594.00	3,263.56
MOTONIVELADORA POTENCIA 215 HP, ANCHO DE CU	HORA	0.0188		185,947.00	3,514.60
BULDOZER, POTENCIA AL VOLANTE DE 140 HP, MOTO	HORA	0.0143		213,743.00	3,056.52
RETROEXCAVADORA SOBRE ORUGA, POTENCIA 158	HORA	0.0188		213,075.00	4,005.81
				SUBTOTAL EQUIPO	**13,875.53**
OTROS					
				SUBTOTAL TRANSPORTE	-
			COSTO DIRECTO	14,672.39	**14,672.00**
COSTOS INDIRECTOS					

ADMINISTRACIO	2[illegible]		3,227.84
IMPREVISTOS	3%		440.16
UTILIDAD	[illegible]%		733.60
IVA SOBRE LA UTILIDAD	19%		139.38
TOTAL COSTOS INDIRECTOS			**4,540.98**
	VALOR TOTAL ITEM	19,212.98	**19,213.00**

DESMONTE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS					**Unidad: M2**
					ITEM: 2.4
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
				SUBTOTAL MATERIALES	-
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 4 AYUDANTE	HC	0.0133		40,083.00	533.10
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**533.10**
EQUIPO					
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.0167		1,600.00	26.72
MOTOSIERRA, 4.5 HP, LONGITUD DE ESPADA 45-90 CM	HRS	0.0133		5,361.13	71.30
CARGADOR POTENCIA EN EL VOLANTE 125 HP, CLAS	HRS	0.0133		196,985.26	2,619.90
				SUBTOTAL EQUIPO	**2,717.92**
OTROS					
				SUBTOTAL TRANSPORTE	-
			COSTO DIRECTO	3,251.02	**3,251.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			22%		715.22
IMPREVISTOS			3%		97.53
UTILIDAD			5%		162.55
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19%		30.88
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					**1,006.18**
			VALOR TOTAL ITEM	4,257.18	**4,257.00**

BASE COMP.MAT. TRITURAD GRANUL NORTE					**Unidad: M3**
					ITEM: 3.1
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
BASE TRITURADA NORTE	M3	1.3	5	52,930.00	72,249.45
AGUA	LTS	24	0	30.00	720.00
				SUBTOTAL MATERIALES	**72,969.45**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 3 AYUDANTE	HC	0.022		37,776.00	831.07
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**831.07**
EQUIPO					
MOTONIVELADORA CAT-12-F	HRS	0.022		139,500.00	3,069.00
VIBROCOMPACTADOR CA-15	HRS	0.022		107,100.00	2,356.20
CARROTANQUE AGUA	DIA	0.018		277,000.00	4,986.00

HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.08		1,600.00	128.00
				SUBTOTAL EQUIPO	10,539.20
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO	84,339.72	**84,340.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			22.0%		18,554.80
IMPREVISTOS			3.0%		2,530.20
UTILIDAD			5.0%		4,217.00
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19.0%		801.23
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					**26,103.23**
			VALOR TOTAL ITEM	110,443.23	**110,443.00**

CARPETA ASFALTICA - NORTE [ST]					**Unidad: M3**
					ITEM: 3.2
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
CONCRETO ASFALTICO NORTE	M3	1.25	5	506,872.00	665,269.50
				SUBTOTAL MATERIALES	**665,269.50**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 1 AYUDANTE	HC	0.13		12,592.00	1,636.96
M.O. ALBANILERIA 5 AYUDANTE-1 OFI	HC	0.13		77,658.00	10,095.54
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	11,732.50
EQUIPO					
VIBROCOMPACTADOR CA-15	HRS	0.1		107,100.00	10,710.00
TERMINADORA DE ASFALTO	HRS	0.1		150,000.00	15,000.00
COMPACTADOR DE LLANTA	HRS	0.1		75,000.00	7,500.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.423		1,600.00	676.80
				SUBTOTAL EQUIPO	**33,886.80**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO	710,888.80	**710,889.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			22%		156,395.58
IMPREVISTOS			0.03		21,326.67
UTILIDAD			5%		35,544.45
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19%		6,753.45
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					**220,020.15**
			VALOR TOTAL ITEM	930,909.15	**930,909.00**

ANDEN CONCRETO 10CM 3000 PSI					**Unidad: M2**
					ITEM: 3.3
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
ANTISOL ROJO	KLS	0.2		18,500.00	3,700.00

PUNTILLA 2 CC	LBS	0.05	3,900.00	195.00
TABLA 1x10x300 OTOBO	UND	0.5	13,007.00	6,503.50
LISTON 1 x4x300 OTOBO	UND	0.17	26,333.00	4,476.61
DESENCOFRANTE PARA FORMALETA	CUN	0.002	192,756.00	385.51
MEZCLA CONCRETO 1:2:3 3100 PSI 210 MPa	M3	0.1	455,133.00	45,513.30
			SUBTOTAL MATERIALES	**60,773.92**
MANO DE OBRA				
M.O. ALBANILERIA 2 AYUDANTE-1 OFI	HC	1.2	39,882.00	47,858.40
			SUBTOTAL MANO DE OBRA	**47,858.40**
EQUIPO				
VIBRADOR A GASOLINA	DIA	0.01	30,146.00	301.46
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.099	1,600.00	158.40
			SUBTOTAL EQUIPO	**459.86**
OTROS				
			SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO 109,092.18	**109,092.00**
COSTOS INDIRECTOS				
ADMINISTRACION			22.0%	24,000.24
IMPREVISTOS			3.0%	3,272.76
UTILIDAD			5.0%	5,454.60
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19.0%	1,036.37
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				**33,763.97**
			VALOR TOTAL ITEM 142,855.97	**142,856.00**

SARDINEL EN CONCRETO 40X15 TRAPEZOIDAL					**Unidad: ML** **ITEM: 3.4**
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
ANTISOL ROJO	KLS	0.1		18,500.00	1,850.00
DESENCOFRANTE PARA FORMALETA	CUN	0.001	0	192,756.00	192.75
MEZCLA CONCRETO 1:2:3 3100 PSI 210 MPa	M3	0.07		455,133.00	31,859.31
				SUBTOTAL MATERIALES	**33,902.06**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 2 AYUDANTE-1 OFI	HC	0.32		39,882.00	12,762.24
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**12,762.24**
EQUIPO					
VIBRADOR A GASOLINA	DIA	0.03		30,146.00	904.38
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.05		1,600.00	80.00
FORMALETA MET.SARDINEL TRAPEZOIDAL	DIA	0.85		1,600.00	1,360.00
				SUBTOTAL EQUIPO	**2,344.38**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
				COSTO DIRECTO 49,008.68	**49,009.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION				22.0%	10,781.98
IMPREVISTOS				3.0%	1,470.27
UTILIDAD				5.0%	2,450.45

IVA SOBRE L[illegible]UTILIDAD			.0%	485.5[illegible]
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				15,168.29
			VALOR TOTAL ITEM 64,177.29	64,177.00

CABEZAL-CAJAS ALCANTARILLADO 3000 PSI					Unidad: M[illegible]
					ITEM: 4.1
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
CUARTON 2"x4"X3M UNIDAD	UND	0.5		15,500.00	7,750.00
GUADUA [TACO] 2.50-3M	UND	2		10,500.00	21,000.00
PUNTILLA 2 CC	LBS	1.5		3,900.00	5,850.0
TABLA 1x10x300 OTOB[illegible]	UND	2.1		13,007.00	27,314.70
MEZCLA CONCRETO 1:2:3 3100 PSI 210 MPa	M3	1	2	455,133.00	464,235.66
				SUBTOTAL MATERIALES	**526,150.36**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 2 AYUDANTE-1 OFI	HC	6		39,882.00	239,292.00
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**239,292.00**
EQUIPO					
VIBRADOR A GASOLIN[illegible]	DIA	0.03		30,146.00	904.38
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.302		1,600.00	483.20
				SUBTOTAL EQUIPO	**1,387.58**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
				COSTO DIRECTO 766,829.94	766,830.00
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			22.0%		168,702.60
IMPREVISTOS			3.0%		23,004.90
UTILIDAD			5.0%		38,341.50
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19.0%		7,284.89
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					237,333.89
				VALOR TOTAL ITEM 1,004,163.89	1,004,164.00

CAJA INSPECCION 100X100 CM [CONCRETO]					Unidad: UND
					ITEM: 4.2
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
ALAMBRE NEGRO # 18	KLS	0.05	5	5,756.00	302.19
HIERRO .3/8" 37.000 [CH]	KLS	4.72	5	4,000.00	19,824.00
ROCA MUERT[illegible]	M3	0.25		8,800.00	2,200.00
TABLA 1x10x300 OTOBO	UND	5.35		13,007.00	69,587.45
MEZCLA CONCRETO 1:2:4 2850 PSI-20.0MPa	M3	0.6		415,598.00	249,358.80
MORTERO 1:4	M3	0.05		508,049.00	25,402.45
				SUBTOTAL MATERIALES	**366,674.89**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 1 AYUDANTE	HC	0.384		12,592.00	4,835.32
M.O. ALBANILERIA 1 AYUDANTE-1 OFI	HC	6		27,290.00	163,740.00
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**168,575.32**

EQUIPO					
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.005		1,600.00	8.00
				SUBTOTAL EQUIPO	**8.00**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO	535,258.21	**535,258.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			22.0%		117,756.76
IMPREVISTOS			3.0%		16,057.74
UTILIDAD			5.0%		26,762.90
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19.0%		5,084.95
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					**165,662.35**
			VALOR TOTAL ITEM	700,920.35	**700,920.00**

DESCOLMATACION CUNETAS,ZANJAS,DESCOLES (MANUAL)					**Unidad: ML**
					ITEM: 4.14
DESCRIPCION	UND	CANT	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 1 AYUDANTE	HC	0.2		12,592.00	2,518.40
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**2,518.40**
EQUIPO					
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.148		1,600.00	236.80
				SUBTOTAL EQUIPO	**236.80**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO	2,755.20	**2,755.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			22.0%		606.10
IMPREVISTOS			3.0%		82.65
UTILIDAD			5.0%		137.75
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19.0%		26.17
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					**852.67**
			VALOR TOTAL ITEM	3,607.67	**3,608.00**

MARCA VIAL EN PINTURA ACRILICA					**Unidad: M2**
					ITEM: 5.1
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
DISOLVENTE TIPO TRAFICO	GLN	0.005		22,000.00	110.00
PINTURA DEMARCACION	GLN	0.12	1	80,000.00	9,696.00
ESFERAS REFLECTIVAS	KLS	0.45	1	14,780.00	6,717.51
				SUBTOTAL MATERIALES	16,523.51
MANO DE OBRA					
M.O. PINTURA 1 AYUDANTE-1 OFI	HC	0.032		28,997.00	927.90
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	927.90

EQUIPO					
MAQUINA APLICADORA DE PINTURA	DIA	0.021		75,000.00	1,575.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.01		1,600.00	16.00
				SUBTOTAL EQUIPO	1,591.00
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO	19,042.41	**19,042.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			22.0%		4,189.24
IMPREVISTOS			3.0%		571.26
UTILIDAD			5.0%		952.10
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19.0%		180.90
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					**5,893.50**
			VALOR TOTAL ITEM	24,935.50	**24,936.00**

SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION SEÑALES VERTICALES DOBLE GRADO DIAMANTE SP-47					**Unidad: UND ITEM: 5.2**
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
MEZCLA CONCRETO 1:2:3 3100 PSI 210 MPa	M3	0.035	0	455,133.00	15,929.65
SEÑAL SR, SP Y/O SI, TABLERO EN LÁMINA GALVANIZ	UND	1	0	642,083.00	642,083.00
POSTE ANG DE2X 2 1 4 DE 3	U/D	1	0	135,792.00	135,792.00
				SUBTOTAL MATERIALES	**793,804.65**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 2 AYUDANTE-1 OFI	HC	0.3585		39,882.00	14,297.69
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**14,297.69**
EQUIPO					
CAMION TRANSPORTE CARGA 1.0 - 5.0 TON	VJE	0.0374		300,000.00	11,220.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.368		1,600.00	588.80
				SUBTOTAL EQUIPO	**11,808.80**
OTROS					
				SUBTOTAL TRANSPORTE	-
			COSTO DIRECTO	819,911.14	**819,911.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			22%		180,380.42
IMPREVISTOS			3%		24,597.33
UTILIDAD			5%		40,995.55
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19%		7,789.15
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					**253,762.45**
			VALOR TOTAL ITEM	1,073,673.45	**1,073,673.00**

SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION SEÑALES VERTICALES DOBLE GRADO DIAMANTE SP-47	**Unidad: UND**

SP-47B					ITEM: 5.3
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
MEZCLA CONCRETO 1:2:3 3100 PSI 210 MPa	M3	0.035	0	455,133.00	15,929.65
SEÑAL SR, SP Y/O SI, TABLERO EN LÁMINA GALVANIZ.	UND	1	0	642,083.00	642,083.00
POSTE ANG DE2X 2 1/4 DE 3	U/D	1	0	135,792.00	135,792.00
				SUBTOTAL MATERIALES	**793,804.65**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 2 AYUDANTE-1 OFI	HC	0.3585		39,882.00	14,297.69
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**14,297.69**
EQUIPO					
CAMION TRANSPORTE CARGA 0 - 5.0 TON	VJE	0.0374		300,000.00	11,220.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.368		1,600.00	588.80
				SUBTOTAL EQUIPO	**11,808.80**
OTROS					
				SUBTOTAL TRANSPORTE	-
				COSTO DIRECTO 819,91 14	**819,911.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			22%		180,380.42
IMPREVISTOS			3%		24,597.33
UTILIDAD			5%		40,995.55
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19%		7,789.15
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					**253,762.45**
				VALOR TOTAL ITEM 1,073,673.45	**1,073,673.00**

LINEA DEMARCACION ACRILICA A=12CM					Unidad: ML ITEM. 5.4
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
ESFERAS REFLECTIVAS	KLS	0.054	1	14,780.00	806.10
SOLVENTE TIPO TRAFICO	GLN	0.005		22,000.00	110.00
PINTURA DEMARCACION	GLN	0.014	1	80,000.00	1,131.20
				SUBTOTAL MATERIALES	2,047.30
MANO DE OBRA					
M.O. PINTURA 1 AYUDANTE-1 OFI	HC	0.002		28,997.00	57.99
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	57.99
EQUIPO					
MAQUINA APLICADORA DE PINTURA	DIA	0.001		75,000.00	75.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.01		1,600.00	16.00
				SUBTOTAL EQUIPO	91.00
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
				COSTO DIRECTO 2,196.29	**2,196.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			22.0%		483.12

IMPREVISTOS	3.0%		65.88
UTILIDAD	5.0%		109.80
IVA SOBRE LA UTILIDAD	19.0%		20.86
TOTAL COSTOS INDIRECTOS			**679.66**
	VALOR TOTAL ITEM	2,875.66	**2,876.00**

LIMPIEZA GENERAL					**Unidad: M2**
					ITEM: 6.1
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 1 AYUDANTE	HC	0.02		12,592.00	251.84
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**251.84**
EQUIPO					
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.998		1,600.00	1,596.80
				SUBTOTAL EQUIPO	**1,596.80**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO	1,848.44	**1,849.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			22.0%		406.78
IMPREVISTOS			3.0%		55.47
UTILIDAD			5.0%		92.45
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19.0%		17.57
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					**572.27**
			VALOR TOTAL ITEM	2,421.27	**2,421.00**

BARANDA METAL.TUBO GALV. 2" S. DIS"					**Unidad: ML**
					ITEM: 3.5
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
SOLDADURA 6011 x 1/8"	KLS	0.1		11,996.00	1,199.60
PINTURA ESMALTE	GLN	0.25		51,821.00	12,955.25
TUBO GALV. 2" X 3	UND	0.67		80,973.00	54,251.91
LAM.HOT ROLLED 1/ 4	UND	0.2		115,819.00	23,163.80
PLATINA 1/ 8x4 x6M	UN	0.3		7,011.00	2,103.30
				SUBTOTAL MATERIALES	**93,673.86**
MANO DE OBRA					
M.O. METALISTERIA 1 AYUDANTE-1 OFI	HC	1.1		32,748.00	36,022.80
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**36,022.80**
EQUIPO					
SOLDADOR ELECTRICO	DIA	0.15		47,600.00	7,140.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.022		1,600.00	35.20
				SUBTOTAL EQUIPO	**7,175.20**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-

		COSTO DIRECTO	136,871.86	**136,872.00**
COSTOS INDIRECTOS				
ADMINISTRACION		22.0%		30,111.84
IMPREVISTOS		3.0%		4,106.16
UTILIDAD		5.0%		6,843.60
IVA SOBRE LA UTILIDAD		19.0%		1,300.28
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				**42,361.88**
		VALOR TOTAL ITEM	179,233.86	**179,234.00**

PILOTE CONCRETO REFORZADO					**Unidad: M3**
					ITEM: 7.1
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
VENTONITA	KLS	50		432.00	21,600.00
MEZCLA CONCRETO 1:2:3 3100 PSI 21.0 MPa	M3	1.03		455,133.00	468,786.99
				SUBTOTAL MATERIALES	**490,386.99**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 2 AYUDANTE	HC	4		25,184.00	100,736.00
M.O. ALBANILERIA 1 AYUDANTE-1 OF.	HC	3.2		27,290.00	87,328.00
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**188,064.00**
EQUIPO					
PERFORADORA BARRENO	HRS	1		47,600.00	47,600.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.1		1,600.00	160.00
				SUBTOTAL EQUIPO	**47,760.00**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
		COSTO DIRECTO		726,210.99	**726,211.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION		22.0%			159,766.42
IMPREVISTOS		3.0%			21,786.33
UTILIDAD		5.0%			36,310.55
IVA SOBRE LA UTILIDAD		19.0%			6,899.00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					**224,762.30**
		VALOR TOTAL ITEM		950,973.30	**950,973.00**

ACERO REFUERZO FLEJADO 60000 PSI 420Mpa					**Unidad: KLS**
					ITEM: 7.2
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
ALAMBRE NEGRO # 18	KLS	0.04		5,756.00	230.24
SEGUETA SIN MARCO	UND	0.04	1	5,950.00	240.38
HIERRO de 60000 PSI 420 MPA	KLS	1.4	3	4,641.00	6,692.32
				SUBTOTAL MATERIALES	**7,162.94**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 1 AYUDANTE	HC	0.0495		12,592.00	623.30

			SUBTOTAL MANO DE OBRA	623.30
OTROS				
			SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO 7,786.24	7,786.00
COSTOS INDIRECTOS				
ADMINISTRACION			22.0%	1,712.92
IMPREVISTOS			3.0%	233.58
UTILIDAD			5.0%	389.30
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19.0%	73.97
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				**2,409.77**
			VALOR TOTAL ITEM 10,195.77	**10,196.00**

LOSA MACIZA CIMIENTO H=30 CM					**Unidad: M2**
					ITEM: 7.3
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP %	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
CUARTON 2"x4"X3M UNIDAD	UND	1		15,500.00	15,500.00
PUNTILLA 2 CC	LBS	1		3,900.00	3,900.00
TABLA 1x10x300 OTOBO	UND	1		13,007.00	13,007.00
MEZCLA CONCRETO 1:2:3 3100 PSI 210 MPa	M3	0.5		455,133.00	227,566.50
				SUBTOTAL MATERIALES	**259,973.50**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 3 AYUDAN E-1 OFI	HC	1.4		52,474.00	73,463.60
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**73,463.60**
EQUIPO					
VIBRADOR	DIA	0.4		30,146.00	12,058.40
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.2		1,600.00	320.00
				SUBTOTAL EQUIPO	**12,378.40**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO	345,815.50	**345,816.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			22.0%		76,079.52
IMPREVISTOS			3.0%		10,374.48
UTILIDAD			5.0%		17,290.80
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19.0%		3,285.25
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					**107,030.05**
			VALOR TOTAL ITEM	452,846.05	**452,846.00**

ALCALDÍA DE MANIZALES

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del asentamiento humano Bajo Villa Jardín, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU.

CONTRATISTA: DAVID VALLEJO OSORIO

C.C. 75.096.478

ATRIA
ESTUDIO DE INGENIERIA

INFORME GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

AMPLIACIÓN – CONEXIÓN VIA BAJO VILLA JARDIN

MANIZALES – CALDAS

DISEÑADOR: LUIS GONZAGA MONTES GALVIS

MANIZALES, DICIEMBRE DE 2024

TABLA DE CONTENIDO.

TABLA DE CONTENIDO. 2
LISTA DE ILUSTRACIONES. 5
1. INTRODUCCIÓN. 7
2. OBJETIVOS. 8
OBJETIVO GENERAL. 8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS. 8
3. LOCALIZACIÓN 9
4. ASPECTOS GEOLÓGICOS, GEOMORFOLÓGICOS Y MORFOLÓGICOS. 10
GEOLOGÍA REGIONAL 10
ESTRATIGRAFIA LOCAL 11
Formación Casabianca 11
Formación Manizales 12
5. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 13
MARCO TECTÓNICO REGIONAL 15
MARCO TECTÓNICO LOCAL 15
FORMACIONES SUPERFICIALES 17
6. GEOMORFOLOGÍA 18
7. ASPECTOS GEOTÉCNICOS. 19
PROSPECCIÓN GEOTÉCNICA, CARATERIZACIÓN DE COLUMNA ESTRATIGRÁFICA Y RESULTADOS DE LABORATORIO DE SUELOS. 19
Perfil del suelo 20
Registro fotográfico 20
CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES 42
Clasificación de suelos: 42
Límite Líquido: 42
Resistencia a la Compresión Inconfinada: 42
Peso Unitario del Suelo: 43

Índice de Plasticidad: 43
Cohesión: 43
Ángulo de fricción: 43
8. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO 45
Cimientos profundos 45
CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS 47
Asentamientos cimientos profundos: 47
9. PERFIL DEL SUELO. 49
1.1 Definición de la zona de amenaza 50
1.2 Definición del tipo perfil del suelo. 54
10. PARÁMETROS DE EMPUJE PARA ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN 57
11. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD. 59
• CONDICIÓN PROYECTADA 63
Análisis de estabilidad SECCION 115 PROYECTADO sin sismo y con nivel de aguas freáticas 64
Análisis de estabilidad SECCION 115 PROYECTADO con sismo y con nivel de aguas freáticas 65
Análisis de estabilidad SECCION 165 PROYECTADO sin sismo y con nivel de aguas freáticas 66
Análisis de estabilidad SECCION 165 PROYECTADO con sismo y con nivel de aguas freáticas 67
Análisis de estabilidad SECCION 175 PROYECTADO sin sismo y con nivel de aguas freáticas 68
Análisis de estabilidad SECCION 175 PROYECTADO con sismo y con nivel de aguas freáticas 69
Análisis de estabilidad SECCION 260 PROYECTADO sin sismo y con nivel de aguas freáticas 70
Análisis de estabilidad SECCION 260 PROYECTADO con sismo y con nivel de aguas freáticas 71
Análisis de estabilidad SECCION 285 PROYECTADO sin sismo y con nivel de aguas freáticas 72

Análisis de estabilidad SECCION 285 PROYECTADO con sismo y con nivel de aguas freáticas..... 73
Análisis de estabilidad SECCION 460 PROYECTADO sin sismo y con nivel de aguas freáticas..... 74
Análisis de estabilidad SECCION 460 PROYECTADO con sismo y con nivel de aguas freáticas..... 75
COMENTARIOS ANÁLISIS DE ESTABILIDAD. 76
12. OBRAS RECOMENDADAS..... 78
OBRAS DE MEJORAMIENTO GEOMÉTRICO 78
OBRAS DE CONTENCIÓN..... 78
OBRAS DE MANEJO DE AGUAS..... 79
OBRAS BIO-INGENIERILES. 79
13. RECOMENDACIONES PARA EL MOVIMIENTO DE TIERRAS. 81
DESMONTE Y LIMPIEZA. 82
14. RECOMENDACIONES SUBMURACIÓN..... 85

LISTA DE ILUSTRACIONES.

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO (FUENTE: GEOPORTAL ALCALDÍA DE MANIZALES). 9
FIGURA 2. MAPA GEOLÓGICO DE MANIZALES. EN ROJO LA ZONA DE ESTUDIO (FUENTE: MAPA GEOLÓGICO DE MANIZALES). 10
FIGURA 1. PERFIL CARACTERÍSTICO DEL SUELO. 20
FIGURA 2. LOCALIZACIÓN DE LOS SONDEOS REALIZADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO. (FUENTE: GEOPORTAL ALCALDÍA MANIZALES). 22
FIGURA 3. PANORÁMICA SONDEO MANUAL 1 23
FIGURA 4. MUESTRA SONDEO MANUAL 1. 23
FIGURA 5. PANORÁMICA DE LOS DEPÓSITOS ENCONTRADOS EN EL SONDEO MANUAL 1.24
FIGURA 6. PANORÁMICA SONDEO MANUAL 2. 24
FIGURA 7. MUESTRA SONDEO MANUAL 2. 25
FIGURA 8. PANORÁMICA DE LOS DEPÓSITOS ENCONTRADOS EN EL SONDEO MANUAL 2.25
FIGURA 9. PANORÁMICA SONDEO MANUAL 3. 26
FIGURA 10. MUESTRA SONDEO MANUAL 3. 26
FIGURA 11. PANORÁMICA DE LOS DEPÓSITOS ENCONTRADOS EN EL SONDEO MANUAL 3.27
FIGURA 12. PANORÁMICA SONDEO MANUAL 4. 27
FIGURA 13. MUESTRA SONDEO MANUAL 4. 28
FIGURA 14. PANORÁMICA DE LOS DEPÓSITOS ENCONTRADOS EN EL SONDEO MANUAL 4.28
FIGURA 15. PANORÁMICA SONDEO MANUAL 5. 29
FIGURA 16. MUESTRA SONDEO MANUAL 5. 29
FIGURA 17. PANORÁMICA DE LOS DEPÓSITOS ENCONTRADOS EN EL SONDEO MANUAL 5.30
FIGURA 18. PANORÁMICA SONDEO MANUAL 6. 30
FIGURA 19. MUESTRA SONDEO MANUAL 6. 31
FIGURA 20. PANORÁMICA DE LOS DEPÓSITOS ENCONTRADOS EN EL SONDEO MANUAL 6.31
FIGURA 21. PANORÁMICA SONDEO MANUAL 7. 32
FIGURA 22. MUESTRA SONDEO MANUAL 7. 32
FIGURA 23. PANORÁMICA DE LOS DEPÓSITOS ENCONTRADOS EN EL SONDEO MANUAL 7.33
FIGURA 24. PANORÁMICA SONDEO MANUAL 8. 33
FIGURA 25. MUESTRA SONDEO MANUAL 8. 34
FIGURA 26. PANORÁMICA DE LOS DEPÓSITOS ENCONTRADOS EN EL SONDEO MANUAL 8.34
FIGURA 27. PANORÁMICA SONDEO MANUAL 9 35
FIGURA 28. MUESTRA SONDEO MANUAL 9. 35
FIGURA 29. PANORÁMICA DE LOS DEPÓSITOS ENCONTRADOS EN EL SONDEO MANUAL 9.36
FIGURA 30. PANORÁMICA SONDEO MANUAL 10. 36
FIGURA 31. MUESTRA SONDEO MANUAL 10. 37

FIGURA 32. PANORÁMICA DE LOS DEPOSITOS ENCONTRADOS EN EL SONDEO MANUAL 10. 37
FIGURA 33. PANORÁMICA CBR 1 38
FIGURA 34. PANORÁMICA CBR 2 39
FIGURA 35. PANORÁMICA CBR 3 40
FIGURA 36. PANORÁMICA CBR 4 41
FIGURA 37. VALOR DE PGA PARA LAS CIUDADES CAPITALES DEL PAÍS CCP-14. 50
FIGURA 38. VALOR DE SS PARA LAS CIUDADES CAPITALES DEL PAÍS CCP-14. 52
FIGURA 39. CLASIFICACIÓN PERFIL DEL SUELO FUENTE: CCP-14. 54
FIGURA 40. VALOR DE FACTOR DE SITIO FPGA. 55
FIGURA 41. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SECCION 115 PROYECTADO SIN SISMO Y CON NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS. 64
FIGURA 42. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SECCION 115 PROYECTADO CON SISMO Y CON NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS. 65
FIGURA 43. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SECCION 165 PROYECTADO SIN SISMO Y CON NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS. 66
FIGURA 44. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SECCION 165 PROYECTADO CON SISMO Y CON NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS. 67
FIGURA 45. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SECCION 175 PROYECTADO SIN SISMO Y CON NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS. 68
FIGURA 46. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SECCION 175 PROYECTADO CON SISMO Y CON NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS. 69
FIGURA 47. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SECCION 260 PROYECTADO SIN SISMO Y CON NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS. 70
FIGURA 48. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SECCION 260 PROYECTADO CON SISMO Y CON NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS. 71
FIGURA 49. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SECCION 285 PROYECTADO SIN SISMO Y CON NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS. 72
FIGURA 50. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SECCION 285 PROYECTADO CON SISMO Y CON NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS. 73
FIGURA 51. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SECCION 460 PROYECTADO SIN SISMO Y CON NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS. 74
FIGURA 52. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SECCION 460 PROYECTADO CON SISMO Y CON NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS. 75

1. INTRODUCCIÓN.

En la zona donde actualmente queda ubicado el barrio Bajo Villa Jardín en la ciudad de Manizales, debido al tránsito de la zona, y con el fin de mejorar la movilidad de la zona, se pretende realizar la conexión del anillo vial, razón por la cual se adelantan los estudios correspondientes para llevar a cabo la misma. A continuación, se presentará el estudio geológico-geotécnico y el diseño detallado de las obras que permitan conocer de manera detallada las características morfométricas, estratigráficas, propiedades del suelo y condición de estabilidad del talud para con esto hacer el diseño de las obras de contención, manejo de aguas y de estabilización que se requieran.

2. OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

- Realizar el estudio geológico- geotécnico detallado para el tramo donde se llevará a cabo la proyección del nuevo tramo vial.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Conocer la condición geológica representada principalmente en la identificación de las unidades geológicas regionales, unidades geológicas locales y columna estratigráfica.

- Realizar la prospección geotécnica detallada del talud mediante la ejecución de sondeos, ensayos de campo y ensayos de laboratorio.

- Conocidas las condiciones geológicas y geotécnicas, así como la proyección de trazado, se propondrán las obras necesarias para garantizar los FS mínimos sugeridos en la CCP-14.

- Se hará el diseño geotécnico de las obras propuestas basado en la CCP-14.

3. LOCALIZACIÓN

El punto de interés se localiza en la zona sur occidente en el municipio de Manizales, departamento de Caldas.



Figura 1. Localización general del proyecto (Fuente: Geoportal alcaldía de Manizales).

4. ASPECTOS GEOLÓGICOS, GEOMORFOLÓGICOS Y MORFOLÓGICOS.

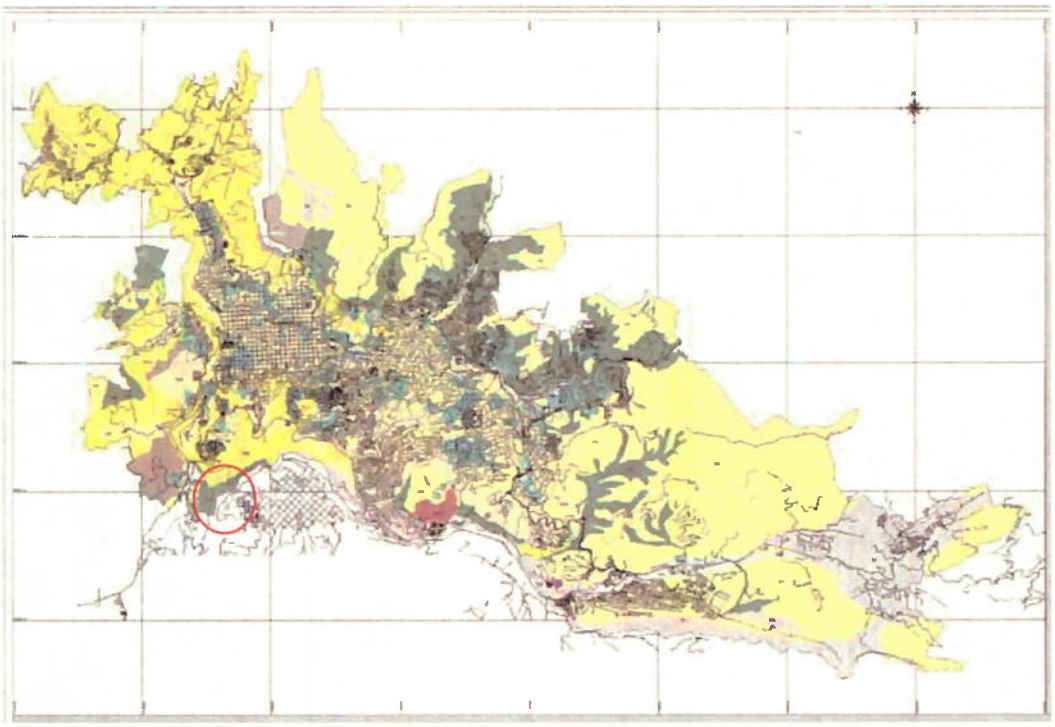


Figura 2. Mapa geológico de Manizales. En rojo la zona de estudio (Fuente: Mapa geológico de Manizales).

GEOLOGÍA REGIONAL

Manizales cuenta con una gran variedad de unidades geológicas de diferentes edades y orígenes. Las características geológicas de la zona son complicadas debido a varios factores, entre los que predomina la cobertura de ceniza volcánica que cubre las demás unidades, la abundante vegetación en algunos lugares y el fuerte tectonismo que ha afectado las diferentes formaciones geológicas. Los contactos entre las unidades aflorantes a nivel regional son de origen fallado,

siguiendo una tendencia Norte- Sur asociados al sistema de fallas Romeral, exceptuando los depósitos aluviales y los flujos volcánicos. Las diferentes unidades geológicas encontradas en la zona de estudio son:

Complejo Quebradagrande-. Hace parte de lo que Botero (1.963) denominó Formación Quebradagrande. Definida como un conjunto de meta-sedimentos compuesto de esquistos silíceos negros, filitas grafitosas, liditas y algunas cuarcitas de grano fino con color negro, de un ambiente batial a nerítico, intercalado con derrames lávicos submarinos. Mosquera (1.978) lo denominó Complejo Meta-sedimentario Aranzazu-Manizales. INGEOMINAS (1.989) en Estrada y Viena. (1.992) sugieren denominarlo Complejo Quebradagrande dado que hasta el presente no se ha definido el tope y la base de la secuencia. Comprende un miembro volcánico y un miembro meta-sedimentario. En el área de estudio afloran: Lutitas negras, limolitas, areniscas feldespáticas y chert negro, ubicadas en la zona central del municipio (excepto en la parte urbana), al Norte en las veredas Hoyo Frío, Buena Vista, Guacaica Espartillal, Alto del Guamo, Santa Rita, Pueblo Hondo Guacaica, Alto Bonito, Cuchilla del Salado y El Guineo, al Sur aflora en las veredas El Tablazo, Java, La Siria, Agua Bonita, La Palma, El Aventino, La Argelia, Morrogacho y La Quiebra del Billar entre otros y hacia el Oeste en un sector de la quebrada El Purgario.

ESTRATIGRAFIA LOCAL

Formación Casabianca

Formación geológica correspondiente a los depósitos volcanogénicos de Piedemonte (Formación Casabianca). La cual se denomina un grupo de sedimentos volcánicos de grano grueso, derivados del eje volcánico Ruiz - Cerro Bravo, los cuales fueron depositados en los flancos oeste y este en medio de la Cordillera Central, y en menor proporción tobas y sedimentos volcánicos retrabajados producto de la agradación en cauces fluviales (BORRERO y NARANJO, 1990).

En la Formación Casabianca, los clastos son dominantemente andesíticos 90%, accesorios basalto - andesítico, dacíticos y menos del 5% plutónico y metamórfico derivado desde el basamento Paleozoico - Mesozoico. Además, se presentan clastos de tobas grises sub-redondeados de diámetro promedio entre 5-10 cm. El tamaño de los clastos varía desde pocos centímetros hasta 2,0 metros, variando desde redondeados a sub-redondeados; los de menor tamaño se presentan más subangulares y en general existe un mal calibrado. En algunos sectores están fuertemente meteorizados, mostrando colores de alteración rojizos, amarillos y grises. La relación matriz - clastos es de 35-65% generando el carácter clasto soportado de dicha formación. La matriz es de origen volcánico, compuesta de arena muy gruesa y suelos arenc arcillosos dominando la fracción más fina, la cual se encuentra fuertemente meteorizada con variedad de colores entre amarillo, blanco, rojo y crema. Estos depósitos suprayace concordantemente al Noroeste y Suroeste co. la Formación Manizales. En algunos lugares reposa discordantemente sobre el complejo Quebradagra de y localmente sobre el gabro de la Quebrada Olivares; y a su vez suprayacida parcialmente de manera discordante por depósitos de caída piroclástica. (Herrera y López).

Formación Manizales

Corresponde a un flujo de escombros definido por Flórez, A. (1986), como la primera manifestación del volcanismo cenozoico del eje de la Cordillera Central, determinad en este trabajo como "una acumulación vc cano-detrítica de piede nonte", y para lo cual propuso el nombre de Formación Manizales. Sus diferentes facies muestran la convergencia de fenómenos volcánicos y fluviales; en el sec or Suroeste del depósito se encuentran estratos entrecruzados de origen fluvial compuestos por epiclastos, clastos de lava y cantos de rocas ígneas y metamórficas; alternando con capas de tobas. Esta secuencia está cubierta por un flujo lahárico con bloques andesíticos y matriz piroclástica. Hacia la cuchilla de Neira alternan las facies lahárica, aluvial y aluvio-torrencia.. En cuanto a su origen, la Formación Manizales presenta un predominio de conglomerados matriz-soportados; que gradan verticalmente a areniscas tobáceas.

5. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

En la región de Manizales se encuentran dos sistemas principales de fallas de carácter regional: Silvia Pijao con tendencia Norte - Sur y Palestina con tendencia Noreste; tambien existen fallas y lineamientos locales que cruzan la ciudad en diferentes direcciones. Estas estructuras, dentro del área urbana, se evidencian sólo con algunos rasgos geomorfológicos como: Trenajes rectos, silletas, escarpes y cambios de pendiente; las evidencias de falla en campo son escasas debido a las características litológicas que enmascaran las estructuras y desaparecen los rasgos estructurales.

El sistema de fallas Romeral aparece en Caldas con el nombre de falla Silvia Pijao, siendo uno de los más importantes en Colombia, se extiende de sur a norte, desde el límite de Colombia con Ecuador hasta Barranquilla con una longitud de más de 1200 km. Las fallas de este sistema muestran clara evidencia de actividad cuaternaria, así como una fuente sismogénica potencial de alta peligrosidad para la ciudad de Manizales y el Departamento de Caldas en general. La zona de la ciudad de Manizales se caracteriza por la existencia de un basamento rígido constituido por rocas ígneas, metamórficas y metasedimentarias, recubiertas por depósitos de flujos volcanoclásticos y espesos mantos de ceniza, lo cual la hace susceptible a la ocurrencia de fenómenos de licuefacción ante la presencia de eventos sísmicos.

Algunas de las fallas presentes en la ciudad son Conjunto de fallas Norte - Sur: Liano grande, Pie de Monte, Silvia Pijao, Manizales y la falla Chipre (Naranjo y Ríos, 1989).

A nivel de campo no es posible detectar afloramientos en los cuales se indiquen características propias de zonas de fallas, tales como desplazamientos y/o fracturamiento de bloques, intenso diaclasamiento, pliegues, entre otros; esto debido muy probablemente a la existencia de las espesas formaciones

superficiales más recientes a la edad de las fallas (depósitos de caída piroclástica y de flujo de escombros) que enmascaran dichas estructuras.

Es de anotar que el factor litológico juega un papel importante ante la propagación de las ondas sísmicas y, sobre todo, en las formaciones superficiales que en la cuenca esta conformada por material volcanoclástico no consolidado, favoreciendo la propagación de las ondas amplificando su efecto e incrementando la vulnerabilidad sísmica del área.

El área de estudio está localizada en una zona de importante actividad sísmica, en donde ocurren terremotos con una magnitud de 6 o más en la escala de Richter, los cuales han ocurrido con un intervalo de 15 años.

Tres fuentes de terremotos son reconocidas en el área:

- La zona de subducción de la placa Nazca y la placa suramericana. Aproximadamente el 90% de los terremotos ocurridos en el área con una profundidad de 70 a 120 km están relacionados con esta zona de subducción.

- Movimientos de fallas superficiales. La actividad de las fallas cercanas al área de estudio tales como Romeral, Palestina, Mistrató y Cauca son responsables del 10 % de los terremotos ocurridos en la zonas.

- Actividad Volcánica del Nevado del Ruiz. Desde el reinicio de la actividad volcánica del nevado del Ruiz en 1984, un gran número de actividad sísmica

superficial (menor de 10 km) ha sido registrado por el observatorio vulcanológico de Manizales.

MARCO TECTÓNICO REGIONAL

- La región de Manizales se caracteriza por la presencia de los sistemas de fallas Romeral con tendencia Norte – Sur y Palestina con tendencia Noreste; además de fallas y lineamientos locales que seccionan el sistema montañoso donde se construyó la ciudad.

- Estas estructuras se evidencian por rasgos geomorfológicos como: drenajes rectos, silletas, escarpes y cambios de pendiente. Las evidencias físicas de falla son escasas, debido a los materiales terciarios y cuaternarios que enmascaran las estructuras y rasgos estructurales; Sánchez, 1998 plantea que por la alta plasticidad de la Formación Casabianca y por la alta erodabilidad de la secuencia piroclástica, son muy pocas las evidencias de falla en campo.

MARCO TECTÓNICO LOCAL

Varios autores cartografiaron elementos geomorfológicos como lineamientos, fallas, diaclasas y zonas de cizalla:

- **Falla Morrogacho.** Definida por Guzmán, J., 1991, presenta amplias silletas. En el sector de La Linda, colinas deflectadas, cambios altimétricos a través de su trazo, tiene una dirección preferencial N – S.

- **Falla Chipre.** Ángel, 1999 en Betancurt y Ocampo (2000) plantea una dirección N20W, Aguirre F., et al, 1993 en Betancurt y Ocampo, 2000 la describe como conformando hacia el oeste de la ciudad un escarpe de unos 200 m de altura, afectando la Formación Manizales; existen procesos de erosión laminar y reptación, lo que genera coluviones.

  La falla de Chipre conforma hacia el sector Oeste de la ciudad un escarpe de falla con una altura aproximada de 200 metros y afecta los depósitos volcanodetríticos de la Formación Manizales. Se encuentran ligados a ésta, procesos de reptación y erosión laminar, generando coluviones sobre estos sectores. Esta falla posee una dirección dominante N-S, aunque en la parte norte se quiebra hacia el NW (sector donde se observa el escarpe de Chipre). (Aguirre et. al., 1.993).

- **Falla Romeral.** Definida por Grosse (1926) como una falla de tipo inversa que constituye el rasgo principal del Sistema de Fallas de Romeral. Este trazo con orientación N 5° E cruza aproximadamente a 3 Km. al Occidente de la ciudad de Manizales. Los principales rasgos morfoneotectónicos asociados a esta falla son: colinas y cauces deflectados, cambios altimétricos, silletas, hombreras, facetas triangulares, cauces rectilíneos y valles en "V" simétricos. Ejerce control estructural en los drenajes que intercepta su traza tal como las quebradas de la Quiebra, El Rosario y Río Guacaica. (Betancourth et.al., 1998).

- **Falla El Perro.** La Falla El Perro reportada por Naranjo y Ríos (1989) atraviesa el extremo Oriental de la ciudad de Manizales, controlando linealmente el cauce de la quebrada El Perro, con dirección N-S; continua hacia el Norte atravesando el Parque Bicentenario (Bosque Popular El Prado), Milán, La

Sultana, Minitas y La Cumbre, donde su expresión geomorfológica es evidenciada por un grupo de silletas y facetas triangulares alineadas.

FORMACIONES SUPERFICIALES

En la construcción de este mapa se emplea la clasificación la definida por HERMELIN, 1987, que establece la correlación directa entre las Formaciones definidas y las Unidades Litológicas que las originan, de igual forma indica de alguna manera los procesos geológicos a los que han estado sometidas indicando el ambiente de formación; se tiene en la zona de estudio principalmente por materiales de relleno seguido de depósitos de caída piroclástica.

Materiales de relleno. Están compuestas por materiales heterogéneos producto de los cortes de las zonas aledañas, son una mezcla de los depósitos de caída piroclástica y los suelos residuales.

Depósitos de Caída Piroclástica. Los fenómenos volcánicos originados por el complejo Cerro Bravo- Cerro Machín delimitaron sobre la topografía una cobertura de ceniza que varía su espesor desde centímetros hasta decenas de metros. Se localiza en casi todo el bloque central de la ciudad de Manizales, cumpliendo siempre la condición de tener una topografía paralela a sub paralela con la preexistente. Sus espesores varían hacia las partes bajas debido a procesos denudativos como erosión, acción antrópica, etc. Se distribuyen en el área de manera aleatoria cubriendo las diferentes rocas y moldeando la paleo-topografía. Están compuestas por materiales granulares que varían desde tamaño lapilli hasta cenizas finas provenientes de la caída de lluvia piroclástica generada por las erupciones volcánicas del complejo volcánico Ruiz- Tolima. La secuencia piroclástica cubre discordantemente las rocas aflorantes, generando un suelo con capas sub-horizontales, siguiendo la topografía en el momento de la depositación, lo cual no es aplicable a pendientes muy fuertes, mayores a 30 grados. Las capas de estos materiales están conformadas por lapilli, tobas de lapilli, cenizas y tobas de ceniza.

6. GEOMORFOLOGÍA

La definición de las Unidades Geomorfológicas es importante, para establecer los ambientes de formación y los procesos geológicos a los que han estado sometidas la Unidades de roca, evidenciadas en el paisaje. La geomorfología es indicadora de estabilidad o inestabilidad del terreno y de calidades del suelo, con su análisis se pueden plantear proyectos de planificación o zonificación del suelo.

Las unidades geomorfológicas definidas para el área de estudio se encuentran asociadas casi en su totalidad a ambientes denutativos y a la actividad tectónica relacionada con las estructuras geológicas que se encuentran actuando en el área (estructurales). Se caracterizan principalmente por las pendientes fuertes de los suelos que las conforman. Las clasificaciones empleadas se basan en A, Zinck, 1.995.

Vertiente Estructural (GFVES). Corresponde a la unidad geomorfológica más extensa en el área, esta geoforma se corresponde a una forma de manera elongada de pronunciada pendiente sujeta fuertes procesos que la han originado como producto de las estructuras geológicas presentes en la región.

Superficies Antropogénicas (SAPGN). Corresponden a superficies planas originadas por el hombre como parte de la expansión urbana, localizada en las partes altas de la topografía, concurrentes con las zonas donde se han concentrados los asentamientos principales del área.

7. ASPECTOS GEOTÉCNICOS.

PROSPECCIÓN GEOTÉCNICA, CARATERIZACIÓN DE COLUMNA ESTRATIGRÁFICA Y RESULTADOS DE LABORATORIO DE SUELOS.

El método de prospección en la zona de estudio consistió en la realización de sondeos manuales con barreno helicoidal, adaptado a una tubería de 1". Se realizaron 10 sondeos manuales a 6,0 m de profundidad o hasta donde se presentase rechazo, localizados estratégicamente con el fin de obtener las propiedades geotécnicas de los suelos allí presentes y así obtener un perfil estratigráfico característico del área en estudio. A continuación, se presentará un perfil típico de dicha área de acuerdo con los sondeos realizados en el predio de estudio y un cuadro a modo de resumen con las propiedades usadas para el análisis de la zona en estudio.

1. Desde el inicio de las perforaciones 1, 2, 6, 7, 8, 9 y 10 se presenta un depósito antrópico de color amarillo claro y negro, con vetas grises, su resistencia es media y su humedad es media, presenta un espesor que supera los 6.0 m.

2. Infrayaciendo los materiales anteriores y desde el inicio de las perforaciones restantes, se presentan los depósitos de suelo natural, corresponde a depósitos de suelo residual de color gris amarillento, gris pardo, presenta una resistencia media y humedad media, estos depósitos en la zona de estudio superan los 6,0 m de profundidad.

Perfil del suelo

Depósito antrópico de color amarillo claro y negro, con vetas grises, su resistencia es media y su humedad es media, presenta un espesor que supera los 6.0m.



Depósitos de suelo natural corresponde a depósitos de suelo residual de color gris amarillento, gris pardo, presenta una resistencia media y humedad media, estos depósitos en la zona de estudio superan los 6,0 m de profundidad.

Figura 1. Perfil característico del suelo.

Tabla 1. Cuadro Resumen de las perforaciones. * (Fuente: Elaboración propia)

SONDEO	DESCRIPCIÓN DE PROFUNDIDADES	DEPÓSITO ANTRÓPICO	SUELO RESIDUAL
#		m	m
1	Profundidad sondeo 6.0 m Muestra 6.0 m.	6.0	-
2	Profundidad sondeo 3.5 m Muestra 3.0 m.	3,5	-
3	Profundidad sondeo 6.0 m Muestra 3.5 m.	-	6.0
4	Profundidad sondeo 6.0 m Muestra 3.2 m.	-	6,0
5	Profundidad sondeo 6.0 m Muestra 3.5 m.	-	6,0
6	Profundidad sondeo 6.0 m Muestra 4.0 m.	1,2	6,0
7	Profundidad sondeo 6.0 m Muestra 3.4 m.	1,2	6,0
8	Profundidad sondeo 4.5 m Muestra 3.0 m.	1,3	6,0
9	Profundidad sondeo 6.0 m Muestra 3.5 m.	0,3	6.0
10	Profundidad sondeo 6.0 m Muestra 4.0 m.	1,2	6.0

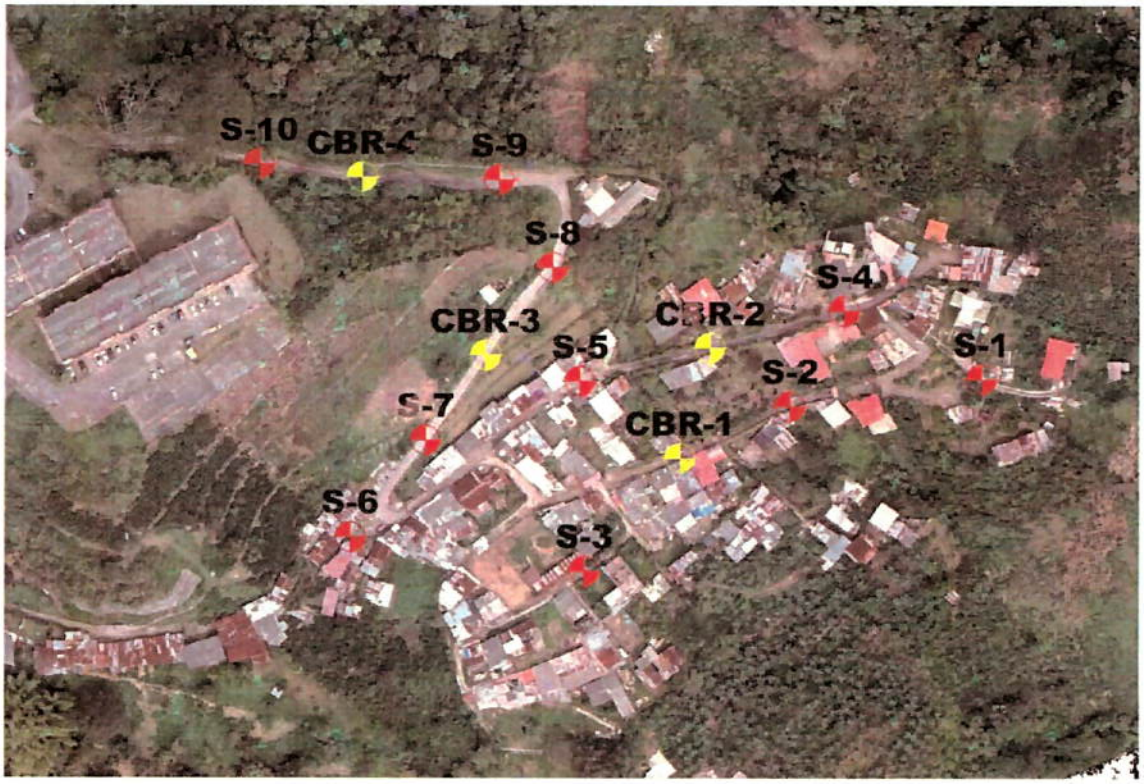


Figura 2. Localización de los sondeos realizados en el área de estudio. (Fuente: Geoportal alcaldía manizales).

**La descripción de cada una de las perforaciones se encuentra en los anexos, junto con los resultados de los ensayos de laboratorios.*

Registro fotográfico

Sondeo manual 1



Figura 3. Panorámica sondeo manual 1



Figura 4. Muestra sondeo manual 1.



Figura 5. Panorámica de los depósitos encontrados en el sondeo manual 1.

Sondeo manual 2



Figura 6. Panorámica sondeo manual 2.



Figura 7. Muestra sondeo manual 2.



Figura 8. Panorámica de los depósitos encontrados en el sondeo manual 2.

Sondeo manual 3

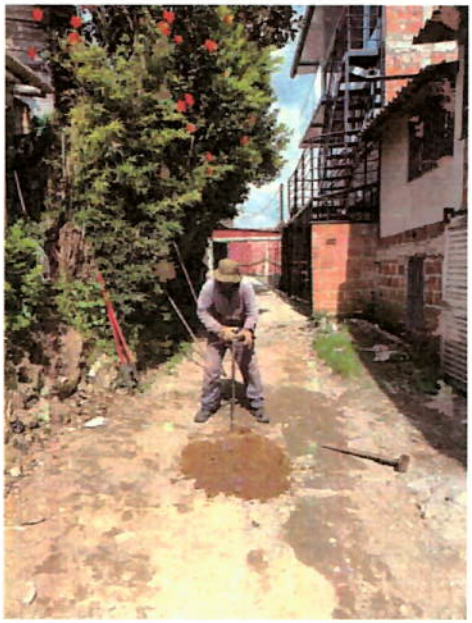


Figura 9. Panorámica sondeo manual 3.



Figura 10 Muestra sondeo manual 3.

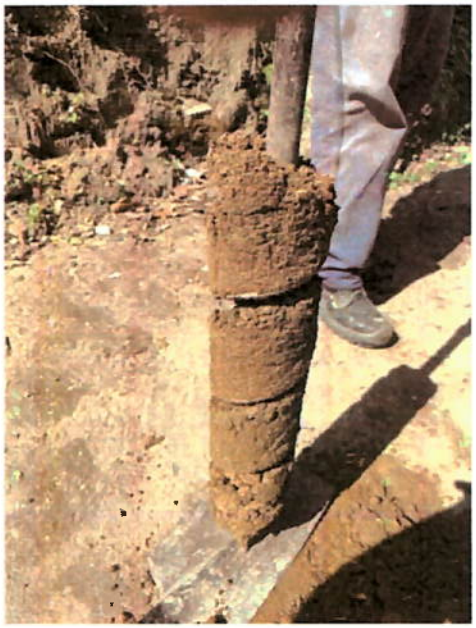


Figura 11. Panorámica de los depósitos encontrados en el sondeo manual 3.

Sondeo manual 4



Figura 12. Panorámica sondeo manual 4



Figura 13. Muestra sondeo manual 4.



Figura 14. Panorámica de los depósitos encontrados en el sondeo manual 4.

Sondeo manual 5



Figura 15. Panorámica sondeo manual 5.



Figura 16. Muestra sondeo manual 5.



Figura 17. Panorámica de los depósitos encontrados en el sondeo manual 5.

Sondeo manual 6



Figura 18. Panorámica sondeo manual 6.



Figura 19. Muestra sondeo manual 6.



Figura 20. Panorámica de los depósitos encontrados en el sondeo manual 6.

Sondeo manual 7



Figura 21. Panorámica sondeo manual 7.

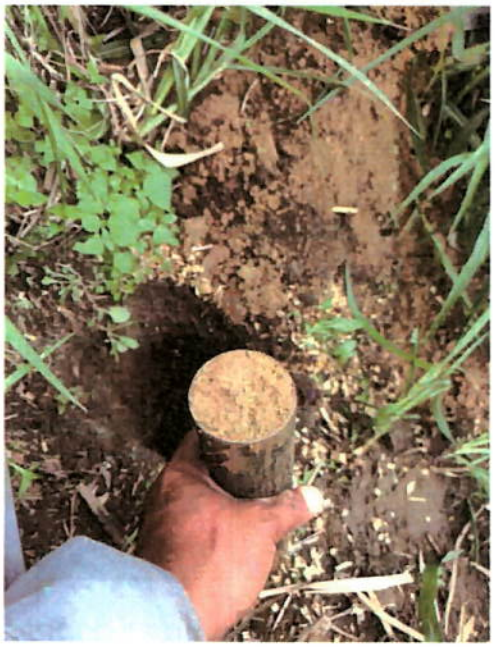


Figura 22. Muestra sondeo manual 7.



Figura 23. Panorámica de los depósitos encontrados en el sondeo manual 7.

Sondeo manual 8



Figura 24. Panorámica sondeo manual 8.



Figura 25. Muestra sondeo manual 8.



Figura 26. Panorámica de los depósitos encontrados en el sondeo manual 8.

Sondeo manual 9



Figura 27. Panorámica sondeo manual 9



Figura 28. Muestra sondeo manual 9.



Figura 29. Panorámica de los depósitos encontrados en el sondeo manual 9.

Sondeo manual 10



Figura 30. Panorámica sondeo manual 10.



Figura 31. Muestra sondeo manual 10.

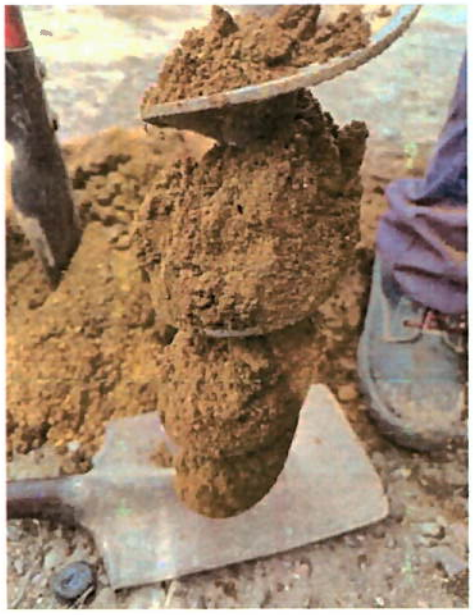


Figura 32. Panorámica de los depósitos encontrados en el sondeo manual 10.

CBR 1



Figura 33. Panorámica CBP 1

CBR 2



Figura 34. Panorámica CBR 2

CBR 3



Figura 35. Panorámica CBR 3

CBR 4



Figura 36. Panorámica CBR 4

**La descripción de cada una de las perforaciones se encuentra en los anexos, junto con los resultados de los ensayos de laboratorios.*

CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES.

Clasificación de suelos:

Para la clasificación de los materiales extraídos de cada una de las perforaciones, se utilizó el sistema unificado de clasificación de suelos, el cual tiene como principal parámetro la carta de plasticidad. Por tal motivo es necesaria la determinación de los Límites de Atterberg y la realización de Granulometrías por Lavado.

- Los depósitos que conforman la zona de estudio presentan una textura limo arenosa, lo que hace que se clasifican en la carta de Casagrande como arenas arcillosas, arcillas de baja plasticidad y limos de alta plasticidad

- Los colores predominantes en los depósitos son el gris, el pardo claro y el amarillo claro.

- La humedad natural promedio de los suelos, es de 43.19%, lo que corresponde a un suelo parcialmente seco (W < 50.0%).

Límite Líquido:

Esta propiedad presenta un valor promedio de 47.3%. Estos valores indican una media plasticidad de los materiales, como estos valores promedios son superiores a la humedad natural promedio, se descarta que se vaya a generar una perdida súbita de la resistencia por efectos de remoldeo debidos a una sobrecarga rápida.

Resistencia a la Compresión Inconfinada:

El valor promedio de la resistencia a la compresión inconfincda para el estrato de suelo natural es de 7.40 ton/m², lo que indica una resistencia media de los depósitos del sector en general.

Peso Unitario del Suelo:

El valor promedio es 1.631 ton/m³ para pesos unitarios húmedos y de 1.151 ton/m³ para pesos unitarios secos en lo que tiene que ver con los depósitos de la zona de estudio.

Índice de Plasticidad:

Presenta valores de 21.3% para los depósitos de suelo de la zona de estudio. Para el análisis de la capacidad admisible del suelo, se utilizará la fórmula de Terzaghi, la cual utiliza factores de carga que son función del ángulo de fricción. Por tal motivo será empleada la correlación entre Índice de Plasticidad y Angulo de fricción propuesta por Bjerrum.

Cohesión:

El valor de esta propiedad se calculó por medio de correlaciones con el ensayo de compresión inconfinada el valor de esta propiedad es de 7.7 ton/m² (qu/2), para el análisis de capacidad de carga del suelo, tomaremos un valor de esta propiedad de 3,0 ton/m², la cual es común para los depósitos de sector.

Ángulo de fricción:

De acuerdo con las correlaciones empíricas en función del índice de plasticidad se tiene un ángulo de fricción de 27 grados, y mediante el ensayo de corte se obtuvieron valores cercanos a los 30 grados. Para el análisis de capacidad del suelo tomaremos un valor de 28 grados que es común para los depósitos del sector.

A continuación, se presentan las propiedades mecánicas de los depósitos de la zona de estudio, separados por zonas.

Tabla 2 Propiedades geotécnicas del área en estudio

SONDEO	PUH	PUS	QU	W	LL	LP	IP	200	USCS	ϕ	c
	ton/m³	ton/m³	ton/m²	%	%	%	%	%	%	°	ton/m²
P1-M1-6,00 m	1.705	1.252	3.75	36.20	36.00	22.00	14.00	39.00	SC		
P2-M1-3,00 m	1.763	1.344	8.69	31.20	38.00	24.00	14.00	38.00	SC		
P3-M1-3,50 m	1.651	1.168		41.30	35.00	20.00	15.00	47.00	SC	36.2	4.5
P4-M1-3,20 m	1.602	1.102	7.97	45.40	45.00	24.00	21.00	36.00	SC		
P5-M1-3,50 m	1.684	1.182	9.82	42.40	50.00	24.00	26.00	39.00	SC		
P6-M1-4,00 m	1.754	1.287	2.01	36.30	34.00	17.00	17.00	36.00	SC		
P7-M1-3,40 m	1.632	1.178	8.69	38.60	48.00	26.00	22.00	56.00	CL		
P8-M1-3,00 m	1.337	0.769		73.80	90.00	49.00	41.00	73.00	MH	33.70	4.50
P9-M1-3,50 m	1.578	1.026	10.88	53.80	61.00	33.00	28.00	69.00	MH		
P10-M1-2,40 m	1.602	1.205		32.90	34.00	21.00	15.00	45.00	SC		
PROMEDIO	**1.631**	**1.151**	**7.40**	**43.19**	**47.30**	**26.00**	**21.30**	**47.80**		**34.95**	**4.50**
MÁXIMO	1.763	1.344	10.88	73.80	90.00	49.00	41.00	73.00		36.20	4.50
MÍNIMO	1.337	0.769	2.01	31.20	34.00	17.00	14.00	36.00		33.70	4.50

8. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO

Para los sectores donde la vía peatonal se encuentra por encima de los 2,0m de la cota del terreno natural, se recomienda la construcción de unos pilotes y dejar este sector aéreo, por este motivo se realiza el cálculo de la capacidad de los pilotes, adicionalmente, por la recomendación del muro, se plantean cimientos tipo caisson en caso de ser necesarios.

Cimientos profundos.

La capacidad admisible del suelo para cimentaciones profundas será calculada mediante la teoría de Vesic. (Libro Fundamental of Geotechnical Analysis).

$$Q_p = c * N_c + PUT * D_f * (N_q - 1) + 0.5 * PUT * D * N_g$$

$$QI = Pi * D * L * K * E * Tan(\mu)$$

$$Q_f = {(Q_p + QI)}/{FS}$$

Dónde:

Qf = Capacidad de carga en el momento de la falla

Qp= Capacidad de carga admisible por la punta

Ql = Capacidad de carga admisible por el fuste

c = Cohesión del suelo

Df = Nivel de desplante de la cimentación

PUT = Peso específico del material

Nc, Nq y Ng = Factores de carga.

D = Diámetro de la pila

L= Longitud de la pila

K= Coeficiente de presión lateral (1)

μ= Angulo de friccion entre el pilote y el suelo (2/3 de Φ grados)

E= Esfuerzo vertical

FS= Factor de Seguridad.

Tabla 1. Cuadro de capacidad de carga profunda.

BARRIO BAJO VILLA JARDÍN																		
CALCULO DE CIMENTACION PROFUNDA CIRCULAR PILAS PREEXCAVADAS																		
TIPO	PUT	c	fi	df	d	dw	Nc	Nq	Ng	Dia	campa	K	delta	Sigma	Qp	Ql	FS	Qt
	ton/m3	ton/m2	grados	m	m	m				m	m		grados	ton/m2	Ton	Ton		Ton
	1.631	3	28	4.0	3.0	3.0	23.94	13.2	14.47	0.35	0.35	1	18.67	1.76	13.05	2.62	3	5.2
2	1.631	3	28	5.0	4.0	4.0	23.94	13.2	14.47	0.35	0.35	1	18.67	2.08	14.97	3.86	3	6.3
3	1.631	3	28	6.0	5.0	5.0	23.94	13.2	14.47	0.35	0.35	1	18.67	2.39	16.88	5.33	3	7.4
4	1.631	3	28	7.0	6.0	6.0	23.94	13.2	14.47	0.35	0.35	1	18.67	2.71	18.79	7.04	3	8.6
5	1.631	3	28	4.0	3.0	3.0	23.94	13.2	14.47	0.50	0.50	1	18.67	1.76	26.98	3.74	3	10.2
6	1.631	3	28	5.0	4.0	4.0	23.94	13.2	14.47	0.50	0.50	1	18.67	2.08	30.89	5.51	3	12.1
7	1.631	3	28	6.0	5.0	5.0	23.94	13.2	14.47	0.50	0.50	1	18.67	2.39	34.80	7.62	3	14.1
8	1.631	3	28	7.0	6.0	6.0	23.94	13.2	14.47	0.50	0.50	1	18.67	2.71	38.70	10.06	3	16.3
9	1.631	3	28	5.0	4.0	4.0	23.94	13.2	14.47	1.00	1.00	1	18.67	2.08	128.19	11.02	3	46.4
10	1.631	3	28	6.0	5.0	5.0	23.94	13.2	14.47	1.00	1.00	1	18.67	2.39	143.82	15.24	3	53.0
11	1.631	3	28	7.0	5.0	6.0	23.94	13.2	14.47	1.00	1.00	1	18.67	2.71	143.82	20.12	3	54.6
12	1.631	3	28	8.0	6.0	7.0	23.94	13.2	14.47	1.00	1.00	1	18.67	3.02	159.44	25.68	3	61.7

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS

Asentamientos cimientos profundos:

Los asentamientos en los cimientos profundos serán calculados mediante las siguientes expresiones:

$$Delta_{S2} = {Q * D * (1 - u^2)}/{Es * m * ls * lf * F1}$$

Dónde:

Delta S2 = asentamientos debido a la carga

Q= Carga sobre el cimiento / Área del Cimiento

D= Diámetro del cimiento

U= Relación de Poisson

Es = Modulo de Elasticidad. Este módulo se calcula por medio de una correlación con la resistencia corte no drenado y el Índice de Plasticidad.

m*Is = Factores de forma

If = Factor en función de la relación L/D

F1 = Factor de reducción

$$Delta_{S1} = {(Q_p + asQf) * L}/{(A * Ec)}$$

Dónde:

Delta S1 = Asentamiento debido al comportamiento elástico del concreto.

Qp = Carga por la punta

Qf = Carga por el fuste

as = coeficiente función de la distribución de fricción lateral

L = Longitud Caisson

Tabla 2. Cuadro de Asentamientos.

ASENTAMIENTOS ELASTICOS DEBIDO AL FUSTE

DIAMETRO	LONG	f'c	MODULO	QP	QF	FS	AREA	QP/FS	QF/FS	as	S1
m	m	kg/cm2	T/m2	T	T		m2	T	T		m
0.35	4	210	1883879	13.051	2.618	3	0.10	4.35	0.87	0.5	0.00011
0.35	5	210	1883879	14.965	3.859	3	0.10	4.99	1.29	0.5	0.00016
0.35	6	210	1883879	16.879	5.334	3	0.10	5.63	1.78	0.5	0.00022
0.35	7	210	1883879	18.794	7.043	3	0.10	6.26	2.35	0.5	0.00029
0.50	4	210	1883879	26.981	3.74	3	0.20	8.99	1.25	0.5	0.00010
0.50	5	210	1883879	30.888	5.512	3	0.20	10.30	1.84	0.5	0.00015
1.00	5	210	1883879	128.19	11.02	3	0.79	42.73	3.67	0.5	0.00015
1.00	6	210	1883879	143.82	15.24	3	0.79	47.94	5.08	0.5	0.00020
1.00	7	210	1883879	143.82	20.12	3	0.79	47.94	6.71	0.5	0.00024

ASENTAMIENTOS DEBIDO A LA CARGA PUNTUAL

DIAMETRO	LONG	Qu	Su	Es	u	mls	If	QP	AREA	Dq	f1	S2
m	m	T/m2	T/m2	T/m2				T	m2	T/m2		m
0.35	4	7	3.5	3500	0.5	1	0.5	13.05058	0.0962115	135.64	0.6	0.0031
0.35	5	7	3.5	3500	0.5	1	0.5	14.96502	0.0962115	155.54	0.6	0.0035
0.35	6	7	3.5	3500	0.5	1	0.5	16.87945	0.0962115	175.44	0.6	0.0039
0.35	7	7	3.5	3500	0.5	1	0.5	18.79389	0.0962115	195.3	0.6	0.0044
0.50	4	7	3.5	3500	0.5	1	0.5	26.98138	0.19635	137.41	0.6	0.0044
0.50	5	7	3.5	3500	0.5	1	0.5	30.8884	0.19635	157.31	0.6	0.0051
1.00	5	7	3.5	3500	0.5	1	0.5	128.1876	0.7854	163.21	0.6	0.0105
1.00	6	7	3.5	3500	0.5	1	0.5	143.82	0.7854	183.11	0.6	0.0118
1.00	7	7	3.5	3500	0.5	1	0.5	143.8156	0.7854	183.11	0.6	0.0118

ASENTAMIENTOS TOTALES

DIAMETRO	LONGI	S1	S2	ST
m	m	m	m	m
0.35	4	0.00011	0.0031	0.0032
0.35	5	0.00016	0.003	0.004
0.35	6	0.00022	0.004	0.004
0.35	7	0.00029	0.004	0.005
0.50	4	0.00010	0.004	0.005
0.50	5	0.00015	0.005	0.005
1.00	5	0.00015	0.010	0.011
1.00	6	0.00020	0.012	0.012
1.00	7	0.00024	0.012	0.012

9. PERFIL DEL SUELO.

De acuerdo con los efectos locales descritos en el CCP-14 Código Colombiano de Puentes, el perfil del suelo en la zona de estudio se tiene de acuerdo a la figura 3.10.2.1-1 – Aceleración Pico Horizontal del Terreno (PGA) con 7% de probabilidad de excedencia en 75 años (aproximadamente 1000 años de periodo promedio de retorno) expresada en la aceleración de la gravedad (g)

1.1 Definición de la zona de amenaza.

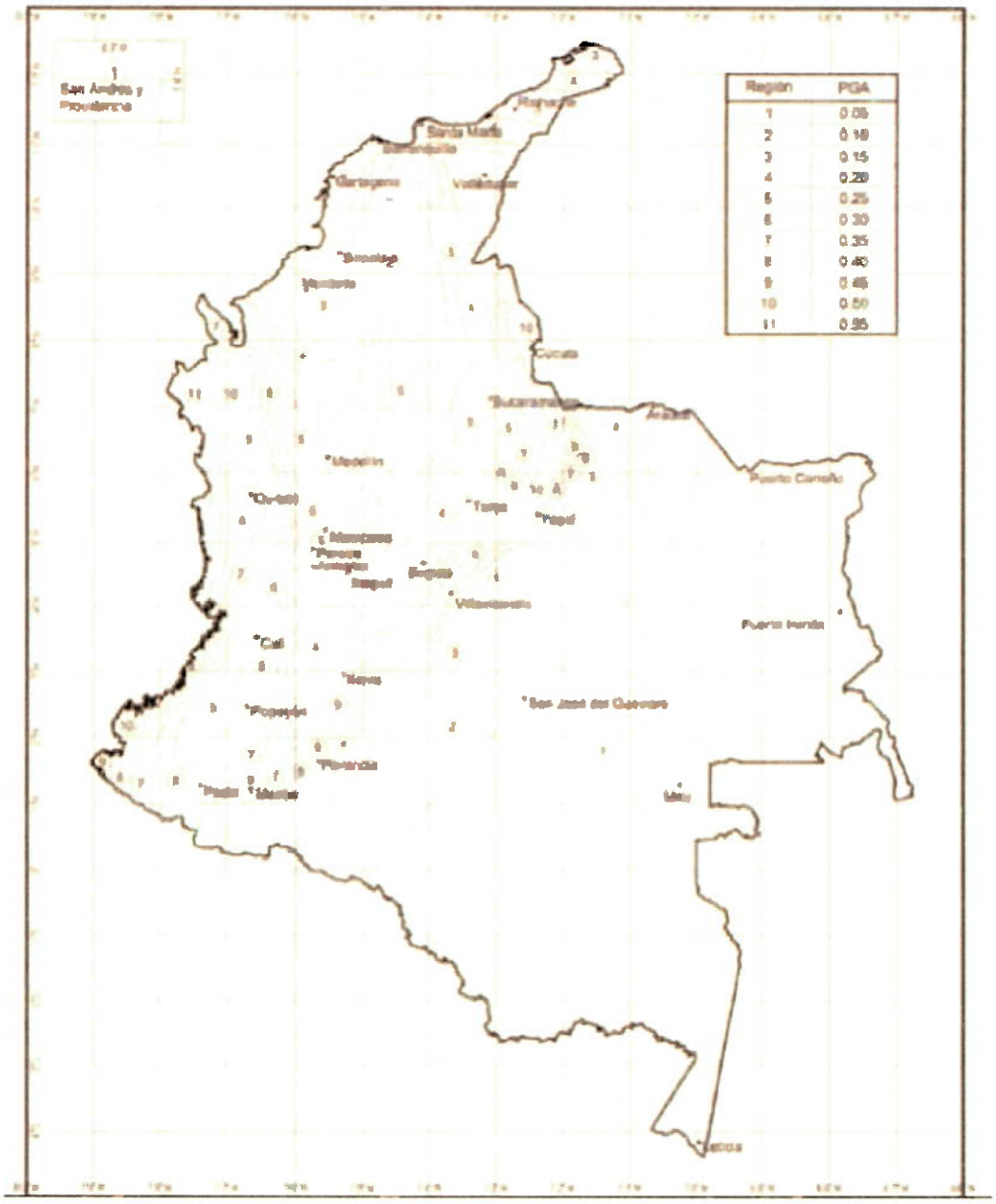


Figura 37. Valor de PGA para las ciudades capitales del país CCP-14.

Para Manizales y sus sectores aledaños, se tiene una zona de amenaza sísmica tipo 5.

PGA=0.25.

Se presenta de igual forma en Coeficiente de Aceleración Espectral Horizontal para un periodo de vibración de 0.2 segundos (Ss) para 5% del amortiguamiento crítico y con un 7% de probabilidad de excedencia en 75 años (aproximadamente 1000 años de periodo promedio de retorno) expresada en la aceleración de la gravedad

(g) se tiene de acuerdo a la figura 2.10.2.1-2.

Para Manizales y sus sectores aledaños, se tiene una zona de amenaza sísmica tipo 6.

Ss=0.60.

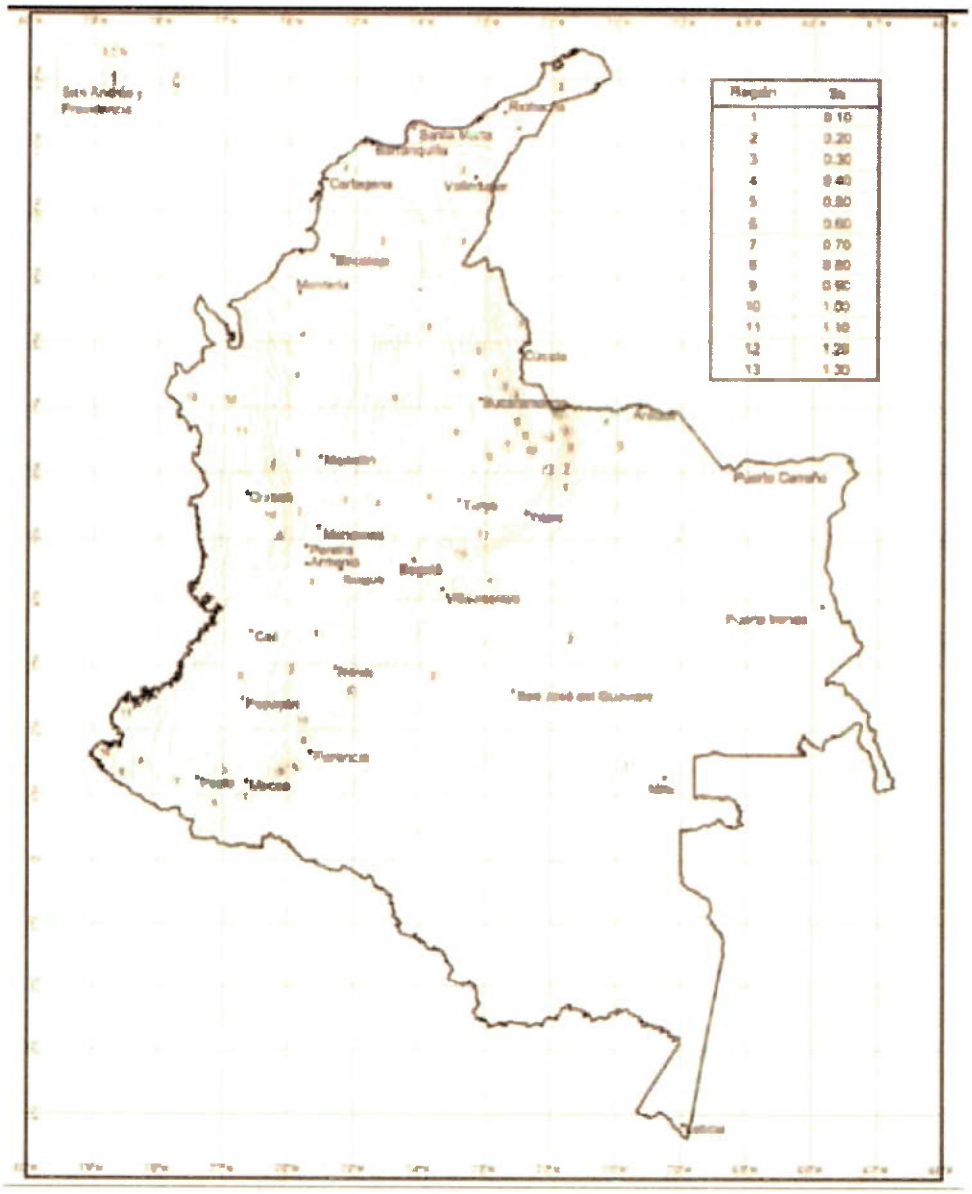


Figura 38. Valor de Ss para las ciudades capitales del país CCP-14.

Posteriormente se establece el valor del Coeficiente de Aceleración Espectral Horizontal para un periodo de vibración de 1.0 segundos (S1) para 5% del amortiguamiento crítico y con 7% de probabilidad de excedencia en 75 años (aproximadamente 1000 años de periodo promedio de retorno) expresada en la aceleración de la gravedad (g) se tiene de acuerdo a la figura 3.10.2.1-3.

Para Manizales y sus sectores aledaños, se tiene una zona de amenaza sísmica tipo 6.

$S_1 = 0.30$.

1.2 Definición del tipo perfil del suelo.

Figura 39. Clasificación perfil del suelo Fuente: CCP-14.

Tabla 3.10.3.1-1 — Definición de los Tipos de Perfil de Suelo

Tipo de Perfil de Suelo	Características del perfil
A	Roca competente con velocidad medida de onda de cortante, $\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media con $\bar{v}_s$ en el intervalo 1500 m/s $> \bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelo muy densos o roca blanda con velocidad medida de onda de cortante, $\bar{v}_s$ en el intervalo 760 m/s $> \bar{v}_s \geq 360$ m/s, o
	perfiles que cumplan con cualquiera de los dos criterios siguientes: $\bar{N} > 50$ golpes/pie, o $\bar{s}_u > 100$ kPa (> 1 kgf/cm^2)
D	Perfiles de suelos rígidos con velocidad medida de onda de cortante $\bar{v}_s$ en el intervalo 360 m/s $> \bar{v}_s \geq 180$ m/s, o
	perfiles que cumplan con cualquiera de los dos criterios siguientes: $\bar{N}$ en el intervalo 50 golpes/pie $> \bar{N} \geq 15$ golpes/pie, o $\bar{s}_u$ en el intervalo 100 kPa (> 1 kgf/cm^2) $> \bar{s}_u \geq 50$ kPa (> 0.5 kgf/cm^2)
E	Perfil de suelo con velocidad medida de onda de cortante, $\bar{v}_s < 180$ m/s, o

	perfiles que cumplan con cualquiera de los dos criterios siguientes: $\bar{N} < 15$ golpes/pie, o $\bar{s}_u < 50$ kPa (< 0.5 kgf/cm^2), o
	cualquier perfil con $H > 3$ m de arcilla blanda, definida como un suelo con $IP > 20$, $w_n \geq 40\%$ y $\bar{s}_u < 25$ kPa (< 0.25 kgf/cm^2) (véase la Nota al final de la Tabla)
F	Suelos que requieren evaluación particular de sitio, tales como • Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. • Turbas o arcillas altamente orgánicas ($H > 3$ m de turba o arcillas altamente orgánicas donde H = espesor del suelo) • Arcillas de alta plasticidad ($H > 7.5$ m con $IP > 75$) • Estratos de arcillas con rigidez de media a blanda de gran espesor ($H > 36$ m)

Nota: Esta tabla corresponde en forma idéntica a la Tabla A.2.4-1 del Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR-10, con la única excepción que en la definición de los perfiles Tipo E con espesores mayores de 3 m el límite para la resistencia al corte no drenado, $\bar{s}_u$, el valor límite es 50 kPa (< 0.5 kgf/cm^2) en el Reglamento NSR-10

Teniendo en cuenta la tabla anterior se lleva a cabo la revisión de los datos obtenidos para los depósitos del sector donde se obtienen los siguientes resultados:

IP=10%

W=42.5%

Por esta razón se define que el perfil de suelo para este caso será **tipo D,** para apoyos en suelos naturales.

Para llevar a cabo la determinación del Factor de sitio Fpga depende del valor obtenido para la PGA y según el tipo de suelo definido, se procede a dar uso de la Tabla 3.10.3.2-1 de la CCP-14.

Figura 40. Valor de Factor de sitio Fpga.

Tabla 3.10.3.2-1 — Valores del factor de Sitio, F_{pga}, en el período de vibración cero del Espectro de Aceleraciones

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos (Véase la Nota 1)				
	$PGA \leq 0.1$	$PGA = 0.2$	$PGA = 0.3$	$PGA = 0.4$	$PGA \geq 0.5$
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 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2

Notas:

1. Se debe usar una interpolación lineal para valores intermedios de *PGA*
2. Para el perfil tipo *F* debe realizarse un estudio de sitio particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda.

Para Manizales y sus sectores aledaños, se tiene:

Fpga = 1.45.

10. PARÁMETROS DE EMPUJE PARA ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN

- El valor del ángulo de fricción (ϕ) utilizado para el cálculo de los parámetros será de **28** grados, el cual es conservador y corresponde al valor adoptado para los depósitos de lleno.

- Peso del suelo 1.868 ton/m3.

- El coeficiente activo de tierras de Rankine Ka será:

$$K_a = \frac{1 - sen(\varphi)}{1 + sen(\varphi)} = tan^2(45 - \frac{\varphi}{2})$$

$$K_a = tan^2(45 - \frac{28}{2})$$

$$\boldsymbol{K_a = 0.361}$$

- El coeficiente de tierras en reposo K0:

$$K_0 = 1 - sen(\varphi)$$

$$K_0 = 1 - sen(28)$$

$$\boldsymbol{K_0 = 0.53}$$

- El coeficiente activo de tierras dinámico de Mononobe-Okabe Kae será:

$$K_{ae} = \frac{ser^2(\varphi + \beta - \theta)}{cos\vartheta\ sen^2\beta\ sen(\beta - \theta - \delta)\left[1 + \sqrt{\frac{sen(\varphi + \delta)\ sen(\varphi - \theta - \alpha)}{sen(\beta - \delta - \theta)\ sen(\alpha + \beta}}\right]^2}$$

$$\theta = tan^{-1}\left[\frac{k_{hm}}{1 - k_{vm}}\right]$$

$$k_{hm} = 0.5\ k_{h0}$$

$$k_{h0} = A_s = F_{PGA}PGA$$

Para ϕ=28°.

$$k_{h0} = 1.45 * 0.25$$
$$k_{h0} = 0.3625$$

$$k_{hm} = 0.8 * 0.3625$$
$$k_{hm} = 0.29$$
$$k_{vm} = 0.029$$

$$\theta = tan^{-1}\left[\frac{0.29}{1 - 0.029}\right]$$
$$\theta = 16.629$$

$$k_{ae} = \frac{sen^2(\varphi + \beta - \theta)}{cos\theta\ sen^2\beta\ sen(\beta - \theta - \delta)\left[1 + \sqrt{\frac{sen(\varphi + \delta)\ sen(\varphi - \theta - \alpha)}{sen(\beta - \delta - \theta)\ sen(\alpha + \beta)}}\right]^2}$$
$$\boldsymbol{k_{ae} = 0.520}$$

- El coeficiente pasivo de tierras Kp será:.

$$K_p = \frac{1 + sen(\varphi)}{1 - sen(\varphi)} = \frac{1}{Ka}$$
$$K_p = \frac{1}{0.361}$$
$$\boldsymbol{K_p = 2.77}$$

- El ángulo de la tuerza con la normal a la cara del muro será delta =18.7 grados, o igual al ángulo de inclinación del talud por detrás del muro.

$$\delta = \frac{2}{3}\varphi$$
$$\delta = \frac{2}{3}23°$$
$$\boldsymbol{\delta = 18\ 7°}$$

- El factor de rozamiento suelo muro en la base será f = 0.55.

$$f = \tan(\varphi)$$
$$f = \tan(29)$$
$$\boldsymbol{f = 0.55}$$

- Todas las estructuras de contención deben estar cimentadas sobre los suelos naturales sin excepción, ya sea apoyadas en zapatas continuas o cimientos mixtos consistentes en zapatas y micropilotes.

- Todas las estructuras de retención de tierras deben contar con espaldón filtrante teniendo cuidado con la entrega de las aguas interceptadas.

- El lleno debe ser de material preferiblemente granular con el fin de garantizar una alta densidad y evitar presiones adicionales.

11. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD.

Para analizar las condiciones proyectadas de estabilidad se requieren los siguientes datos de entrada:

Topografía: Los datos topográficos utilizados para el análisis fueron tomados del levantamiento realizado en el área por el propietario del predio.

Geología: Sobre los perfiles seleccionados se hizo la columna estratigráfica obtenida de las visitas de campo hechas por el Ingeniero Geotecnista y del estudio de suelos suministrado por el propietario.

Condiciones de Agua: El nivel de agua freática, se determinó mediante la revisión en campo, los sondeos y el estudio de suelos.

Condición de Sismo: El coeficiente sísmico de aceleración horizontal (Kh) para el cálculo de las presiones y las fuerzas sísmicas laterales del suelo debe determinarse con base en el PGA en la superficie del terreno (es decir, Kho = FpgaPGA = As, donde Kho es el coeficiente sísmico de aceleración horizontal suponiendo que no ocurre ningún desplazamiento del muro). El coeficiente de aceleración determinado en la superficie original del terreno debe considerarse como el coeficiente de aceleración que actúa en la base del muro.

Si el muro es libre de moverse lateralmente bajo la influencia de la carga sísmica y si el movimiento lateral del muro durante el evento sísmico de diseño es aceptable para el propietario, Kho debe reducirse para tener en cuenta la deformación lateral permitida del muro. La selección de una deformación lateral máxima aceptable debe tener en cuenta el efecto que esa deformación tiene sobre la

estabilidad del muro. Bajo consideración, el nivel deseado de desempeño sísmico, y el efecto que esa deformación pudiese tener sobre cualquier red de servicios públicos o estructura soportada por el muro, Kh puede reducirse hasta 0.5 Kho sin llevar a cabo un análisis de deformaciones usando el método de Newmark (Newmark, 1965) o uno de sus versiones simplificadas. Esta reducción de Kh debe también considerarse aplicable a la investigación de la estabilidad global del muro y el talud.

El coeficiente sísmico de aceleración vertical Kv, debe suponerse igual a cero para el cálculo de la presiones laterales del suelo, a menos que el muro esté significativamente afectado por efectos de fuente cercana, o si es probable que aceleraciones verticales relativamente altas actúen simultáneamente con la aceleración horizontal.

En la mayoría de las situaciones, las aceleraciones vertical y horizontal están, por

lo menos parcialmente, fuera de fase. Por lo tanto, Kv es usualmente bastante pequeño cuando Kh está cerca de su valor máximo. Típicamente se supone que Kv es cero para el diseño del muro.

Por lo anterior, teniendo en cuenta que Kho = FpgaPGA, tenemos que Kho = 0.325 para posteriormente obtener un valor de Kh = 0.1625. Para el cálculo del coeficiente de aceleración vertical a pesar de que se recomienda despreciar dicho valor para nuestro análisis se tomará como 0.1 Kh, por lo cual se tiene Kv = 0.016.

Propiedades Geotécnicas de los Materiales: Las propiedades geotécnicas de los materiales involucrados se ajustaron de acuerdo con los datos obtenidos del estudio de suelos suministrado por el propietario y de acuerdo con la experiencia con los suelos de la zona obteniendo el siguiente resultado de sus propiedades mecánicas:

Tabla 3. Propiedades mecánicas de cada depósito.

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Cohesion Type	Water Surface	Hu Type	Ru
VIA		24	Undrained	14000		Constant	None		0
BASE		2	Mohr-Coulomb	15	30		Water Surface	Constant	
AFIRMADO		19	Mohr-Coulomb	15	30		Water Surface	Constant	
MATERIAL SELECCIONADO		19	Mohr-Coulomb	20	30		Water Surface	Constant	
LLENO COMPACTADO		18	Mohr-Coulomb	20	28		Water Surface	Constant	
LLENO ANTROPICO		16.21	Mohr-Coulomb	25	28		Water Surface	Constant	
CENIZA		16.67	Mohr-Coulomb	30	29.9		Water Surface	Constant	

Condiciones de carga: Con el fin de realizar el análisis en las condiciones más críticas, se adiciona una carga correspondiente a la vía propuesta igual a 1.5 ton/m² (15 kN/m²).

Obras propuestas: Con el fin de llevar a cabo la construcción de la vía propuesta es necesaria la construcción de las siguientes obras para garantizar la estabilidad del sector:

- Mejoramiento geométrico de los taludes.
- Drenes horizontales en los taludes generados.
- Pilotes en los sectores de under voladizo.
- Muro en pilotes para contención de lleno.

Factores de resistencia – Estado límite de evento extremo – Para la estabilidad global del muro de contención cuando se incluye la fuerza sísmica, debe usarse un factor de resistencia de 0.9 (F.S: 1.11).

En ausencia de información más precisa, el factor de resistencia puede tomarse como:

Si los parámetros geotécnicos están bien definidos y el talud no soporta ni contiene un elemento estructural: 0.75 (F.S: 1.33).

Si los parámetros geotécnicos se basan en información limitada o si el talud contiene o soporta un elemento estructural: 0.65 (F.S: 1.54).

Los factores de resistencia especificados son esencialmente el inverso del FS que debe fijarse como objetivo en el programa de estabilidad de taludes.

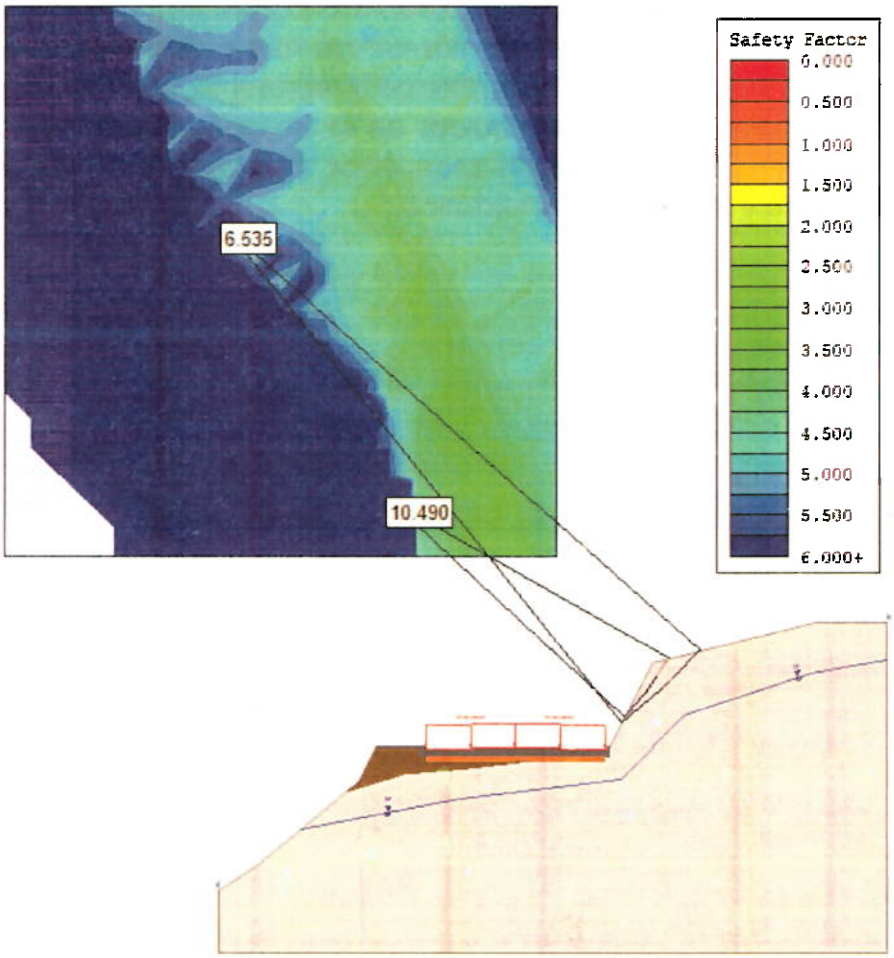
Una vez identificados cada uno de los datos de entrada se procede a realizar el análisis de estabilidad.

El método de estabilidad que será empleado es el de dovelas de Bishop, que es un método riguroso de análisis de estabilidad, el cual se puede utilizar para estimar el factor de seguridad de superficies de falla de cualquier forma y a taludes con perfiles de suelo heterogéneo. La solución simplificada es la más conocida.

- CONDICIÓN PROYECTADA

Se presenta la proyección de la condición del terreno para el perfil en su condición propuesta evaluando las condiciones más críticas que puedan comprometer la estabilidad de los taludes proyectados. Este perfil representa la condición del talud con el aumento en las cargas distribuidas de la vía que se pretende construir, además de los terraplenes y coretes propuestos. El análisis se realiza para una condición estática y para una seudoestática.

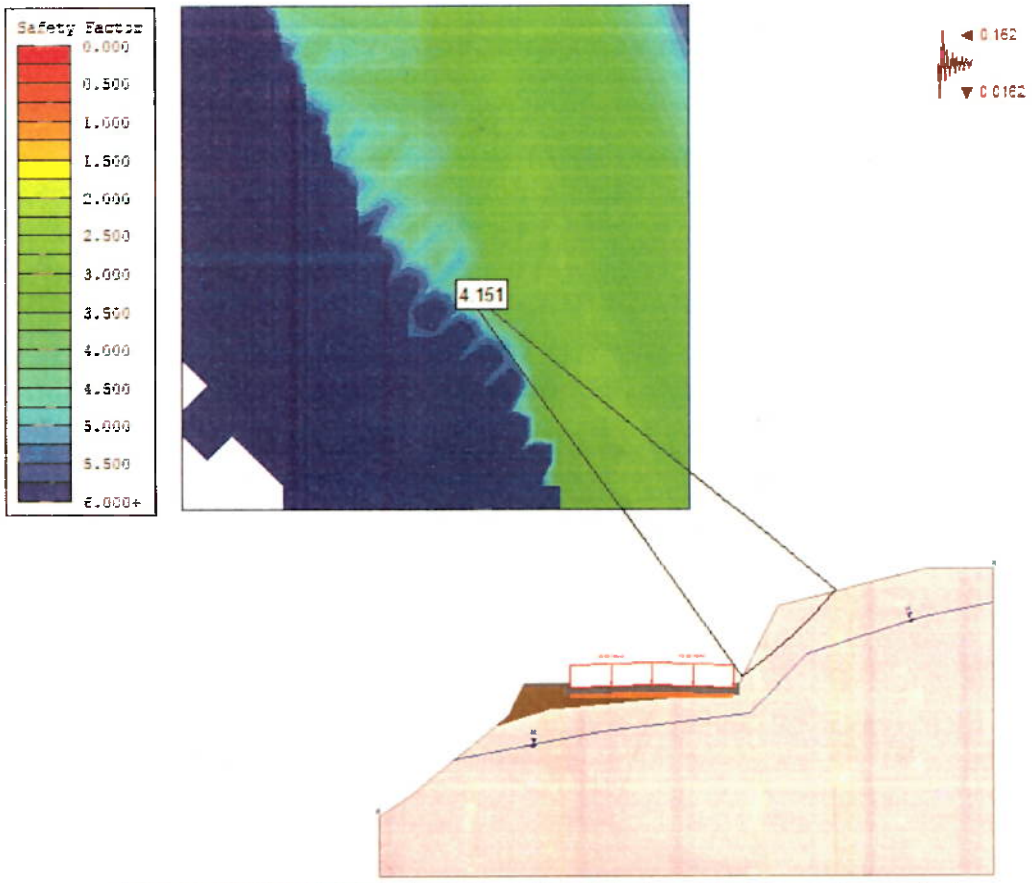
Análisis de estabilidad SECCION 115 PROYECTADO sin sismo y con nivel de aguas freáticas.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Cohesion Type	Water Surface	Hu Type	Ru
VIA		2.4	Undrained	14000		Constant	None		0
BASE		2	Mohr-Coulomb	15	30		Water Surface	Constant	
LLENO ANTROPICO		16.21	Mohr-Coulomb	25	28		Water Surface	Constant	
CENIZA		16.31	Mohr-Coulomb	30	28		Water Surface	Constant	

Figura 41. Análisis de estabilidad SECCION 115 PROYECTADO sin sismo y con nivel de aguas freáticas.

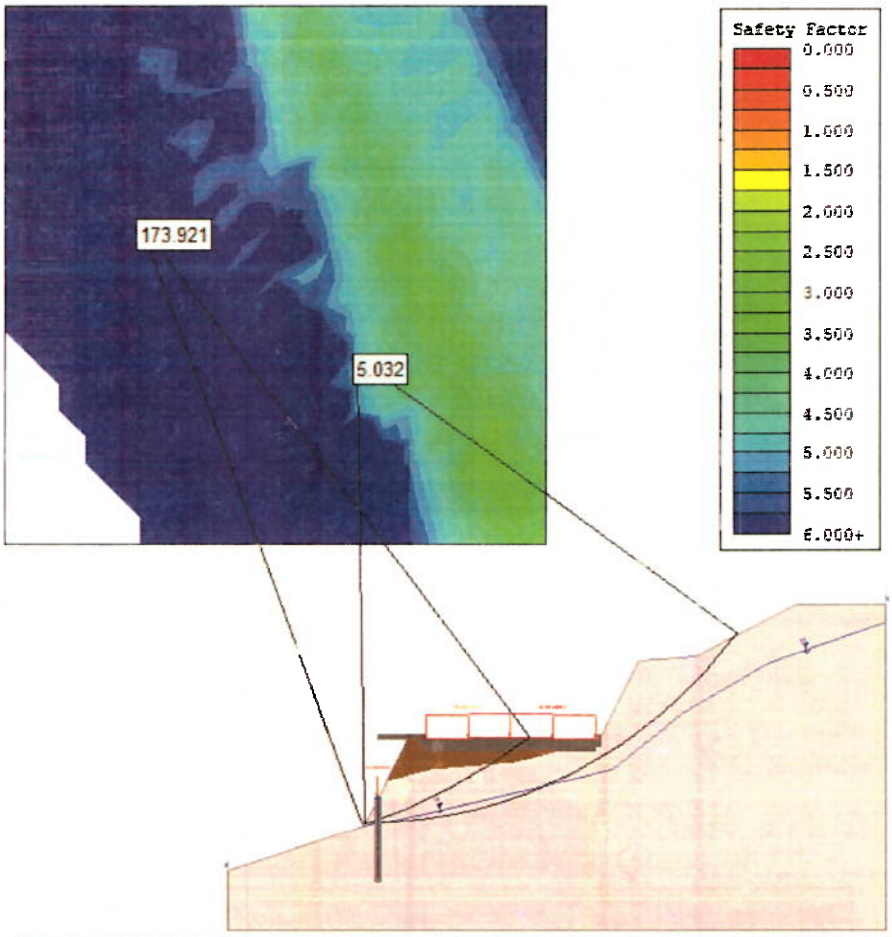
Análisis de estabilidad SECCION 115 PROYECTADO con sismo y con nivel de aguas freáticas.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Cohesion Type	Water Surface	Ru Type	Ru
VIA		2.4	Undrained	14000		Constant	None		0
BASE		2	Mohr-Coulomb	15	30		Water Surface	Constant	
LLENO ANTROPICO		16.21	Mohr-Coulomb	25	28		Water Surface	Constant	
CENIZA		16.31	Mohr-Coulomb	30	28		Water Surface	Constant	

Figura 42. Análisis de estabilidad SECCION 115 PROYECTADO con sismo y con nivel de aguas freáticas.

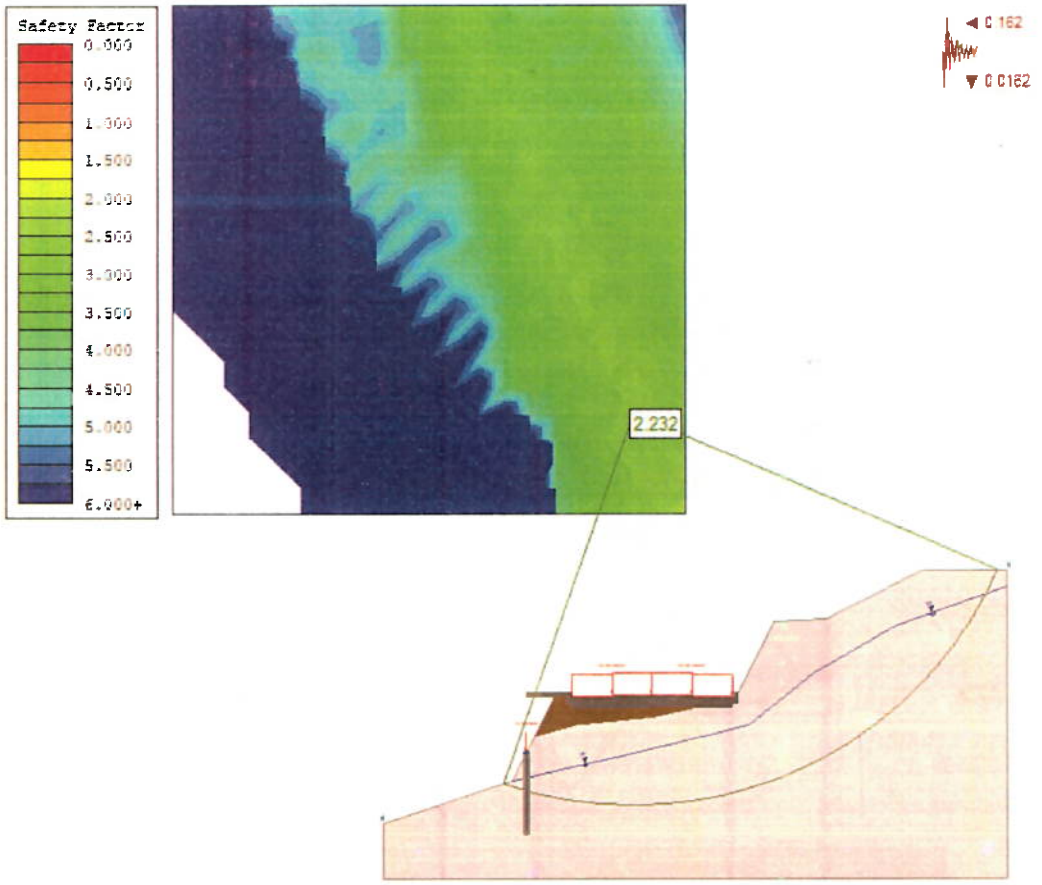
Análisis de estabilidad SECCION 165 PROYECTADO sin sismo y con nivel de aguas freáticas.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Cohesion Type	Water Surface	Ru Type	Ru
VIA		2.4	Undrained	14000		Constant	None		0
LLENO ANTROPICO		16.21	Mohr-Coulomb	25	28		Water Surface	Constant	
CENIZA		16.31	Mohr-Coulomb	30	28		Water Surface	Constant	

Figura 43. Análisis de estabilidad SECCION 165 PROYECTADO sin sismo y con nivel de aguas freáticas.

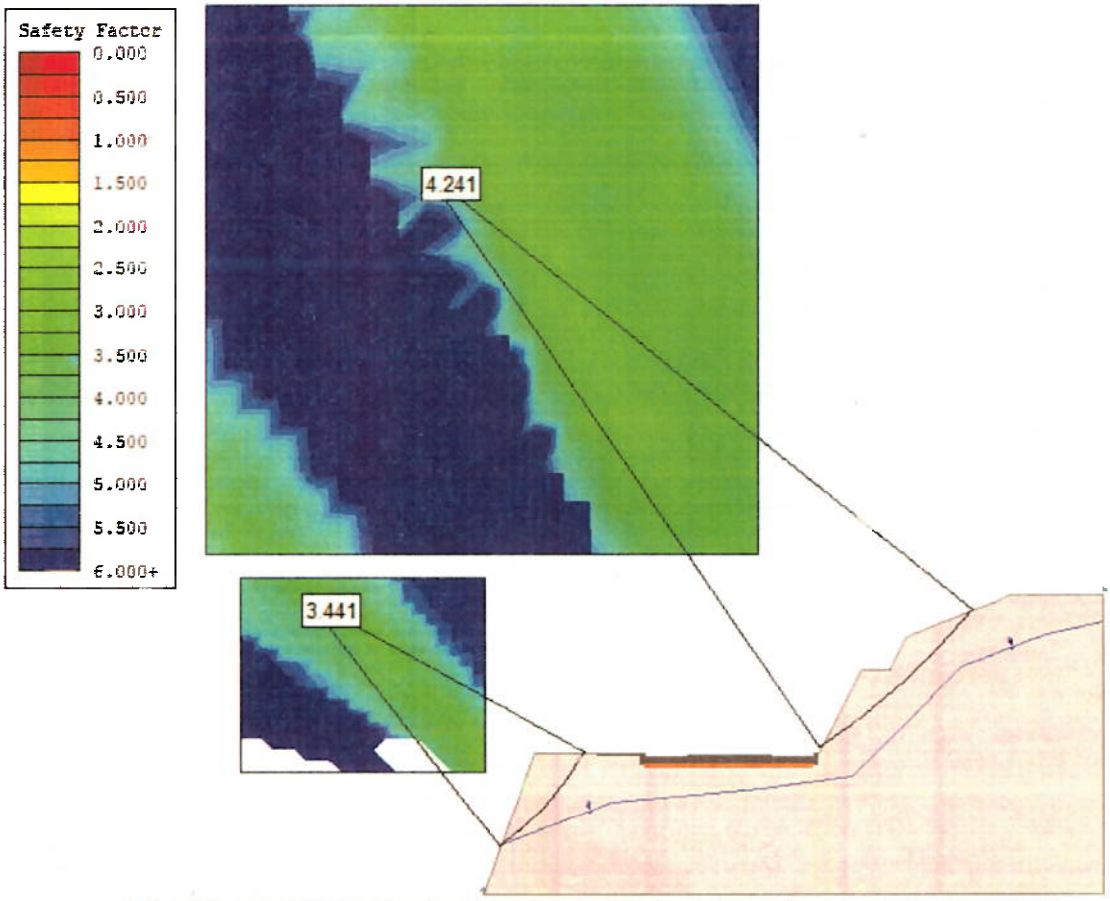
Análisis de estabilidad SECCION 165 PROYECTADO con sismo y con nivel de aguas freáticas.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Cohesion Type	Water Surface	Hu Type	Ru
VIA		2.4	Undrained	14000		Constant	None		0
LLENO ANTROPICO		16.21	Mohr-Coulomb	25	28		Water Surface	Constant	
CENIZA		16.31	Mohr-Coulomb	30	28		Water Surface	Constant	

Figura 44. Análisis de estabilidad SECCION 165 PROYECTADO con sismo y con nivel de aguas freáticas.

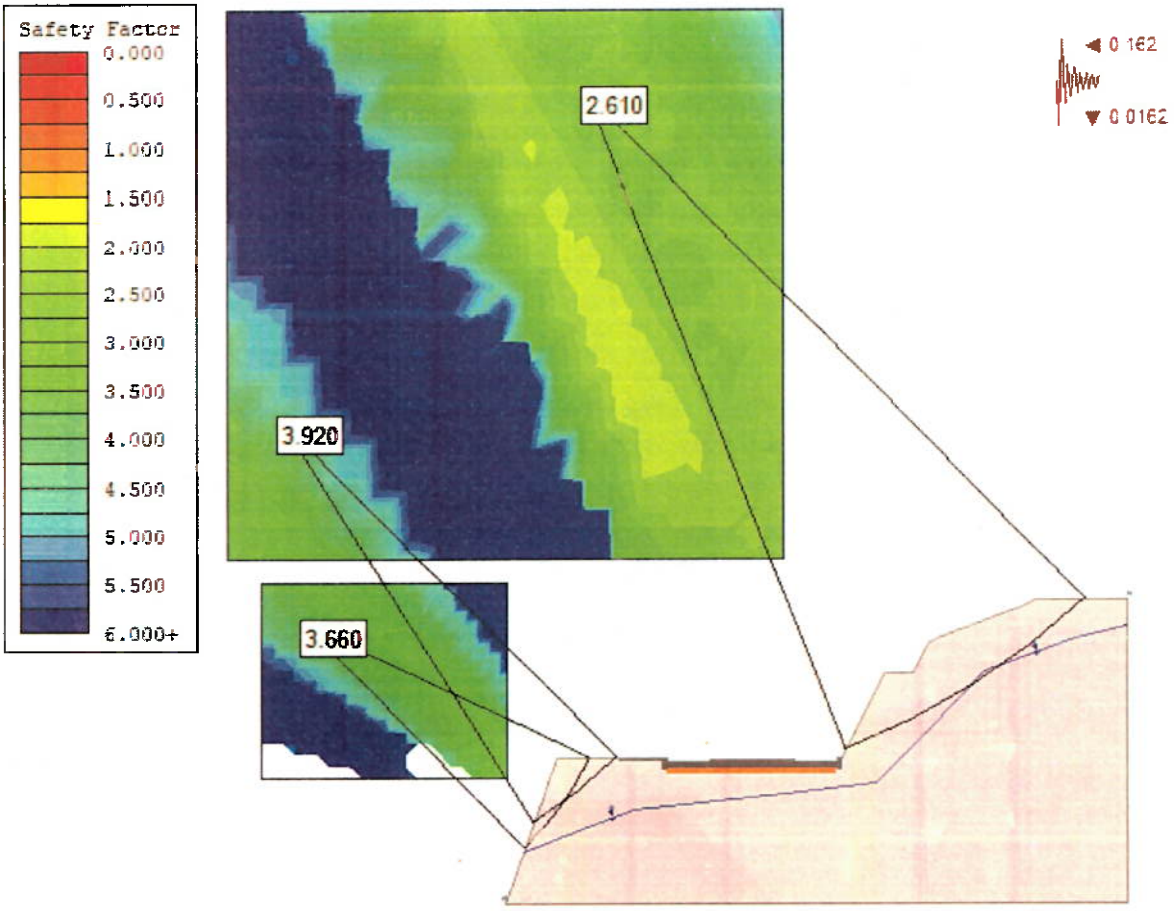
Análisis de estabilidad SECCION 175 PROYECTADO sin sismo y con nivel de aguas freáticas.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Cohesion Type	Water Surface	Hu Type	Ru
VIA		24	Undrained	14000		Constant	None		0
BASE		2	Mohr-Coulomb	15	30		Water Surface	Constant	
CENIZA		16.31	Mohr-Coulomb	30	28		Water Surface	Constant	

Figura 45. Análisis de estabilidad SECCION 175 PROYECTADO sin sismo y con nivel de aguas freáticas.

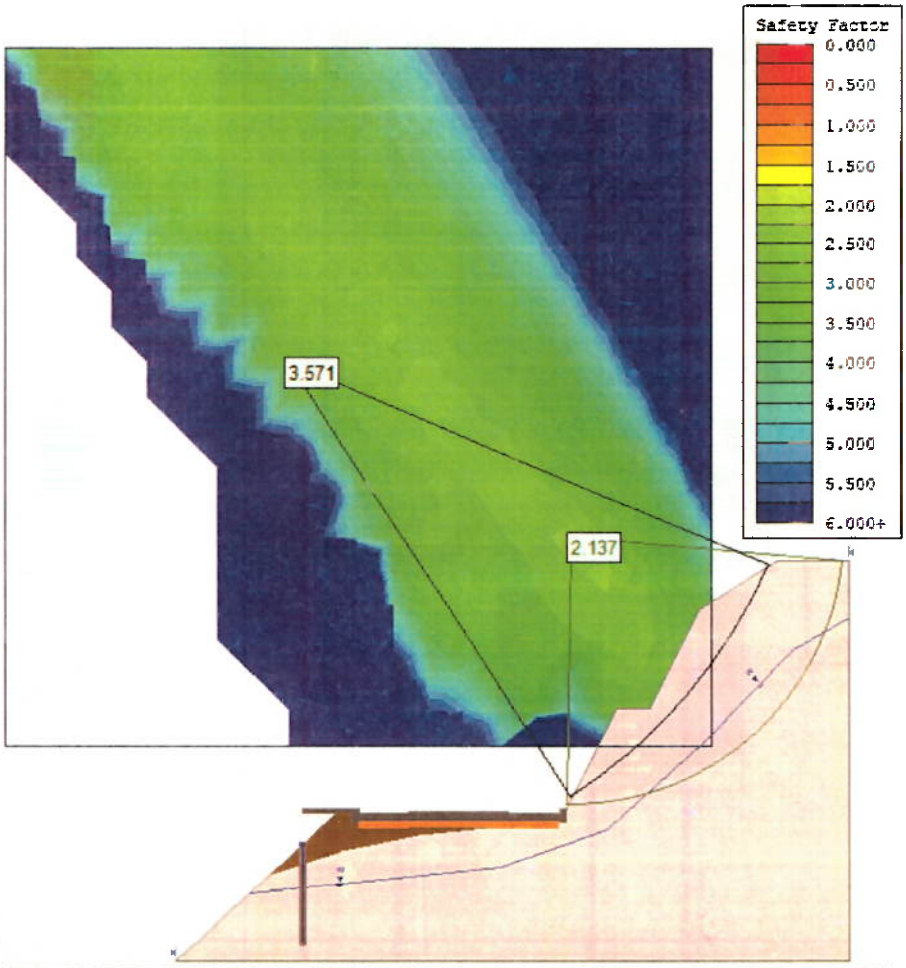
Análisis de estabilidad SECCION 175 PROYECTADO con sismo y con nivel de aguas freáticas.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Cohesion Type	Water Surface	Hu Type	Ru
VIA		2.4	Undrained	14000		Constant	None		0
BASE		2	Mohr-Coulomb	15	30		Water Surface	Constant	
CENIZA		16.31	Mohr-Coulomb	30	28		Water Surface	Constant	

Figura 46. Análisis de estabilidad SECCION 175 PROYECTADO con sismo y con nivel de aguas freáticas.

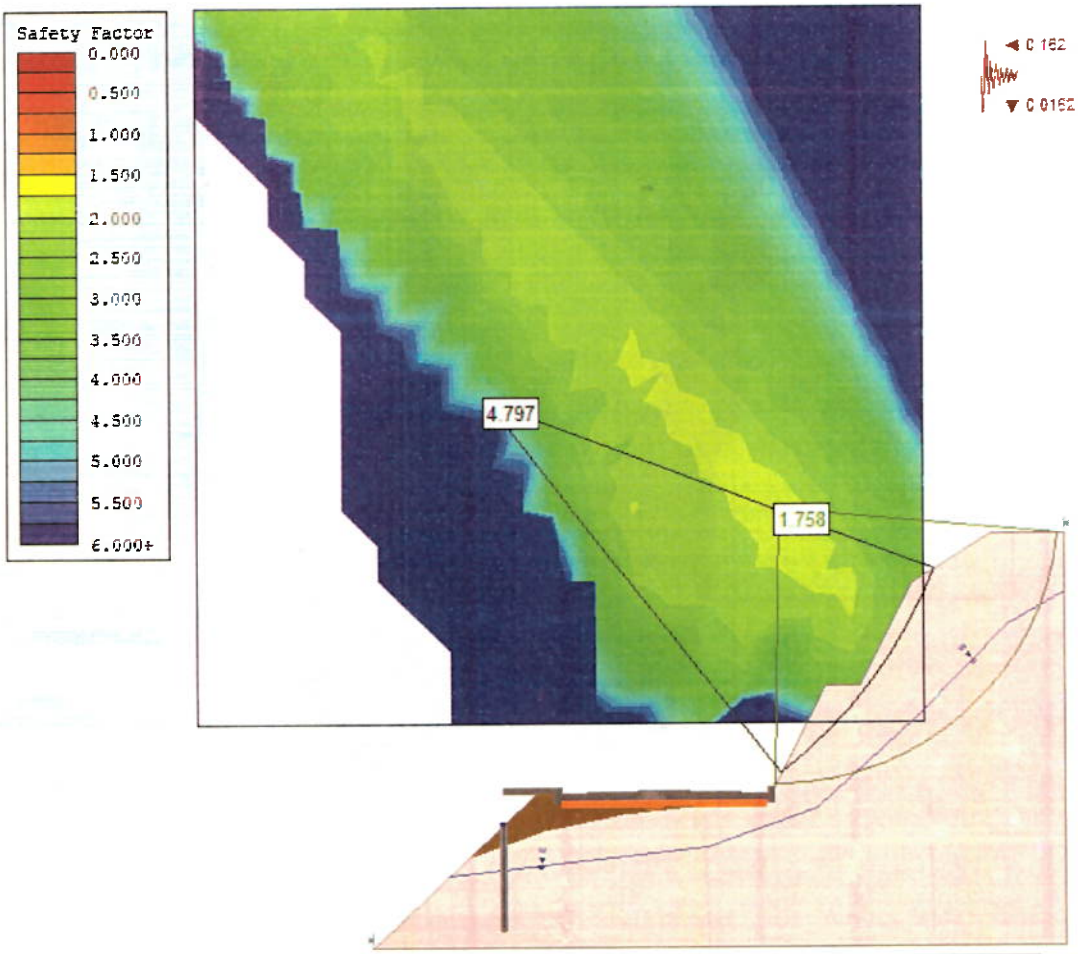
Análisis de estabilidad SECCION 260 PROYECTADO sin sismo y con nivel de aguas freáticas.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Cohesion Type	Water Surface	Ru Type	Ru
VIA		2.4	Undrained	14000		Constant	None		0
BASE		2	Mohr-Coulomb	15	30		Water Surface	Constant	
LLENO ANTROPICO		16.21	Mohr-Coulomb	25	28		Water Surface	Constant	
CENIZA		16.31	Mohr-Coulomb	30	28		Water Surface	Constant	

Figura 47. Análisis de estabilidad SECCION 260 PROYECTADO sin sismo y con nivel de aguas freáticas.

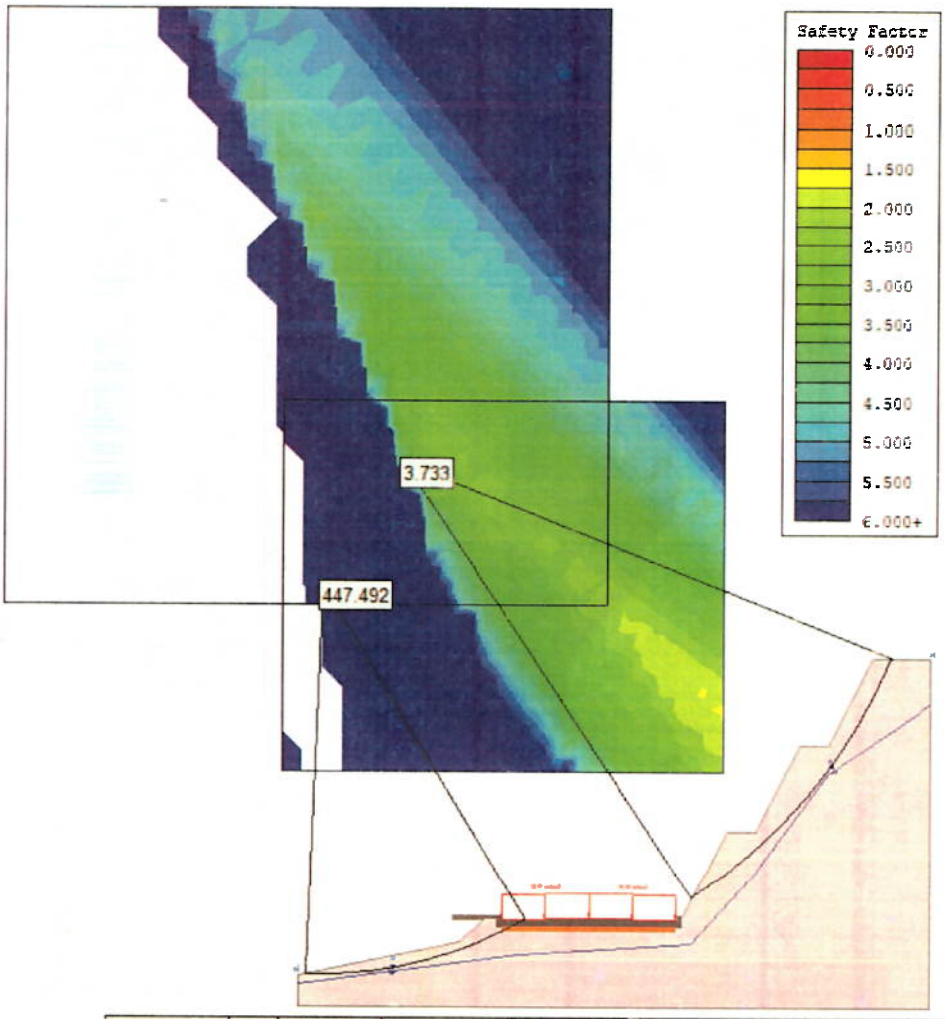
Análisis de estabilidad SECCION 260 PROYECTADO con sismo y con nivel de aguas freáticas.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Cohesion Type	Water Surface	Hu Type	Ru
VIA		2.4	Undrained	14000		Constant	None		0
BASE		2	Mohr-Coulomb	15	30		Water Surface	Constant	
LLENO ANTROPICO		16.21	Mohr-Coulomb	25	28		Water Surface	Constant	
CENIZA		16.31	Mohr-Coulomb	30	28		Water Surface	Constant	

Figura 48. Análisis de estabilidad SECCION 260 PROYECTADO con sismo y con nivel de aguas freáticas.

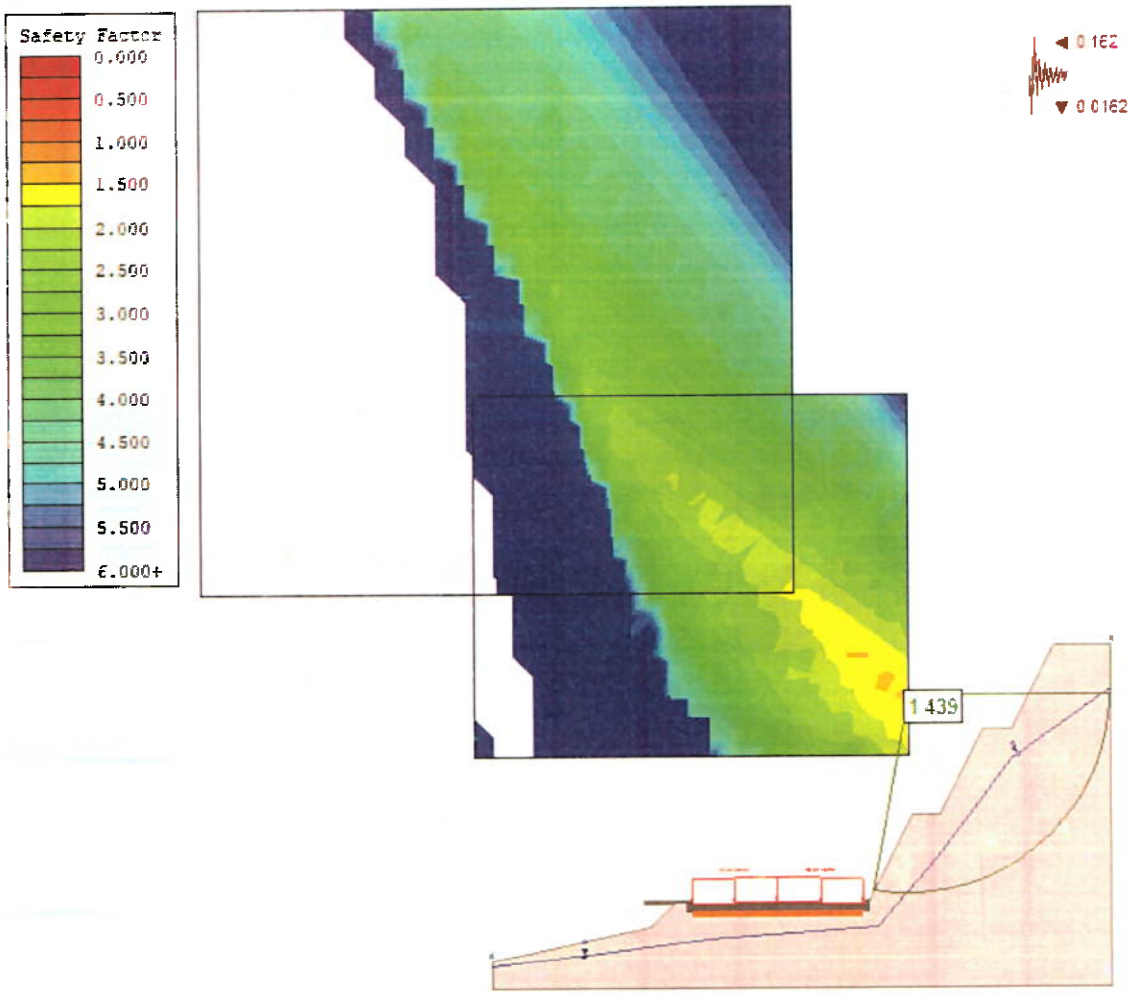
Análisis de estabilidad SECCION 285 PROYECTADO sin sismo y con nivel de aguas freáticas.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Cohesion Type	Water Surface	Ru Type	Ru
VIA		2.4	Undrained	14000		Constant	None		0
BASE		2	Mohr-Coulomb	15	30		Water Surface	Constant	
CENIZA		16.31	Mohr-Coulomb	30	28		Water Surface	Constant	

Figura 49. Análisis de estabilidad SECCION 285 PROYECTADO sin sismo y con nivel de aguas freáticas.

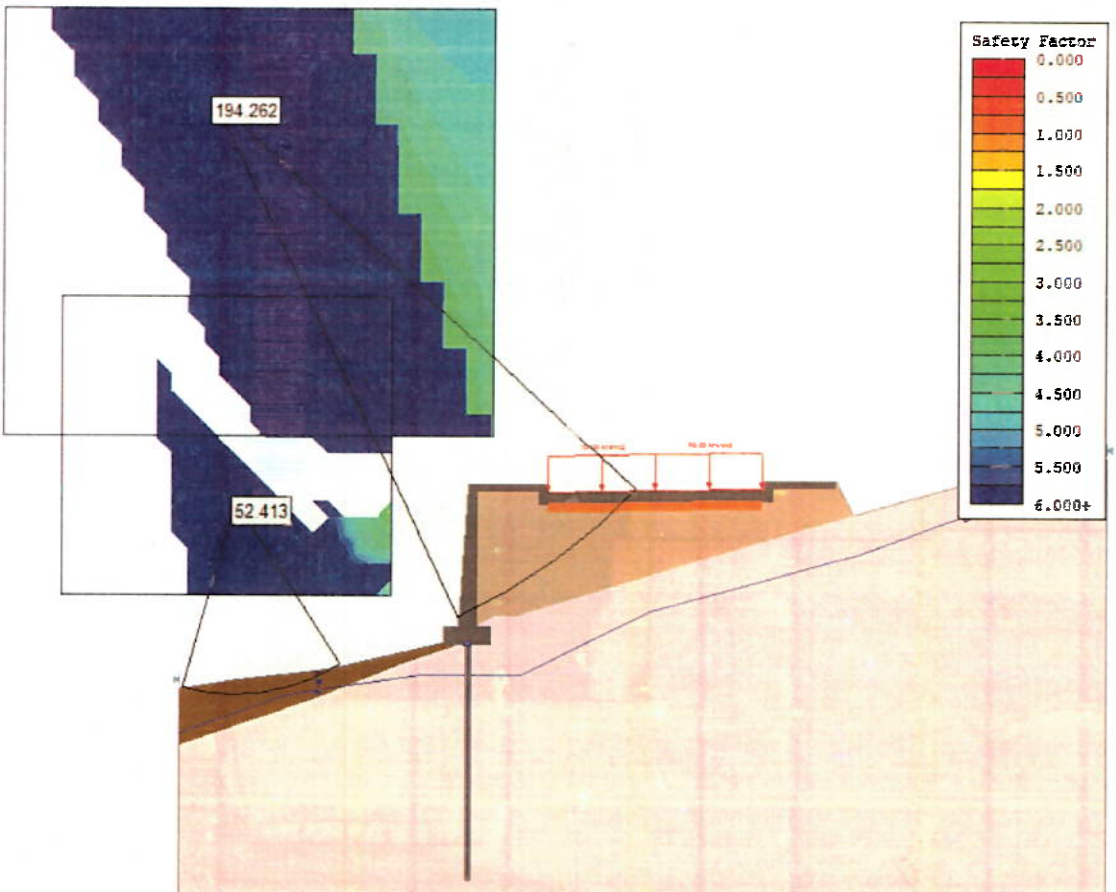
Análisis de estabilidad SECCION 285 PROYECTADO con sismo y con nivel de aguas freáticas.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Cohesion Type	Water Surface	Ru Type	Ru
VIA		2.4	Undrained	14000		Constant	None		0
BASE		2	Mohr-Coulomb	15	30		Water Surface	Constant	
CENIZA		16.31	Mohr-Coulomb	30	28		Water Surface	Constant	

Figura 50. Análisis de estabilidad SECCION 285 PROYECTADO con sismo y con nivel de aguas freáticas.

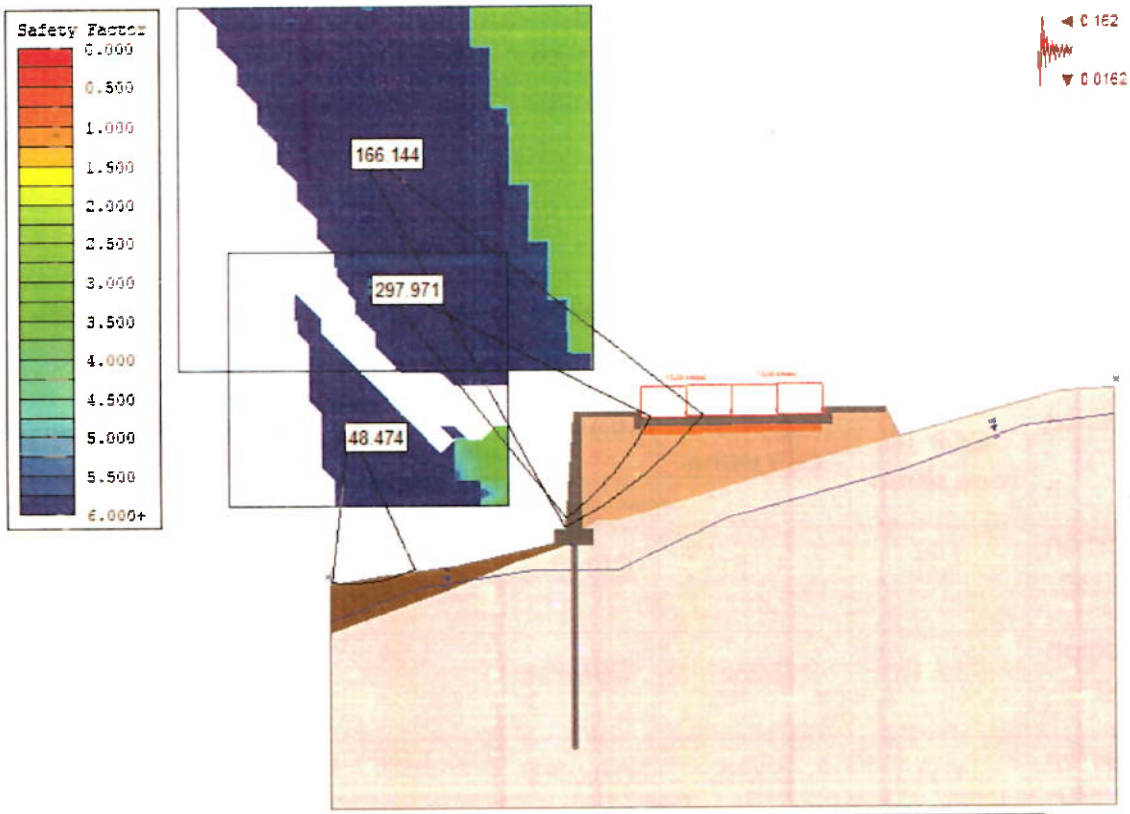
Análisis de estabilidad SECCION 460 PROYECTADO sin sismo y con nivel de aguas freáticas.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Cohesion Type	Water Surface	Ru Type	Ru
VIA		2.4	Undrained	14000		Constant	None		0
BASE		2	Mohr-Coulomb	15	30		Water Surface	Constant	
LLENO COMPACTADO		18	Mohr-Coulomb	20	28		Water Surface	Constant	
LLENO ANTROPICO		16.21	Mohr-Coulomb	25	28		Water Surface	Constant	
CENIZA		16.31	Mohr-Coulomb	30	28		Water Surface	Constant	

Figura 51. Análisis de estabilidad SECCION 460 PROYECTADO sin sismo y con nivel de aguas freáticas.

Análisis de estabilidad SECCION 460 PROYECTADO con sismo y con nivel de aguas freáticas.



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Cohesion Type	Water Surface	Hu Type	Ru
VIA		2.4	Undrained	14000		Constant	None		0
BASE		2	Mohr-Coulomb	15	30		Water Surface	Constant	
LLENO COMPACTADO		18	Mohr-Coulomb	20	28		Water Surface	Constant	
LLENO ANTROPICO		16.21	Mohr-Coulomb	25	28		Water Surface	Constant	
CENIZA		16.31	Mohr-Coulomb	30	28		Water Surface	Constant	

Figura 52. Análisis de estabilidad SECCION 460 PROYECTADO con sismo y con nivel de aguas freáticas.

COMENTARIOS ANÁLISIS DE ESTABILIDAD.

Los análisis de estabilidad presentan en la zona de estudio en condiciones actuales y proyectadas, tomando la topografía del sector, el perfil geotécnico y las propiedades mecánicas de los materiales que conforman la zona de estudio y considerando el estado más crítico (sismo, presencia de NAF y sobrecarga), factores de seguridad superiores a 1.05 en estado seudoestático y 1,5 en estado estático, los cuales son los valores mínimos recomendado en la tabla H 2.4-1 Factores de seguridad básicos mínimos NSR-10.

Tabla 4. Cuadro resumen valores análisis de estabilidad condiciones actuales.

Abscisa	Factores mínimos CCP-14 con sismo	Factor de seguridad con sismo	Resultado	Factores mínimos CCP-14 sin sismo	Factor de seguridad sin sismo	Resultado
Sección 0+115	1.11	4.151	CUMPLE	1.54	6.535	CUMPLE
Sección 0+165	1.11	2.232	CUMPLE	1.54	5.032	CUMPLE
Seccion 0+175	1.11	2.610	CUMPLE	1.54	3.441	CUMPLE
Sección 0+260	1.11	1.758	CUMPLE	1.54	2.137	CUMPLE
Sección 0+285	1.11	1.439	CUMPLE	1.54	3.733	CUMPLE
Sección 0+460	1.11	4.847	CUMPLE	1.54	5.241	CUMPLE

La conclusión que se puede obtener de los análisis de estabilidad es que para conservar la estabilidad y la durabilidad en el tiempo de las obras proyectadas una vez aplicadas las sobrecargas propuestas (vías), se ve necesaria la construcción de obras de abatimiento de las aguas freáticas, para lo cual se proponen drenes horizontales espaciados cada 20.0 metros en tubería perforada de diámetro 3 pulgadas y longitud 20.0 metros, estos drenes evacuarán el agua a zanjas colectoras o a las cunetas de la vía, la cuales deberán hacer una correcta entrega a las líneas de drenaje más cercanas.

12. OBRAS RECOMENDADAS.

OBRAS DE MEJORAMIENTO GEOMÉTRICO

Para el mejoramiento geométrico del talud, se recomiendan cortes con las siguientes características:

- Cortes de máximo 3,0m de altura.
- Inclinación máxima del talud con pendiente 1H:2V
- Bermas de 1,0m de longitud con pendiente del 2% para el bombeo

OBRAS DE CONTENCIÓN.

Se propone como obras de contención las siguientes:

- Pilotes en los sectores donde el andén peatonal se encuentre a una altura superior a 2,0m del terreno natural.
- Dos tramos de 10 metros, entre las siguientes abscisas:
  - Tramo 1 de 0+162 al 0+172.
  - Tramo 2 de 0+255 al 0+265.
- Un tramo de pilotes adicional en el eje 2 de la vía, entre las siguientes abscisas:
  - Eje de vía 2 entre 0+100 al 0+135.

La otra obra de contención sería la siguiente:

- Muro de contención de una altura máxima de 3,0m.
- Cimentado sobre pilotes o caisson de acuerdo al requerimiento estructural de la cimentación.
- Viga de cimentación entre el vástago y los pilotes.
- Ubicada en un solo tramo de la vía en las siguientes abscisas:
  - Del 0+425 al 0+465

Esta obra debe ser calculada y validada por un ingeniero especialista en estructuras el cual le de validez a la geometría presentada.

OBRAS DE MANEJO DE AGUAS.

Para el manejo de las aguas de escorrentía se propone la construcción de zanjas colectoras sobre las bermas (ve: detalles).

Para el manejo de las aguas subterráneas se propone la instalación de batería de drenes en los taludes, los cuales tendrán una longitud mínima de 10.0 m y una separación máxima de 8.0 m (ver detalle).

OBRAS BIO-INGENIERILES.

Para proteger los taludes conformados tanto en relleno como en corte de posibles fenómenos erosivos que pudiera ocasionar la lluvia, se recomienda revegetalizar la zona en su totalidad, ya sea con cespedón de grama (ver detalle), siembra de pasto al voleo o mateado.

- Se debe garantizar que las aguas lluvias y de escorrentía sean conducidas a la entrega más cercana mediante zanjas y un correcto manejo de las cubiertas.

- Se recomienda monitoreo constante para construir filtros en espina de pescado en los lugares donde al momento de realizar el proceso urbanístico se encuentren zonas de recarga hídrica que puedan afectar la cimentación y la estabilidad del proyecto, los cuales deberán disponer las aguas al canal existente en la parte oriente del sector, dichos filtros tendrán la siguiente sección:

    - Espina principal 0.5*0.5 m más un tubo de 4"
    - Espinas secundarias 0.3*0.3 más un tubo de 4".
    - Adicionalmente contaran con geotextil no tejido 2400 o similar.

- Material filtrante libre de talcos o sustancias solubles con el agua, 1"<ϕ<4".

- En general el sitio estudiado presenta condiciones geotécnicas complicadas debido al espesor de material de lleno sobre el que quedará emplazado el proyecto propuesto, sin embargo, no se esperan inconvenientes asociados a fenómenos geotécnicos siempre y cuando se sigan las recomendaciones del presente documento y de los diseños estructurales.

- Las investigaciones y conclusiones consignadas en este informe se ciñen estrictamente a las características del proyecto. Cualquier variación deberá consultarse con el ingeniero responsable del presente estudio, para la ampliación o modificación.

- El ingeniero garante del presente estudio no se hace responsable por cualquier tipo de daño y/o sanción derivados de modificaciones efectuadas al proyecto sin la respectiva consulta.

13. RECOMENDACIONES PARA EL MOVIMIENTO DE TIERRAS.

- La exploración del suelo en el área de depósito indica la presencia de bajos espesores de materia orgánica en la ladera.

- No se tiene conocimiento de la ocurrencia de fenómenos de movimientos en masa en el área destinada como depósito.

- El material utilizado para la ejecución de los llenos debe ser dispuesto en capas horizontales no superiores a 30 centímetros, estas capas deben ser compactadas con Bulldózer en direcciones ortogonales. El grado de compactación se determina en el momento que las orugas del Bulldózer no se entierren. Por tanto, es recomendable que la compactación de las capas no se realice con máquinas muy pesadas con el fin de evitar el remoldeo del suelo y así alcanzar de una forma rápida la compactación.

- Las aguas superficiales colectadas en la superficie final del depósito serán conducidas hacia el sistema de alcantarillado del proyecto o hacia la vía de acceso que funciona como canal abierto.

- El análisis de estabilidad en condiciones de sismo, presentan factores de seguridad por encima de los mínimos exigidos en la NSR-10.

DESMONTE Y LIMPIEZA.

- Se realizará la remoción del material vegetal ubicado en el sitio.

  La zona de depósito una vez demarcada por la comisión de topografía será rozada completamente, estos materiales deben ser eliminados y no deben ser integrados al lleno que se pretende plantar.

- La actividad de descapote se realizará con maquinaria y el material será acopiado para utilizarlo cuando se aplique el Plan de Abandono, en la actividad de revegetalización.

- La actividad de descapote consiste en el retiro de la capa superficial del suelo del área a intervenir, se debe identificar el espesor de suelo útil y programar la maquinaria de tal forma que se aproveche al máximo la disponibilidad del recurso.

- El lugar de disposición de materiales vegetales debe localizarse en un sitio estable, de buen drenaje y libre de cualquier foco de incendio. Se debe disponer de tal manera que facilite la descomposición natural y poder ser reutilizado o incorporado al medio natural.

- No se debe permitir ninguna práctica de quemas.

- Los cortes de descapote se hacen con una maquinaria adecuada para dicha operación, de tal manera que se logre un corte con la profundidad adecuada, la dirección de corte se realiza en el sentido más largo del polígono a descapotar, con el fin de reducir movimientos innecesarios y la menor alteración del sustrato que se va a extraer.

- El sustrato se retira lo más pronto posible a la zona de disposición temporal de la capa vegetal, evitando los montículos transitorios para el transporte.

- Las medidas de manejo del material de descapote serán las siguientes:

- Solo se debe intervenir las áreas autorizadas de acuerdo con los diseños y cálculos.

- El retiro de la capa de suelo debe hacerse cuidadosamente para evitar la muerte de la microfauna, compactación excesiva de los sustratos y la pérdida por erosión hídrica o eólica del recurso.

- Para evitar la compactación, el suelo debe manipularse en lo posible en estado seco (contenido de humedad inferior al 75%), evitar el paso de la maquinaria sobre él y almacenarlo teniendo en cuenta las alturas recomendadas de disposición.

- El suelo sólo debe apilarse cuando sea impracticable una recuperación progresiva de las áreas intervenidas.

- El suelo almacenado debe ser protegido contra la acción erosiva del agua, y el aire, y contra riesgos de contaminación.

- Las pilas de suelo deben orientarse de tal forma que se exponga la menor dimensión a la acción del viento.

- Se debe cubrir el material removido si no se reutiliza o se dispone de forma inmediata, para evitar fenómenos de erosión y arrastre de material por viento o escorrentía hacia los cuerpos de agua cercanos.

- Para proteger el suelo de la erosión hídrica y eólica se debe disponer en zonas libres de inundaciones, de baja pendiente, fuera de drenajes superficiales y en pilas con su menor dimensión en la dirección del viento.

- El material de descapote se podrá utilizar en la revegetalización de las áreas intervenidas por las actividades del proyecto de construcción vial.

14. RECOMENDACIONES SUBMURACIÓN

- **Procedimiento para la construcción de las estructuras de contención.**

- Excavar en trincheras de máximo 5 0 m de ancho y a la altura de 5 0 m. Si se requiere se puede trabajar en varios frentes, siempre y cuando se mantengan contrafuertes de suelo de mínimo 5.0 m de largo y 5.0 m de ancho.

- Fundir la estructura de la etapa excavada dejando los respectivos traslapos para la continuidad de las siguientes etapas.

- Continuar la excavación de una etapa contigua.

- Repetir los pasos anteriores hasta el nivel inferior de la excavación.

Atentamente

Luis Gonzaga Montes

Ingeniero Geotecnista

FCIC-015
LIMITES DE CONSISTENCIA
VERSION: 01

PROGEOCIVIL S.A.S
NIT. 901.314.156-7

PROYECTO: Estudio de suelos
LOCALIZACION: Lote Villa Jardin
SONDEO EXPLORATORIO: 1
FECHA: Dec-24

PROFUNDIDAD	N.A.F.		COMPRESION INCONFINADA			CLASIFICACION					
			P.U.H.	P.U.S.	Qu	HUMEDAD	L.L.	L.P.	I.P.	Tamiz 200	USCS
			gr/cm³	gr/cm³	Kg/cm²	%	%	%	%	%	
0.0		Relleno negro limoso									
0.70		Relleno negro con cascotes limoso, presenta resistencia media y humedad media									
1.0											
1.20		Relleno amarillo claro limoso, presenta resistencia media y humedad media									
2.0											
3.0		Relleno amarillo claro limoso con vetas oscuras y cascotes presenta resistencia media y humedad media									
4.0											
4.50		Relleno negro limoso, presenta resistencia media y humedad media									
5.0											
5.50		Relleno negro limoso con vetas grises y tapilli, presenta resistencia media y humedad media									
6.0		Fin de perforacion	1.614	1.062	1.28	52.10	78.50	41.75	36.75	83.30	MH

PROGEOCIVIL SAS
NIT 901314156-7

Carrera 27A N°66-30 C C Sancancio Of. 830B Teléfono 3146159686-3108911722
Email: progeocivilsas@gmail.com – Manizales – Caldas

FC-C-015
LIMITES DE CONSISTENCIA
VERSION: 01

PROGEOCIVIL S.A.S
NIT. 901.314.156-7

PROYECTO: Estudio de suelos
LOCALIZACION: Lote Villa Jardin
SONDEO EXPLORATORIO: 2
FECHA: dic-24

PROFUNDIDAD	N.A.F.		COMPRESION INCONFINADA			CLASIFICACION					
			P.U.H.	P.U.S.	Qu	HUMEDAD	L.L.	L.P.	I.P.	Tamiz 200	USCS
			gr/cm³	gr/cm³	Kg/cm²	%	%	%	%	%	
0.0											
0.30		Relleno negro limoso									
1.0		Relleno negro limoso con vetas de arcillas, presenta resistencia media y humedad media									
1.50		Relleno pardo oscuro limoso, presenta resistencia media y humedad media									
2.0		Relleno amarillo claro limoso con vetas oscuras, presenta resistencia media y humedad media									
2.30		Relleno amarillo claro limoso con vetas oscuras y cascotes, presenta resistencia media y humedad media									
2.70											
3.0		Relleno pardo oscuro limoso con cascotes, presenta resistencia media y humedad media	1.540	1.045	1.00	47.40	62.30	37.45	24.85	81.10	MH
3.50		Fin de perforacion, rechazo por escombros									
4.0											
5.0											
6.0											

PROGEOCIVIL SAS
NIT 901314156-7

FCIC-015

LIMITES DE CONSISTENCIA

VERSION: 01

PROGEOCIVIL S.A.S
NIT. 901.314.156-7

PROYECTO: Estudio de suelos
LOCALIZACION: Lote Villa Jardin
SONDEO EXPLORATORIO: 3
FECHA: dic-24

PROFUNDIDAD	N.A.F.		COMPRESION INCONFINADA			CLASIFICACION					
			P.U.H.	P.U.S.	Qu	HUMEDAD	L.L.	I. P.	I.P.	Tamiz 200	USCS
			gr/cm³	gr/cm³	Kg/cm²	%	%	%	%	%	
0.0											
0.20		Limo amarillo claro									
0.40		Limo ama. claro con lapilli, presenta resistencia media y humedad media									
0.60		Manto de lapilli delgada									
1.0		Limo amarillo claro, presenta resistencia media y humedad media									
2.0											
2.50											
2.70		Limo amarillo pardo claro, presenta resistencia media y humedad media									
3.0		Limo amarillo pardo claro con vetas grises, presenta resistencia media y humedad media									
3.10											
3.50			1.720	1.174	1.38	46.50	67.80	39.90	20.90	65.50	MH
4.0											
5.0		Limo amarillo claro, presenta resistencia media y humed. media									
6.0		Fin de perforacion									

PROGEOCIVIL SAS
NIT 901314156-7

FCIC-010
LIMITES DE CONSISTENCIA
VERSION: 01

PROGEOCIVIL S.A.S
NIT. 901.314.156-7

PRO ECTO:	Estudio de suelos	**FECHA:**	dic-24
LOCALIZACION:	Lote Villa Jard		
SONDEO EXPLORATORIO:	4		

PROFUNDIDAD	N.A.F.		COMPRESION INCONFINADA			CLASIFICACION					
			P.U.H	P.U.S.	Qu	HUMEDAD	L.L.	L.P.	I.P.	Tamiz 200	USCS
			gr/cm³	gr/cm³	Kg/cm²	%	%	%	%	%	
0.0		Limo amarillo claro									
1.0		Limo plastico amarillo claro, presenta resistencia media y humedad media									
1.60		Limo amarillo claro con vetas de oxido, presenta resistencia media y humedad media									
2.0											
2.10		Veta de oxido									
2.70		Limo amarillo claro, presenta resistencia media y humedad media									
3.0											
3.20			1.601	1.258	0.52	27.30	86.00	55.55	30.45	91.00	MH
4.0		Limo amarillo claro con vetas grises, presenta resistencia media y humedad media									
4.50											
5.0		Limo amarillo claro, presenta resistencia media y humedad media									
6.0		Fin de perforacion									

PROGEOCIVIL SAS
NIT 901314156-7

Carrera 27A N°66-30 C C Sancancio Of. 830B Teléfono 3146159686-3108911722
Email: progeocivilsas@gmail com – Manizales – Caldas

FCIC-015

LIMITES DE CONSISTENCIA

VERSION 01

PROGEOCIVIL S.A.S
NIT. 901.314.156-7

PROYECTO: Estudio de suelos
LOCALIZACION: Lote Villa Jardin
SONDEO EXPLORATORIO: 5
FECHA dic-24

PROFUNDIDAD	N.A.F.		COMPRESION INCONFINADA			CLASIFICACION					
			P.U.H.	P.U.S.	Qu	HUMEDAD	L.L.	L.P.	I.P.	Tamiz 200	USCS
			gr/cm³	gr/cm³	Kg/cm²	%	%	%	%	%	
0.0											
0.10		Capa delgada de material granular									
		Limo amarillo claro con vetas de oxido, presenta resistencia media y humedad media									
1.0											
		Limo amarillo pardo claro, presenta resistencia media y humedad media									
1.70											
2.0		Limo amarillo c[illegible]o, presenta resistencia media y humedad media									
2.20		Manto de arena									
		Limo amarillo, presenta resistencia media y humedad media									
2.60											
3.0		Limo amarillo claro con vetas grises presenta resistencia media y humedad media									
3.20											
3.50			1.479	0.939	1.12	57.40	70.40	43.45	26.95	86.60	MH
4.0											
		Limo amarillo claro, presenta resistencia media y humedad me[illegible]									
5.0											
6.0		Fin de perforacion									

PROGEOCIVIL SAS
NIT 901314156-7

Carrera 27A N°66-30 C C Sancancio Of. 83[illegible] Teléfono 3146159636-3108911722
Email: progeocivilsas@gmail.com – Manizales – Caldas

PROGEOCIVIL S.A.S
NIT. 901.314.156-7

PROYECT : Estudio de suelos **FECHA:** dic-24
LOCALIZACION: Lote Villa Jardin
SONDEO EXPLORATORIO: 6

PROFUNDIDAD	N.A.F.		COMPRESION INCONFINADA			CLASIFICACION					
			P.U.H.	P.U.S.	Qu	HUMEDAD	L.L.	L.P.	I.P.	Tamiz 200	USCS
			gr/cm³	gr/cm³	Kg/cm²	%	%	%	%	%	
0.0											
		Relleno negro limoso con escombros									
0.40											
		Capa vegetal									
1.0											
1.20											
		Limo pardo oscuro, presenta resistencia media y humedad media									
1.80											
2.0											
		Limo pardo oscuro con vetas amarillentas, presenta resistencia media y humedad media									
2.50											
		Limo pardo claro, presenta resistencia media y humedad media									
3.0											
3.30											
		Limo amarillo pardo claro, presenta resistencia media y humedad media	1.765	1.177	0.51	50.00	62.90	42.15	20.75	60.30	MH
4.0											
4.50											
		Limo amarillo pardo claro con vetas de oxido, presenta resistencia media y humedad media									
5.0											
6.0		Fin de perforacion									

PROGEOCIVIL SAS
NIT 901314156 7

FO 015
LIMITES DE CONSISTENCIA
VERSION: 01

PROGEOCIVIL S.A.S
NIT. 901.314.156-7

PROYECTO: Estudio de suelos
LOCALIZACION: Lote Villa Jardín
SONDEO EXPLORATORIO: 7
FECHA: dic-24

PROFUNDIDAD	N.A.F.		COMPRESION INCONFINADA			CLASIFICACION					
			P.U.H.	P.U.S.	Qu	HUMEDAD	L.L.	L.P.	I.P.	Tamiz 200	USCS
			gr/cm³	gr/cm³	Kg/cm²	%	%	%	%	%	
0.0		Relleno pardo oscuro limoso									
0.40		Relleno pardo oscuro limoso con cascotes, presenta resistencia media y humedad media									
0.70		Capa vegetal									
1.0		Limo pardo claro, presenta resistencia media y humedad media									
1.20		Limo amarillo pardo claro, presenta resistencia media y humedad media									
1.50											
2.0											
3.0		Limo amarillo claro, presenta resistencia media y humedad media	1.765	1.17	0.51	50.00	62.90	42.15	20.75	60.30	MH
3.40											
4.0		Limo plastico amarillo claro, presenta resistencia media y humedad media									
5.0											
6.0		Fin de perforacion									

PROGEOCIVIL SAS
NIT 901314156 7

PROGEOCIVIL S.A.S
NIT. 901.314.156-7

PROYECTO: Estudio de suelos
LOCALIZACION: Lote Villa Jardin
SONDEO EXPLORATORIO: 8
FECHA: dic-24

PROFUNDIDAD	N.A.F.		COMPRESION INCONFINADA			CLASIFICACION					
			P.U.H.	P.U.S.	Qu	HUMEDAD	L.L.	L.P.	I.P.	Tamiz 200	USCS
			gr/cm³	gr/cm³	Kg/cm²	%	%	%	%	%	
0.0											
		Relleno pardo oscuro limoso con afirmado									
0.40											
		Relleno pardo claro limoso con vetas oscuras, presenta resistencia media y humedad media									
1.0											
		Relleno amarillo claro con vetas oscuras, presenta resistencia media y humedad media									
1.30											
		Limo amarillo claro, presenta resistencia media y humedad media									
2.0											
2.20											
		Limo amarillo claro, presenta resistencia media a alta y humedad media	1.765	1.177	0.51	50.00	62.90	42.15	20.75	60.30	MH
3.80											
4.0											
		Limo amarillo claro, presenta resistencia alta y humedad media									
4.50											
		Fin de perforacion, rechazo por resistencia muy alta									
5.0											
6.0											

PROGEOCIVIL S.A.S
NIT 901314156-7

FCIC-015
LIMITES DE CONSISTENCIA
VERSION: 01

PROGEOCIVIL S.A.S
NIT. 901.314.156-7

PROYECTO: Estudio de suelos
LOCALIZACIÓN: Lote Villa Jardin
SONDEO EXPLORATORIO: 9
FECHA: dic-24

PROFUNDIDAD	N.A.F.		COMPRESION INCONFINADA			CLASIFICACION					
			P.U.H.	P.U.S.	Qu	HUMEDAD	L.L.	L.P.	I.P.	Tamiz 200	USCS
			gr/cm³	gr/cm³	Kg/cm²	%	%	%	%	%	
0.0		Relleno pardo oscuro limoso con raices									
0.30		Limo pardo amarillento con raices, presenta resistencia media y humedad media									
1.0											
1.40		Limo amarillo claro, presenta resistencia media y humedad media									
2.0											
3.0		Limo plastico amarillo claro, presenta resistencia media y humedad media									
3.50			1.765	1.177	0.51	50.00	62.90	42.15	20.75	60.30	MH
4.0		Limo amarillo claro con vetas grises, presenta resistencia media y humedad media									
4.30											
5.0		Limo amarillo claro, presenta resistencia media y humedad media									
6.0		Fin de perforacion									

PROGEOCIVIL SAS
NIT 901314156-7

Carrera 27A N°66-30 C C Sancancio Of 830B Teléfono 3 6159686-3108911722
Email: progeocivilsas@gmail.com – Manizales – Caldas

FCIC-015
LIMITES DE CONSISTENCIA
VERSION: 01

PROGEOCIVIL S.A.S
NIT. 901.314.156-7

PROYECTO: Estudio de suelos
LOCALIZACION: Lote Villa Jardin
SONDEO EXP: ORATORIO: 10
FECHA: dic 4

PROFUNDIDAD	N.A.F.		COMPRESION INCONFINADA			CLASIFICACION					
			P.U.H.	P.U.S.	Qu	HUMEDAD	L.L.	L.P.	I.P.	Tamiz 200	USCS
			gr/cm³	gr/cm³	Kg/cm³	%	%	%	%	%	
0.0											
0.20		Relleno pardo oscuro limoso									
0.50		Relleno pardo oscuro limoso con vetas amarillentas, presenta resistencia media y humedad media									
0.80		Relleno pardo amarillento con vetas o[illegible]as y escombros presenta resistencia media y humedad media									
1.0		Relleno pardo oscuro limoso, presenta re[illegible]tencia media y humedad media									
1.20		Limo pardo claro, presenta resistencia [illegible]edia y humedad media									
1.60		[illegible]no amarillo pardo claro con lapilli, presenta resistencia media y humedad media									
2.0											
2.50		Manto de lapilli del[illegible]ada									
2.70											
3.0											
4.0			1.765	1.177	0.51	50.00	62.90	42.15	20.75	60.30	MH
5.0		[illegible]no amarillo claro, presenta resistencia media y humedad media									
6.0		Fin de perforacion									

PROGEOCIVIL SAS
NIT 901314156-7

TRADING LAB S.A.S.
Laboratorio de Ingeniería Civil
Suelos, Pavimentos, Materiales

Inf. # 1 45

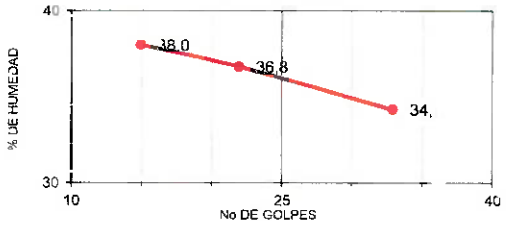
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, ÍNDICE DE PLASTICIDAD, GRANULOMETRÍA CON LAVADO SOBRE T-200 (CLASIFICACION SUCS) Y HUMEDAD NATURAL

NORMAS A.S.T.M. D 4318 INV-E 122 - 123 - 125 Y 126

Fecha del ensayo: 19 de diciembre de 2024
Interesado: Ing. Diego Maldonado
Proyecto/Obra: Estudio geotécnico
Localización: Barrio Villa Jardín - Sector Estambul
Color(es) de la muestra: Café
Apique/Sondeo: 10 Muestra N°: 1 Prof: 4,00 m

Peso suelo seco (g)				98,76	
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA
Pulg	mm				
3"	76,20	0,00	0,0	0,0	100,0
2-1/2"	63,50	0,00	0,0	0,0	100,0
2"	50,80	0,00	0,0	0,0	100,0
1-1/2"	38,10	0,00	0,0	0,0	100,0
1	25,40	0,00	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,05	0,00	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,70	0,00	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,52	0,00	0,0	0,0	100,0
N°4	4,76	0,00	0,0	0,0	100,0
N°10	2,00	0,36	0,4	0,4	99,6
N°20	0,850	0,00	0,0	0,4	99,6
N°40	0,425	20,00	20,3	20,6	79,4
N°80	0,180	0,00	0,0	20,6	79,4
N°200	0,075	33,79	34,2	54,8	**45,2**
FONDO		44,61	45,2	100,0	0,0

CURVA DE FLUJO



LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N	1	2	3
Recipiente N°	56	57	58
N° de golpes	15	22	33
Peso tara + suelo húm.	18,45	20,45	21,31
Peso tara + suelo seco	14,58	16,04	17,92
Tara cecipiente	4,40	4,04	8,04
% de humedad	38,02	36,75	34,31

LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2
Recipiente N°	59	60
Peso tara + suelo húm.	16,38	16,51
Peso tara + suelo seco	14,33	14,44
Tara cecipiente	4,42	4,45
% de humedad	20,69	20,72

RESUMEN ENSAYOS	
LIMITE LIQUIDO	**36**
LIMITE PLASTICO	**21**
INDICE DE PLASTICIDAD	**15**
LAVADO SOBRE T-200 (%)	**45**
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	**SC**
HUMEDAD NATURAL (%)	**32,9**

LAVADO SOBRE EL T-200	
Peso seco inicial (g)	98,76
Peso seco final (g)	54,15
Pasante T-200 (%)	45,20
HUMEDAD NATURAL	
Peso humedo (g)	131,29
Peso seco (g)	98,76
% de humedad	32,9

Calculó: Ing. Héctor Javier Villegas Llano

José David Chipatecua
Ensayó: José David Chipatecua

Notas:
El ensayo se realizo con los equipos adecuados y cuentan con certificados de calibración vigentes.
La información suministrada al laboratorio sobre la procedencia del especímen es completa responsabilidad del usuario.
La toma de la muestra y la custodia de ella hasta el ingreso al laboratorio es responsabilidad del interesado.
Los resultados que se reportan en este informe quedan a criterio e interpretación de un profesional idóneo en el área correspondiente

Calle 43 # 24 -21 Cristo Rey - Manizales, Caldas
Tel: 3128666728
email: trading sas@hotmail.com

TRADING LAB S.A.S.

Laboratorio de Ingeniería Civil

Suelos, Pavimentos, Materiales

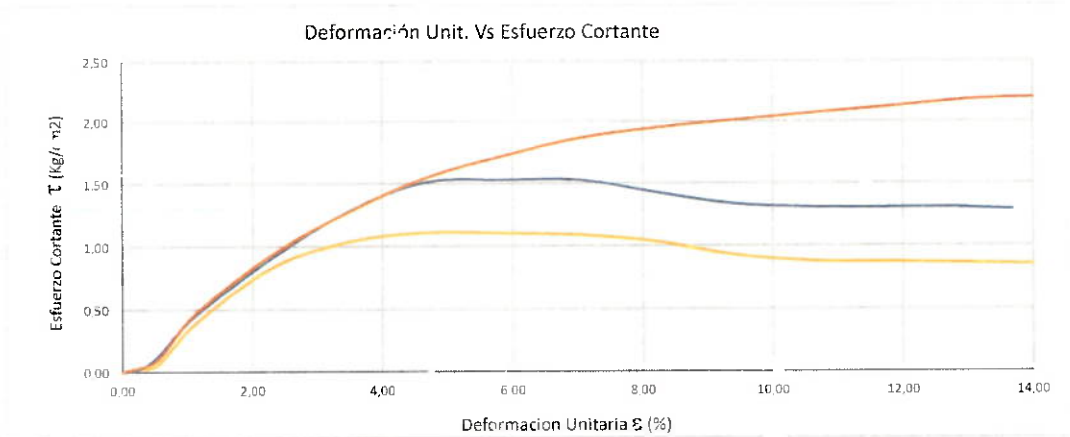
Inf # 1945

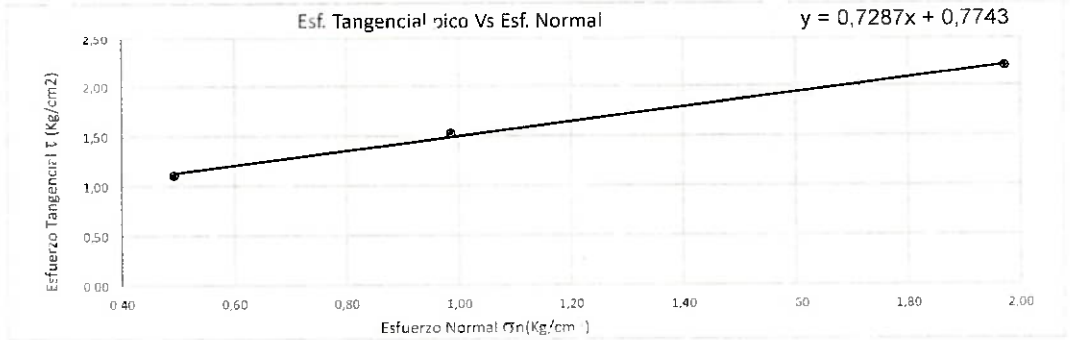
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN CONDICIÓN NO CONSOLIDADA NO DRENADA

MÉTODO RÁPIDO (UU)

Fecha del ensayo	19 de diciembre de 2024
Interesado:	Ing. Diego Maldonado
Proyecto/Obra	Estudio geotécnico
Localización:	Barrio Villa Jardín - Sector Estambul
Color(es) de la muestra	Café
Apique/Sondeo:	10 Muestra N°: 1 Prof: 4,00 m

RESUMEN DEL ENSAYO (3 GALLETAS)	
Angulo de Fricción pico (grados°)	36,1
Cohesión Pico (Kg/cm^2)	0,77
Humedad Natural (%)	32,9
Peso Unitario Húmedo (g/cm^3)	1,602
Peso Unitario Seco (g/cm^3)	1,205





Notas

El ensayo se realizó con los equipos adecuados y cuentan con certificados de calibración vigentes

La información suministrada al laboratorio sobre la procedencia del especímen es completa responsabilidad del usuario

La toma de la muestra y la custodia de ella hasta el ingreso al laboratorio es responsabilidad del interesado

Los resultados que se reportan en este informe quedan a criterio e interpretación de un profesional idóneo en el área correspondiente

Calculó: Ing. Héctor Javier Villegas Llano

Ensayó: José David Chipatecua

Calle 43 # 24 -21 Cristo Rey - Manizales. Caldas

Tel: 3128666728

email: trading.sas@hotmail.com

TRADIN y LAB S.A.S.

SUELOS, PAVIMENTOS Y MATERIALES

Inf. # 1945

ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN CONDICIÓN NO CONSOLIDADA NO DRENADA

Fecha del ensayo: 19 de diciembre de 2024

Interesado: Ing. Diego Maldonado

Proyecto/Obra: Estudio geotécnico

Localización: Barrio Villa Jardín - Sector Estambul

Apique/Sondeo: 10 Muestra N°: 1 Prof. 4,00 m

ENSAYO 1 σ = 0,49 Kg/cm2 **Carga 10,0 Kg**

Tiempo min	Deformación Vertical (mm)	Deformación Horizontal (mm)	Deformación Unitaria (%)	Area Corregida cm²	Carga Kg	Esfuerzo Cortante Kg/cm²
0	0,000	0,000	0,00	20,2683	0,00	0,00
0,5	12,208	0,136	0,27	20,2337	0,49	0,02
1,0	0,000	0,285	0,56	20,1958	1,34	0,07
2,0	0,013	0,585	1,15	20,1195	8,09	0,40
4,0	0,059	1,186	2,33	19,9666	16,76	0,84
6,0	0,132	1,786	3,52	19,8139	20,64	1,04
8,0	0,128	2,385	4,69	19,6613	21,84	1,11
10,0	0,111	2,984	5,87	19,5088	21,56	1,10
12,0	0,085	3,586	7,06	19,3553	21,09	1,09
14,0	0,071	4,186	8,24	19,2022	19,85	1,03
16,0	0,031	4,785	9,42	19,0492	17,67	0,93
18,0	0,014	5,385	10,60	18,8958	16,57	0,88
20,0	0,005	5,986	11,78	18,7420	16,33	0,87
22,0	0,598	6,500	12,80	18,6002	16,05	0,86
24,0	0,840	6,980	13,74	18,4870	15,81	0,85
26,0	0,840	7,460	14,69	18,3637	15,56	0,85

ENSAYO 2 σ = 0,98 Kg/cm2 **Carga 20,0 Kg**

Tiempo min	Deformación Vertical (mm)	Deformación Horizontal (mm)	Deformación Unitaria (%)	Area Corregida cm²	Carga Kg	Esfuerzo Cortante Kg/cm²
0	0,000	0,000	0,00	20,2683	0,00	0,00
0,5	10,461	0,135	0,27	20,2340	0,50	0,02
1,0	0,006	0,284	0,56	20,1961	2,65	0,13
2,0	0,049	0,584	1,15	20,1197	9,35	0,46
4,0	0,043	1,186	2,33	19,9666	18,33	0,92
6,0	0,001	1,785	3,51	19,8141	25,53	1,29
8,0	0,080	2,384	4,69	19,6616	29,75	1,51
10,0	0,092	2,984	5,87	19,5088	29,81	1,53
12,0	0,067	3,586	7,06	19,3553	29,52	1,53
14,0	0,052	4,185	8,24	19,2025	27,32	1,42
16,0	0,015	4,784	9,42	19,0495	25,44	1,34
18,0	0,003	5,384	10,60	18,8961	24,76	1,31
20,0	0,000	5,986	11,78	18,7420	24,49	1,31
22,0	0,000	6,468	12,73	18,6184	24,37	1,31
24,0	0,000	6,708	13,20	18,5569	24,13	1,30
26,0	0,000	6,948	13,68	18,4952	23,88	1,29

ENSAYO 3 σ = 1,97 Kg/cm2 **Carga 40,0 Kg**

Tiempo min	Deformación Vertical (mm)	Deformación Horizontal (mm)	Deformación Unitaria (%)	Area Corregida cm²	Carga Kg	Esfuerzo Cortante Kg/cm²
0	0,000	0,000	0,00	20,2683	0,00	0,00
0,5	9,983	0,136	0,27	20,2337	0,74	0,04
1,0	0,009	0,285	0,56	20,1958	2,09	0,10
2,0	0,069	0,585	1,15	20,1195	9,66	0,48
4,0	0,121	1,186	2,33	19,9666	18,85	0,94
6,0	0,071	1,786	3,52	19,8139	25,49	1,29
8,0	0,046	2,386	4,70	19,6611	30,50	1,55
10,0	0,033	2,985	5,88	19,5085	33,67	1,73
12,0	0,026	3,586	7,06	19,3553	36,16	1,87
14,0	0,010	4,186	8,24	19,2022	37,46	1,95
16,0	0,005	4,785	9,42	19,0492	38,32	2,01
18,0	0,009	5,385	10,60	18,8958	39,10	2,07
20,0	0,011	5,986	11,78	18,7420	39,73	2,1
22,0	0,010	6,586	12,96	18,5882	40,47	2,18
24,0	0,009	7,185	14,14	18,4344	40,57	2,20
26,0	0,008	7,785	15,32	18,2801	40,12	2,19
28,0	0,004	8,386	16,51	18,1252	39,32	2,17
30,0	0,002	8,986	17,69	17,9703	38,64	2,15
32,0	0,003	9,585	18,87	17,8153	38,78	2,18

Calle 4C # 24 -21 Cristo Rey - Manizales, Caldas
Tel: 3128666728
email: trading.sas@hotmail.com

TRADING LAB S.A.S.
Laboratorio de Ingeniería Civil
Suelos, Pavimentos, Materiales

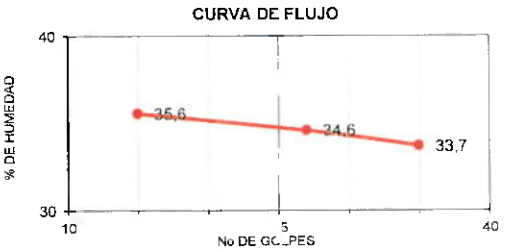
Inf. # 1943

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, ÍNDICE DE PLASTICIDAD, GRANULOMETRÍA CON LAVADO SOBRE T-200 (CLASIFICACION SUCS) Y HUMEDAD NATURAL

NORMAS A.S.T.M. D 4318 INV-E 122 - 123 - 125 Y 126

Fecha del ensayo: 19 de diciembre de 2024
Interesado: Ing. Diego Maldonado
Proyecto/Obra: Estudio geotécnico
Localización: Barrio Villa Jardín - Sector Estambul
Color(es) de la muestra: Café grisáceo
Apique/Sondeo: 3 Muestra N°: 1 Prof: 3,50 m

Peso suelo seco (g)				84,62	
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA
Pulg	mm				
3"	76,20	0,00	0,0	0,0	100,0
2-1/2"	63,50	0,00	0,0	0,0	100,0
2"	50,80	0,00	0,0	0,0	100,0
1-1/2"	38,10	0,00	0,0	0,0	100,0
1	25,40	0,00	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,05	0,00	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,70	0,00	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,52	0,00	0,0	0,0	100,0
N°4	4,76	0,00	0,0	0,0	100,0
N°10	2,00	0,18	0,2	0,2	99,8
N°20	0,850	0,00	0,0	0,2	99,8
N°40	0,425	10,46	12,4	12,6	87,4
N°80	0,180	0,00	0,0	12,6	87,4
N°200	0,075	34,23	40,5	53,0	47,0
FONDO		39,75	47,0	100,0	0,0



LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3
Recipiente N°	21	22	23
N° de golpes	15	27	35
Peso tara + suelo húm.	20,43	20,03	19,50
Peso tara + suelo seco	16,42	16,02	15,70
Tara recipiente	4,50	4,43	4,43
% de humedad	35,5	34,60	33,72

LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2
Recipiente N°	24	25
Peso tara + suelo húm.	16,13	16,19
Peso tara + suelo seco	14,21	14,23
Tara recipiente	4,54	4,35
% de humedad	19,86	19,84

RESUMEN ENSAYOS	
LIMITE LIQUIDO	35
LIMITE PLASTICO	20
INDICE DE PLASTICIDAD	15
LAVADO SOBRE T-200 (%)	47
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	SC
HUMEDAD NATURAL (%)	41,3

LAVADO SOBRE EL T-200	
Peso seco inicial (g)	84,62
Peso seco final (g)	44,87
Pasante T-200 (%)	47,00
HUMEDAD NATURAL	
Peso húmedo (g)	119,56
Peso seco (g)	84,62
% de humedad	41,3

Calculó: Ing. Héctor Javier Villegas Llano

José David Chipatecua
Ensayó: José David Chipatecua

Notas:
El ensayo se realizó con los equipos adecuados y cuentan con certificados de calibración vigentes.
La información suministrada al laboratorio sobre la procedencia del especimen es completa responsabilidad del usuario.
La toma de la muestra y la custodia de ella hasta el ingreso al laboratorio es responsabilidad del interesado.
Los resultados que se reportan en este informe quedan a criterio e interpretación de un profesional idóneo en el área correspondiente

Calle 43 # 24 -21 Cristo Rey - Manizales, Caldas
Tel: 3129666728
email: trading.sas@hotmail.com

TRADING LAB S.A.S. .nf. # 1943

Laboratorio de Ingeniería Civil

Suelos, Pavimentos, ; .ateriales

ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN CONDICIÓN NO CONSOLIDADA NO DRENADA

MÉTODO RÁPIDO [UU]

Fecha de .nsayo: 19 de diciembre de 2024

Interesado: Ing Diego Maldonadc

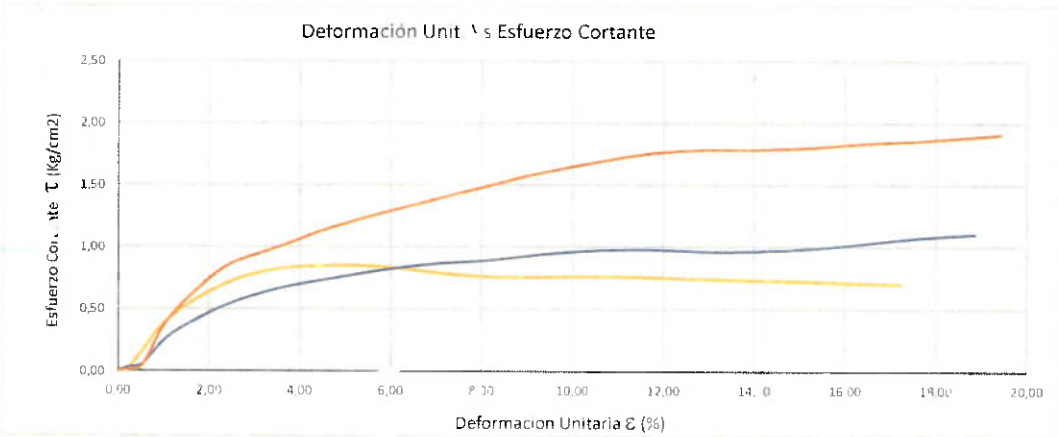
Proyecto/Obra: Estudio geotécnico

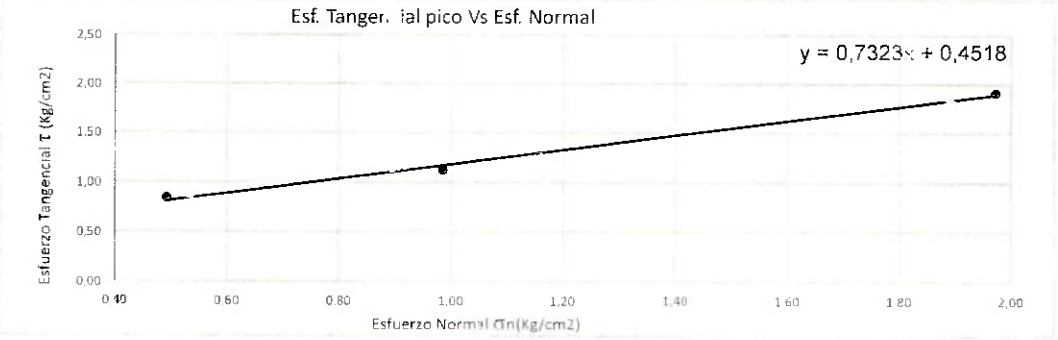
Localización: Barrio Villa Jardin - Sector Estambul

Color(es) de la muestra Café grisáceo

Apique/S· deo: 3 Muestra N°: 1 Prof: 3,50 m

RESUMEN DEL ENSAYO (3 GALLETAS)	
Angulo de Fricción pico (grados)	3°,2
Cohesión Pico (Kg/cm^2)	0,45
Humedad Natural (%)	41,3
Peso Unitario Húmedo (g/cm^3)	1, 1
Peso Unitario Seco (g/cm^3)	1,168





Notas

El ensayo se realizó con los equipos adecuados y cuentan con certificados de calibración vigentes

La información suministrada al laboratorio sobre la procedencia del especímen es completa responsabilidad del usuario

La toma de la muestra y la custodia de ella hasta el ingreso al laboratorio es responsabilidad del interesado

Los resultados que se reportan en este informe quedan a criterio e interpretación de un profesional idóneo en el área correspondiente

Calculó: Ing. Héctor Javier Villegas Llano

José David Chipatecua

Ensayó José David Chipatecua

Calle 43 # 24 -21 Cristo Rey - Manizales, Caldas
Tel: 3128666728
email: trading.sas@hotmail.com

TRADING LAB S.A.S.

SUELOS, PAVIMENTOS Y MATERIALES

Inf # 1943

ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN CONDICIÓN NO CONSOLIDADA NO DRENADA

Fecha del ensayo: 19 de diciembre de 2024

Interesado: Ing. Diego Maldonado

Proyecto/Obra: Estudio geotécnico

Localización: Barrio Villa Jardín - Sector Estambul

Apique/Sondeo: 3 Muestra N°: 1 Prof: 3,50 m

ENSAYO 1 σ = 0,49 Kg/cm2 **Carga 10,0 Kg**

Tiempo min	Deformación Vertical (mm)	Deformación Horizontal (mm)	Deformación Unitaria (%)	Area Corregida cm²	Carga Kg	Esfuerzo Cortante Kg/cm²
0	0,000	0,000	0,00	20,2683	0,00	0,00
0,5	10,348	0,131	,26	20,2350	0,76	0,04
1,0	0,000	0,282	0,56	20,1966	3,35	0,17
2,0	0,001	0,581	1,14	20,1205	8,56	0,43
4,0	0,075	1,181	2,32	19,9678	13,86	0,69
6,0	0,145	1,780	3,50	19,8154	16,14	0,81
8,0	0,138	2,380	4,69	19,6626	16,62	0,85
10,0	0,101	2,981	5,87	19,5095	16,31	0,84
12,0	0,043	3,581	,05	19,3566	15,26	0,79
14,0	0,000	4,180	8,23	19,2037	14,54	0,76
16,0	0,000	4,780	9,41	19,0505	14,42	0,76
18,0	0,000	5,381	0,59	18,8968	14,42	0,76
20,0	0,000	5,872	1,56	18,7712	14,19	0,76
22,0	0,000	6,352	12,50	18,6482	13,94	0,75
24,0	0,000	6,832	13,45	18,5250	13,70	0,74
26,0	0,000	7,312	4,39	18,4017	13,45	0,73
28,0	0,000	7,792	15,34	18,2783	13,21	0,72
30,0	0,000	8,272	16,28	18,1546	12,96	0,71
32,0	0,000	8,752	17,23	18,0308	12,72	0,71

ENSAYO 2 σ = 0,99 Kg/cm2 **Carga 20,0 Kg**

Tiempo min	Deformación Vertical (mm)	Deformación Horizontal (mm)	Deformación Unitaria (%)	Area Corregida cm²	Carga Kg	Esfuerzo Cortante Kg/cm²
0	0,000	0,000	,00	20,2683	0,00	0,00
0,5	11,465	0,130	0,26	20,2352	0,68	0,03
1,0	0,011	0,279	0,55	20,1973	1,20	0,06
2,0	0,049	0,581	1,14	20,1205	5,75	0,29
4,0	0,094	1,180	2,32	19,9681	10,34	0,52
6,0	0,063	1,779	3,50	19,8156	13,06	0,66
8,0	0,066	2,379	4,68	19,6629	14,55	0,74
10,0	0,048	2,981	5,87	19,5095	15,80	0,81
12,0	0,031	3,580	7,05	19,3568	16,69	0,86
14,0	0,032	4,179	8,23	19,2040	17,07	0,89
16,0	0,036	4,779	9,41	19,0508	17,94	0,94
18,0	0,028	5,381	10,59	18,8968	18,37	0,97
20,0	0,014	5,980	11,77	18,7435	18,32	0,98
22,0	0,016	6,579	12,95	18,5900	17,89	0,96
24,0	0,020	7,179	14,13	18,4359	17,80	0,97
26,0	0,022	7,781	15,32	18,2811	18,06	0,99
28,0	0,017	8,380	16,50	18,1_38	18,71	1,03
30,0	0,017	8,980	17,68	17,9719	19,36	1,08
32,0	0,015	9,579	18,86	17,8169	19,66	1,10

ENSAYO 3 σ = 1,97 Kg/cm2 **Carga 40 Kg**

Tiempo min	Deformación Vertical (mm)	Deformación Horizontal (mm)	Deformación Unitaria (%)	Area Corregida cm²	Carga Kg	Esfuerzo Cortante Kg/cm²
0	0,000	0,000	0,00	20,2683	0,00	0,00
0,5	11,192	0,131	0,26	20,2350	0,29	0,01
1,0	0,001	0,280	0,55	20,1971	0,95	0,05
2,0	0,009	0,580	1,14	20,1207	8,51	0,42
4,0	0,068	1,181	2,32	19,9678	16,30	0,82
6,0	0,061	1,781	3,51	19,8151	19,68	0,99
8,0	0,060	2,380	4,69	19,6626	22,65	1,15
10,0	0,068	2,980	5,87	19,5098	24,92	1,28
12,0	0,066	3,581	7,05	19,3566	26,91	1,39
14,0	0,057	4,181	8,23	19,2035	28,82	1,50
16,0	0,040	4,780	9,41	19,0505	30,58	1,61
18,0	0,029	5,380	10,59	18,8971	31,97	1,69
20,0	0,028	5,981	11,77	18,7433	33,00	1,76
22,0	0,030	6,581	12,95	18,5894	33,25	1,79
24,0	0,020	7,180	14,13	18,4357	33,03	1,79
26,0	0,023	7,780	15,31	18,2813	33,04	1,81
28,0	0,018	8,381	16,50	18,1265	33,37	1,84
30,0	0,013	8,981	17,68	17,9716	33,44	1,86
32,0	0,011	9,580	18,86	17,8166	33,75	1,89

Calle 43 # 24 -21 Cristo Rey - Manizales, Caldas
Tel: 3128666708
email: trading.sas@hotmail.com

TRADING LAB S.A.S.
Laboratorio de Ingeniería Civil
Suelos, Pavimentos, Materiales

Inf. # 1944

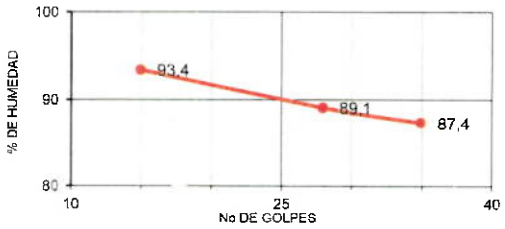
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, ÍNDICE DE PLASTICIDAD, GRANULOMETRÍA CON LAVADO SOBRE T-200 (CLASIFICACION SUCS) Y HUMEDAD NATURAL

NORMAS A.S.T.M. D 4318 INV-E 122 - 123 - 125 Y 126

Fecha del ensayo: 19 de diciembre de 2024
Interesado: Ing. Diego Maldonado
Proyecto/Obra: Estudio geotécnico
Localización: Barrio Villa Jardín - Sector Estambul
Color(es) de la muestra: Amarillo
Apique/Sondeo: 8 Muestra N°: 1 Prof: 3,00 m

Peso suelo seco (g)				76,04	
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA
Pulg	mm				
3"	76,20	0,00	0,0	0,0	100,0
2-1/2"	63,5	0,00	0,0	0,0	100,0
2"	50,80	0,00	0,0	0,0	100,0
1-1/2"	38,10	0,00	0,0	0,0	100,0
1	25,40	0,00	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,05	0,00	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,70	0,00	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,52	0,00	0,0	0,0	100,0
N°4	4,76	0,00	0,0	0,0	100,0
N°10	2,0	0,06	0,1	0,1	99,9
N°20	0,850	0,00	0,0	0,1	99,9
N°40	0,425	3,38	4,4	4,5	95,5
N°80	0,180	0,00	0,0	4,5	95,5
N°200	0,075	17,37	22,8	27,4	**72,6**
FONDO		55,23	72,6	100,0	0,0

CURVA DE FLUJO



LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3
Recipiente N°	46	47	48
N° de golpes	15	28	35
Peso tara + suelo húm.	13,95	17,88	18,41
Peso tara + suelo seco	11,98	11,57	11,90
Tara cecipiente	4,52	4,49	4,45
% de humedad	93,43	89,12	87,38

LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2
Recipiente N°	49	50
Peso tara + suelo húm.	16,40	16,17
Peso tara + suelo seco	12,11	12,35
Tara cecipiente	4,52	4,52
% de humedad	48,69	48,79

RESUMEN ENSAYOS	
LIMITE LIQUIDO	**90**
LIMITE PLASTICO	**49**
INDICE DE PLASTICIDAD	**41**
LAVADO SOBRE T-200 (%)	**73**
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	**MH**
HUMEDAD NATURAL (%)	**73,8**

LAVADO SOBRE EL T-200	
Peso seco inicial (g)	76,04
Peso seco final (g)	20,81
Pasante T-200 (%)	72,60
HUMEDAD NATURAL	
Peso húmedo (g)	132,15
Peso seco (g)	76,04
% de humedad	73,8

Calculó: Ing. Héctor Javier Villegas Llano

José David Chipatecua
Ensayó: José David Chipatecua

Notas:
El ensayo se realizó con los equipos adecuados y cuentan con certificados de calibración vigentes.
La información suministrada al laboratorio sobre la procedencia del espécimen es completa responsabilidad del usuario.
La toma de la muestra y la custodia de ella hasta el ingreso al laboratorio es responsabilidad del interesado
Los resultados que se reportan en este informe quedan a criterio e interpretación de un profesional idóneo en el área correspondiente

Calle 43 # 24 -21 Cristo Rey - Manizales, Caldas
Tel: 3128666728
e-mail: trading.sas@hotmail.com

TRADING LAB S.A.S.

Laboratorio de Ingeniería Civil

Suelos, Pavimentos, Materiales

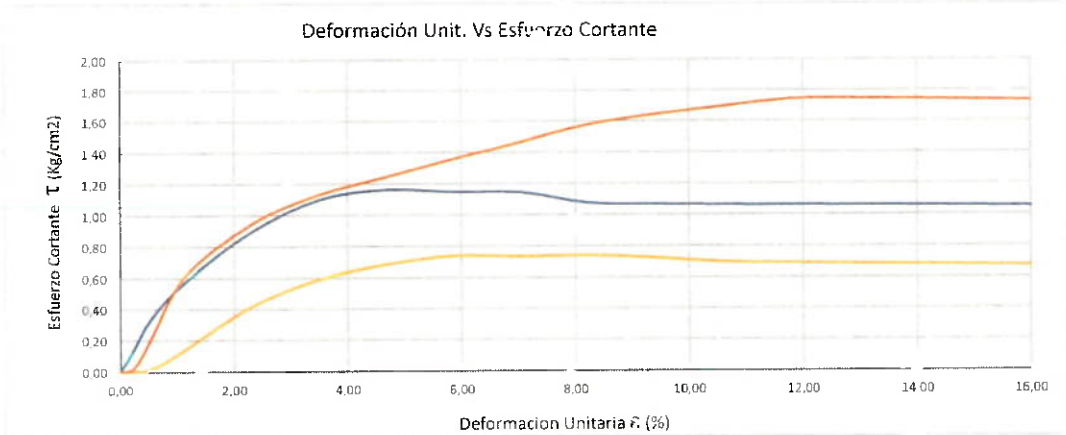
Inf. # 1944

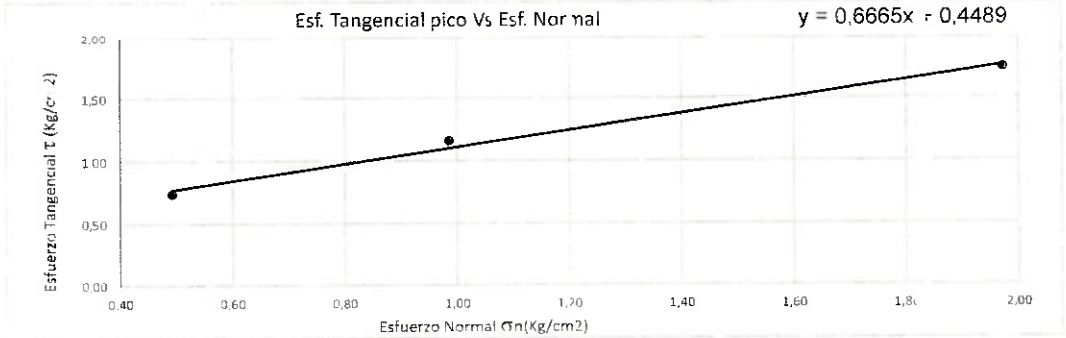
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN CONDICIÓN NO CONSOLIDADA NO DRENADA

MÉTODO RÁPIDO [UU]

Fecha del ensayo	19 de diciembre de 2024				
Interesado:	Ing. Diego Maldonado				
Proyecto/Obra:	Estudio geotécnico				
Localización:	Barrio Villa Jardín - Sector Estambul				
Color(es) de la muestra:	Amarillo				
Apique/Sondeo:	8	Muestra n.:	1	Prof:	3,00 m

RESUMEN DEL ENSAYO (3 GALLETAS)	
Angulo de Fricción pico (grados)	33,7
Cohesión Pico (Kg/cm^2)	0,45
Humedad Natural (%)	73,8
Peso Unitario Húmedo (g/cm^3)	1,337
Peso Unitario Seco (g/cm^3)	0,769





Notas

El ensayo se realizó con los equipos adecuados y cuentan con certificados de calibración vigentes

La información suministrada al laboratorio sobre la procedencia del especímen es completa responsabilidad del usuario.

La toma de la muestra y la custodia de ella hasta el ingreso al laboratorio es responsabilidad del interesado

Los resultados que se reportan en este informe quedan a criterio e interpretación de un profesional idóneo en el área correspondiente

Calculó: Ing. Héctor Javier Villegas Llano

Ensayó: José David Chipatecua

Calle 43 # 24 -21 Cristo Rey - Manizales, Caldas

Tel: 3128666728

email: trading.sas@hotmail.com

TRADING LAB S.A.

SUELOS, PAVIMENTOS Y MATERIALES

Inf. # 1944

ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN CONDICIÓN NO CONSOLIDADA NO DRENADA

Fecha del ensayo: 19 de diciembre de 2024

Interesado: Ing. Diego Maldonado

Proyecto/Obra: Estudio geotécnico

Localización: Barrio Villa Jardín - Sector Estambul

Apique/Sondeo: 8 Muestra N°: 1 Prof: 3,00 m

ENSAYO 1 σ = 0,49 Kg/cm2 **Carga 10,0 Kg**

Tiempo min	Deformación Vertical (mm)	Deformación Horizontal (mm)	Deformación Unitaria (%)	Area Corregida cm²	Carga Kg	Esfuerzo Cortante Kg/cm²
0	0,000	0,000	0,00	20,2683	0,00	0,00
0,5	11,521	0,131	0,26	20,2350	0,12	0,01
1,0	0,002	0,280	0,55	20,1971	0,35	0,02
2,0	0,017	0,579	1,14	20,1210	2,79	0,14
4,0	0,007	1,181	2,32	19,9678	8,31	0,42
6,0	0,046	1,780	3,50	19,8154	11,67	0,59
8,0	0,057	2,380	4,69	19,6626	13,49	0,69
10,0	0,025	2,979	5,86	19,5100	14,40	0,74
12,0	0,016	3,581	7,05	19,3566	14,21	0,73
14,0	0,000	4,180	8,23	19,2037	14,21	0,74
16,0	0,000	4,780	9,41	19,0505	13,81	0,72
18,0	0,000	5,381	10,59	18,8968	13,18	0,70
20,0	0,000	6,077	11,96	18,7187	12,92	0,69
22,0	0 000	6,797	13,38	18,5340	12,67	0,68
24,0	0,000	7,517	14,80	18,3490	12,43	0,68
26,0	0,000	8,237	16,21	18,1636	12,18	0,67
28,0	0,000	8,957	17,63	17,9778	11,94	0,66

ENSAYO 2 σ = 0,99 Kg/cm2 **Carga 20,0 Kg**

Tiempo min	Deformación Vertical (mm)	Deformación Horizontal (mm)	Deformación Unitaria (%)	Area Corregida cm²	Carga Kg	Esfuerzo Cortante Kg/cm²
0	0,000	0,000	0,00	20,2683	00	0,00
0,5	12,574	0,131	0,26	20,2350	3,08	0,15
1,0	0,021	0,280	0,55	20,1971	6,82	0,34
2,0	0,033	0,579	1,14	20,1210	11,53	0,57
4,0	0,021	1,181	2,32	19,9678	17,96	0,90
6,0	0,004	1,780	3,50	19,8154	21,78	1,10
8,0	0,000	2,380	4,69	19,6626	22,86	1,16
10,0	0,010	2,979	5,86	19,5100	22,39	1,15
12,0	0,015	3,579	7,05	19,3571	2,14	1,14
14,0	0,008	4,180	8,23	19,2037	20,67	1,08
16,0	0,083	4,860	9,57	19,0301	20,28	1,07
18,0	0,120	5,580	10,98	18,8459	20,04	1,06
20,0	0,120	6,300	12,40	18,6615	19,79	1,06
22,0	0,120	7,020	13,82	18,4768	19,55	1,06
24,0	0,120	7,740	15,24	18,2916	19,30	1,06
26,0	0,120	8,460	16,65	18,1061	19,06	1,05

ENSAYO 3 σ = 1,97 Kg/cm2 **Carga 40,0 Kg**

Tiempo min	Deformación Vertical (mm)	Deformación Horizontal (mm)	Deformación Unitaria (%)	Area Corregida cm²	Carga Kg	Esfuerzo Cortante Kg/cm²
0	0,000	0,000	0,00	20,2683	0,00	0,00
0,5	11,457	0,131	0,26	20,2350	0,60	0,03
1,0	0,015	0,280	0,55	20,1971	4,10	0,20
2,0	0,026	0,581	1,14	20,1205	12,22	0,61
4,0	0,054	1,181	2,32	19,9678	18,93	0,95
6,0	0,063	1,780	3,50	19,8154	22,41	1,13
8,0	0,072	2,380	4,69	19,6626	24,46	1,24
10,0	0,076	2,981	5,87	19,5095	26,51	1,36
12,0	0,072	3,581	7,05	19,3566	28,38	1,47
14,0	0,059	4,180	8,23	19,2037	30,28	1,58
16,0	0,043	4,780	9,41	19,0505	31,27	1,64
18,0	0,040	5,381	10,59	18,8968	32,01	1,69
20,0	0,034	5,981	11,77	18,7433	32,61	1,74
22,0	0,029	6,580	12,95	18,5897	32,45	1,75
24,0	0,018	7,180	14,13	18,4357	32,08	1,74
26,0	0,017	7,781	15,32	18,2811	31,71	1,73
28,0	0,017	8,381	16,50	18,1265	31,35	1,73
30,0	0,018	8,980	17,68	17,9719	30,98	1,72
32,0	0,016	9,580	18,86	17,8166	30,61	1,72

Calle 43 # 24 -21 Cristo Rey - Manizales, Caldas
Tel: 3128666728
email: tradinglab.sas@hotmail.com

TRADING LAB S.A.S.
Laboratorio de Ingeniería Civil
Suelos, Pavimentos, Materiales

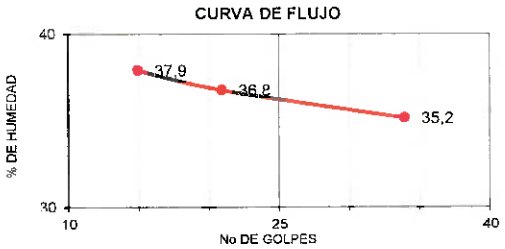
Inf. # 619

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, ÍNDICE DE PLASTICIDAD, GRANULOMETRÍA CON LAVADO SOBRE T-200 (CLASIFICACION SUCS) Y HUMEDAD NATURAL

NORMAS A.S.T.M. D 4318 INV-E 122 - 123 - 125 Y 126

Fecha del ensayo: 19 de diciembre de 2024
Interesado: Ing. Diego Maldonado
Proyecto/Obra: Estudio geotécnico
Localización: Barrio Villa Jardín - Sector Estambul
Color(es) de la muestra: Negro
Apique/Sondeo: 1 Muestra N°: 1 Prof: 6,00 m

Peso suelo seco (g)				106,20	
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA
Pulg	mm				
3"	76,20	0,00	0,0	0,0	100,0
2-1/2"	63,50	0,00	0,0	0,0	100,0
2"	50,80	0,00	0,0	0,0	100,0
1-1/2"	38,10	0,00	0,0	0,0	100,0
1	25,40	0,00	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,05	0,00	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,70	0,00	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,52	0,00	0,0	0,0	100,0
N°4	4,76	0,00	0,0	0,0	100,0
N°10	2,00	0,18	0,2	0,2	99,8
N°20	0,850	0,00	0,0	0,2	99,8
N°40	0,425	18,39	17,3	17,5	82,5
N°80	0,180	0,00	0,0	17,5	82,5
N°200	0,075	46,34	43,6	61,1	**38,9**
FONDO		41,29	38,9	100,0	0,0



LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3
Recipiente N°	11	12	13
N° de golpes	15	21	34
Peso tara + suelo húm.	21,66	20,12	16,92
Peso tara + suelo seco	16,93	15,90	13,69
Tara recipiente	4,46	4,43	4,51
% de humedad	37,93	36,79	35,19

LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2
Recipiente N°	14	15
Peso tara + suelo húm.	16,75	16,67
Peso tara + suelo seco	14,54	14,48
Tara recipiente	4,44	4,63
% de humedad	21,88	22,23

RESUMEN ENSAYOS	
LIMITE LIQUIDO	36
LIMITE PLASTICO	22
INDICE DE PLASTICIDAD	14
LAVADO SOBRE T-200 (%)	39
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	SC
HUMEDAD NATURAL (%)	36,2

LAVADO SOBRE EL T-200	
Peso seco inicial (g)	106,20
Peso seco final (g)	64,91
Pasante T-200 (%)	38,90
HUMEDAD NATURAL	
Peso húmedo (g)	144,64
Peso seco (g)	106,20
% de humedad	36,2

Calculó: **Ing. Héctor Javier Villegas Llano**

José David Chipatecua
Ensayó: José David Chipatecua

Notas:
El ensayo se realizó con los equipos adecuados y cuentan con certificados de calibración vigentes.
La información suministrada al laboratorio sobre la procedencia del especímen es completa responsabilidad del usuario
La toma de la muestra y la custodia de ella hasta el ingreso al laboratorio es responsabilidad del interesado.
Los resultados que se reportan en este informe quedan a criterio e interpretación de un profesional idóneo en el área correspondiente

Calle 43 # 24 - 21 Cristo Rey - Manizales, Caldas
Tel: 3128666728
email: trading.sas@hotmail.com

TRADING LAB S.A.S.

Laboratorio de Ingeniería Civil

SUELOS, PAVIMENTOS Y MATERIALES

Inf. # 619

COMPRESIÓN INCONFINADA Y HUMEDAD NATURAL EN MUESTRAS DE SUELOS

NORMAS ASTM D-2166 - INV E 122 Y 152

Fecha del ensayo: 19 de diciembre de 2024

Interesado: Ing Diego Maldonado

Proyecto/Obra: Estudio geotécnico

Localización: Barrio Villa Jardín - Sector Estambul

Color(es) de la muestra: Negro

Apique/Sondeo: 1 Muestra N°: 1 Prof: 6,00 m

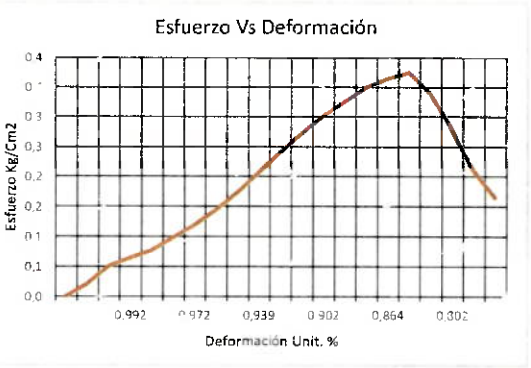
Velocidad del ensayo =1,27 mm/min

DATOS DEL ENSAYO

DEFORM 0,001"	DEFORM UNIT %	DEFORM UNIT ε	FUERZA kg	AREA CORR cm²	ESFUERZO kg/cm2
0	0,000	1,0000	0,000	23,778	0,000
5	0,004	0,9965	0,510	23,778	0,021
10	0,008	0,9917	1,224	23,805	0,051
20	0,013	0,9870	1,530	23,831	0,064
30	0,018	0,9819	1,835	23,860	0,077
40	0,028	0,9717	2,345	23,918	0,098
50	0,038	0,9618	2,855	23,974	0,119
60	0,048	0,9520	3,467	24,030	0,144
70	0,061	0,9394	4,181	24,102	0,173
80	0,073	0,9272	4,997	24,172	0,207
90	0,086	0,9142	5,812	24,248	0,240
100	0,098	0,9020	6,628	24,319	0,273
110	0,111	0,8890	7,342	24,395	0,301
120	0,123	0,8768	7,954	24,467	0,325
130	0,136	0,8642	8,565	24,542	0,349
140	0,148	0,8516	8,973	24,618	0,365
150	0,173	0,8268	9,279	24,767	0,375
160	0,198	0,8016	8,463	24,921	0,340
170	0,223	0,7768	7,036	25,075	0,281
180	0,249	0,7512	5,302	25,235	0,210
190	0,274	0,7264	4,181	25,392	0,165

DIMENSIONES DE LAS PROBETAS		
Diámetro promedio (cm)	ϕ	5,5
Altura promedio (cm)	h	10,8
Esbeltez	h/ϕ	2,0
Area (cm^2)		23,76
Volúmen de la muestra (cm^3)		256,61
Peso de la muestra (g)		437,6

RESUMEN DEL ENSAYO		
PESO SUELO HUMEDO	(g)	144,64
PESO SUELO SECO	(g)	106,20
HUMEDAD NATURAL	**(%)**	**36,2**
PESO UNITARIO HÚMEDO (g/cm^3)		1,705
PESO UNITARIO SECO (g/cm^3)		1,252
Qu (g/cm^2)		**0,37**
Qu (Ton/m^2)		**3,75**



Notas

El ensayo se realizó con los equipos adecuados y cuentan con certificados de calibración vigentes

La información suministrada al laboratorio sobre la procedencia del especimen es completa responsabilidad del usuario

La toma de la muestra y la custodia de ella hasta el ingreso al laboratorio es responsabilidad del interesado

Los resultados que se reportan en este informe quedan a criterio e interpretación de un profesional idóneo en el área correspondiente

Calculó: Ing. Héctor Javier Villegas Li

Ensayó José David Chipatecua

Calle 43 # 24 -21 Cristo Rey - Manizales, Caldas

Tel: 3124666728

email trading.[illegible]@hotmail.com

TRADING LAB S.A.S.
Laboratorio de Ingeniería Civil
Suelos, Pavimentos, Materiales

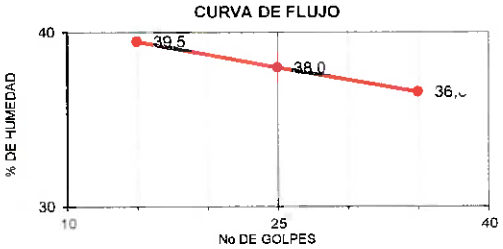
Init. # 620

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, ÍNDICE DE PLASTICIDAD, GRANULOMETRÍA CON LAVADO SOBRE T-200 (CLASIFICACION SUCS) Y HUMEDAD NATURAL

NORMAS A.S.T.M. D 4318 INV-E 122 - 123 - 125 Y 126

Fecha del ensayo: 19 de diciembre de 2024
Interesado: Ing. Diego Maldonado
Proyecto/Obra: Estudio geotécnico
Localización: Barrio Villa Jardín - Sector Estambul
Color(es) de la muestra: Negro
Apique/Sondeo: 2 Muestra N°: 1 Prof: 3,00 m

Pesc suelo seco (g)				101,30	
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA
Pulg	mm				
3"	76,20	0,00	0,0	0,0	100,0
2-1/2"	63,50	0,00	0,0	0,0	100,0
2"	50,80	0,00	0,0	0,0	100,0
1-1/2"	38,10	0,00	0,0	0,0	100,0
1	25,40	0,00	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,05	0,00	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,70	0,00	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,52	0,00	0,0	0,0	100,0
N°4	4,76	0,12	0,1	0,1	99,9
N°10	2,00	0,48	0,5	0,6	99,4
N°20	0,850	0,00	0,0	0,6	99,4
N°40	0,425	23,65	23,3	23,9	76,1
N°80	0,180	0,00	0,0	23,9	76,1
N°200	0,075	38,22	37,7	61,7	38,3
FONDO		38,83	38,3	100,0	0,0



LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3
Recipiente N°	16	17	18
N° de golpes	15	25	35
Peso tara + suelo húm.	22,98	20,00	21,68
Peso tara + suelo seco	17,74	15,69	17,09
Tara cecipiente	4,47	4,31	4,54
% de humedad	39,49	37,97	39,57

LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2
Recipiente N°	19	20
Peso tara + suelo húm.	16,77	16,67
Peso tara + suelo seco	14,36	14,25
Tara cecipiente	4,46	4,39
% de humedad	24,7	24,54

RESUMEN ENSAYOS	
LIMITE LIQUIDO	38
LIMITE PLASTICO	24
INDICE DE PLASTICIDAD	14
LAVADO SOBRE T-200 (%)	38
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	C
HUMEDAD NATURAL (%)	31,2

LAVADO SOBRE EL T-200	
Peso seco inicial (g)	101,30
Peso seco final (g)	62,47
Pasante T-200 (%)	38,30
HUMEDAD NATURAL	
Peso húmedo (g)	32,90
Peso seco (g)	101,30
% de humedad	31,2

Calculó: Ing. Héctor Javier Villegas Llano

José David Chipatecua
Ensayó: José David Chipatecua

Notas
El ensayo se realizó con los equipos adecuados y cuentan con certificados de calibración vigentes.
La información suministrada al laboratorio sobre la procedencia del especimen es completa responsabilidad del usuario
La toma de la muestra y la custodia de ella hasta el ingreso al laboratorio es responsabilidad del interesado.
Los resultados que se reportan en este informe quedan a criterio e interpretación de un profesional idóneo en el área correspondiente

Calle 43 # 24 -21 Cristo Rey - Manizales, Caldas
Tel: 3128666728
email: trading.sas@hotmail.com

TRADING LAB S.A. S.

Laboratorio de Ingeniería Civil

SUELOS, PAVIMENTOS Y MATERIALES

Inf. # 620

COMPRESIÓN INCONFINADA Y HUMEDAD NATURAL EN MUESTRAS DE SUELOS

NORMAS ASTM D-2166 - INV-E 122 Y 152

Fecha del ensayo: 19 de diciembre de 2024

Interesado: Ing. Diego Maldonado

Proyecto/Obra: Estudio geotécnico

Localización: Barrio Villa Jardín - Sector Estambul

Color(es) de la muestra: Negro

Apique/Sondeo: 2 Muestra N°: 1 Prof: 3,00 m

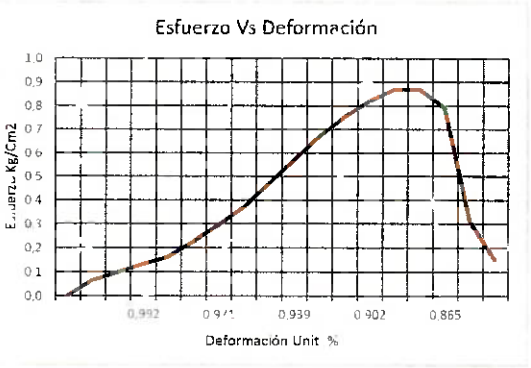
Velocidad del ensayo =1,27 mm/m

DATOS DEL ENSAYO

DEFORM 0,001"	DEFORM UNIT %	DEFORM UNIT 1-E	FUERZA kg	AREA CORR. cm^2	ESFUERZO kg/cm2
0	0,000	1,0000	0,000	23,778	0,000
5	0,004	0,9965	1,530	23,778	0,064
10	0,008	0,9[illegible]	2,345	23,803	0,099
20	0,014	0,[illegible]862	3,161	23,834	0,133
30	0,019	0,981	3,875	23,862	0,162
40	0,029	0,9713	5,404	23,916	0,226
50	0,039	0,9614	7,036	23,970	0,294
60	0,048	0,9516	8,871	24,025	0,369
70	0,061	0,9390	11,319	24,095	0,470
80	0,074	0,926[illegible]	13,766	24,165	0,570
90	0,086	0,9142	16,213	24,234	0,669
100	0,098	0,9016	18,253	24,306	0,751
110	0,111	0,8894	19,986	24,375	0,820
120	0,123	0,8772	21,210	24,445	0,868
130	0,135	0,864[illegible]	21,312	24,518	0,869
140	0,148	0,[illegible]524	19,476	24,589	0,792
150	0,173	0,8272	7,648	24,737	0,309
160	0,198	0,8024	3,773	24,884	0,152

DIMENSIONES DE LAS PROBETAS		
Diámetro promedio (cm)	ϕ	5,5
Altura promedio (cm)	h	11,1
Esbeltez	h/ϕ	2,0
Area (cm^2)		23,76
Volúmen de la muestra (cm^3)		263,74
Peso de la muestra (g)		465,1

RESUMEN DEL ENSAYO		
PESO SUELO HUMEDO	(g)	132,90
PESO SUELO SECO	(g)	101,30
HUMEDAD NATURAL	**(%)**	**31,2**
PESO UNITARIO HÚMEDO (g/cm^3)		1,763
PESO UNITARIO SECO (g/cm^3)		1,344
Qu (kg/cm^2)		**0,87**
Qu (Ton/m^2)		**8,69**



Notas:

El ensayo se realizó con los equipos adecuados y cuentan con certificados de calibración vigentes.

La información suministrada al laboratorio sobre la procedencia del especímen es completa responsabilidad del usuario.

La toma de la muestra y la custodia de ella hasta el ingreso al laboratorio es responsabilidad del interesado.

Los resultados que se reportan en este informe quedan a criterio e interpretación de un profesional idoneo en el área correspondiente.

Calculó: Ing. Héctor Javier Villegas Ll

Ensayo: Jose David Chipatecua

Calle 43 # 24 -21 Cristo Rey - Manizales, Caldas

Tel: 3128666778

email: trading.sas@hotmail.com

TRADING LAB S.A.S.
Laboratorio de Ingeniería Civil
Suelos, Pavimentos, Materiales

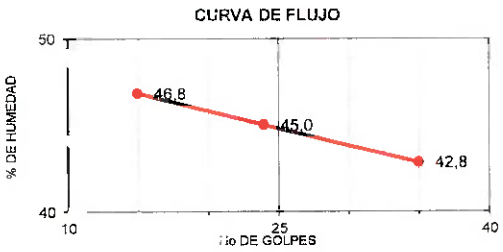
Inf. # 621

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, ÍNDICE DE PLASTICIDAD, GRANULOMETRÍA CON LAVADO SOBRE T-200 (CLASIFICACION SUCS) Y HUMEDAD NATURAL

NORMAS A.S.T M. D 4318 INV-E 122 - 123 - 125 Y 126

Fecha del ensayo: 19 de diciembre de 2024
Interesado: Ing. Diego Maldonado
Proyecto/Obra: Estudio geotécnico
Localización: Barrio Villa Jardín - Sector Estambul
Color(es) de la muestra: Café amarilloso
Apique/Sondeo: 4 Muestra N°: 1 Prof: 3,20 m

Peso suelo seco (g)				98,16	
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA
Pulg	mm				
3"	76,20	0,00	0,0	0,0	100,0
2-1/2"	63,50	0,00	0,0	0,0	100,0
2"	50,80	0,00	0,0	0,0	100,0
1-1/2"	38,10	0,00	0,0	0,0	100,0
1	25,40	0,00	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,05	0,00	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,70	0,00	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,52	0,00	0,0	0,0	100,0
N°4	4,76	0,00	0,0	0,0	100,0
N°10	2,00	0,28	0,3	0,3	99,7
N°20	0,850	0,00	0,0	0,3	99,7
N°40	0,425	19,50	19,9	20,2	79,8
N°80	0,180	0,00	0,0	20,2	79,8
N°200	0,075	43,13	43,9	64,1	**35,9**
FONDO		35,25	35,9	100,0	0,0



LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3
Recipiente N°	26	27	28
N° de golpes	15	24	35
Peso tara + suelo húm.	20,47	20,52	20,04
Peso tara + suelo seco	15,37	15,55	15,35
Tara cecipiente	4,47	4,50	4,40
% de humedad	46,83	44,98	42,83

LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2
Recipiente N°	29	30
Peso tara + suelo húm.	16,34	16,12
Peso tara + suelo seco	14,03	13,88
Tara cecipiente	4,37	4,53
% de humedad	23,91	23,96

RESUMEN ENSAYOS	
LIMITE LIQUIDO	45
LIMITE PLASTICO	24
INDICE DE PLASTICIDAD	21
LAVADO SOBRE T-200 (%)	36
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	SC
HUMEDAD NATURAL (%)	45,4

LAVADO SOBRE EL T-200	
Peso seco inicial (g)	98,16
Peso seco final (g)	62,91
Pasante T-200 (%)	35,90
HUMEDAD NATURAL	
Peso húmedo (g)	142,...
Peso seco (g)	98,16
% de humedad	45,4

Calculó: Ing. Héctor Javier Villegas Llano

José David Chipatecua
Ensayó: José David Chipatecua

Notas:
El ensayo se realizó con los equipos adecuados y cuentan con certificados de calibración vigentes.
La información suministrada al laboratorio sobre la procedencia del especímen es completa responsabilidad del usuario.
La toma de la muestra y la custodia de ella hasta el ingreso al laboratorio es responsabilidad del interesado.
Los resultados que se reportan en este informe quedan a criterio e interpretación de un profesional idóneo en el área correspondiente

Calle 43 # 24 -21 Cristo Rey - Manizales, Caldas
Tel: 3128666728
email: trading.sas@hotmail.com

TRADING LAB S.A.S.
Laboratorio de Ingeniería Civil
SUELOS, PAVIMENTOS Y MATERIALES

Inf. # 621

COMPRESIÓN INCONFINADA Y HUMEDAD NATURAL EN MUESTRAS DE SUELOS

NORMAS ASTM D-2166 - INV-E 122 Y 152

Fecha del ensayo: 19 de diciembre de 2024
Interesado: Ing. Diego Maldonado
Proyecto/Obra: Estudio geotécnico
Localización: Barrio Villa Jardín - Sector Estambul
Color(es) de la muestra: Café amarilloso
Apique/Sondeo: 4 Muestra N°: 1 Prof: 3,20 m

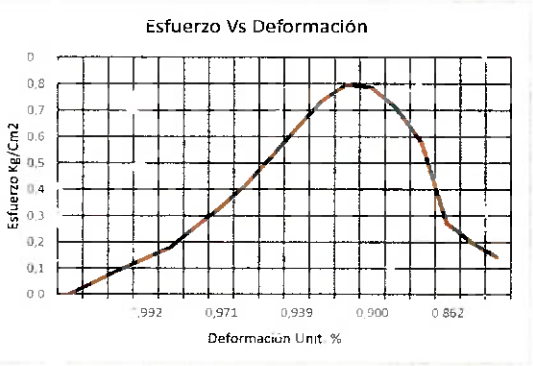
Velocidad del ensayo =1,27 mm/min

DATOS DEL ENSAYO

DEFORM 0,001"	DEFORM. UNIT %	DEFORM UNIT 1-E	FUERZA kg	AREA CORR cm^2	ESFUERZO kg/cm2
	0,000	1,0000	0,000	23,778	0,000
5	0,004	0,9965	1,122	23,778	0,047
10	0,008	0,9917	2,243	23,803	0,094
20	0,013	0,9866	3,263	23,831	0,137
30	0,019	0,9815	4,283	23,859	0,179
40	0,029	0,9713	6,118	23,916	0,256
50	0,039	0,9614	7,954	23,970	0,332
60	0,049	0,9512	9,993	24,027	0,416
70	0,061	0,9386	12,542	24,097	0,520
80	0,074	0,9260	15,194	24,168	0,629
90	0,087	0,9134	17,743	24,239	0,732
100	0,100	0,9004	19,374	24,312	0,797
110	0,112	0,8878	19,170	24,384	0,786
120	0,125	0,8752	17,335	24,457	0,709
130	0,138	0,8622	14,174	24,532	0,578
140	0,150	0,8496	6,730	24,605	0,274
150	0,176	0,8244	4,895	24,753	0,198
170	0,201	0,7988	3,569	24,905	0,143

DIMENSIONES DE LAS PROBETAS		
Diámetro promedio (cm)	ϕ	5,5
Altura promedio (cm)	h	11,1
Esbeltez	h/ϕ	2,0
Area (cm^2)		23,76
Volúmen de la muestra (cm^3)		263,74
Peso de la muestra (g)		47 ,5

RESUMEN DEL ENSAYO		
PESO SUELO HÚMEDO	(g)	142,73
PESO SUELO SECO	(g)	98,16
HUMEDAD NATURAL	**(%)**	**45,4**
PESO UNITARIO HÚMEDO (g/cm^3)		1,602
PESO UNITARIO SECO (g/cm^3)		1,102
Qu (kg/cm^2)		**0,80**
Qu (Ton/m^2)		**7,97**



Notas
El ensayo se realizó con los equipos adecuados y cuentan con certificados de calibración vigentes
La información suministrada al laboratorio sobre la procedencia del especimen es completa responsabilidad del usuario
La toma de la muestra y la custodia de ella hasta el ingreso al laboratorio es responsabilidad del interesado
Los resultados que se reportan en este informe quedan a criterio e interpretación de un profesional idóneo en el área correspondiente

Calculó: Ing. Héctor Javier Villegas L.

José David Chipatecua
Ensayó: José David Chipatecua

Calle 43 # 24 -21 Cristo Rey - Manizales, Caldas
Tel: 3128666728
email: trading.sas@hotmail.com

TRADING LAB S.A.S.
Laboratorio de Ingeniería Civil
Suelos, Pavimentos, Materiales

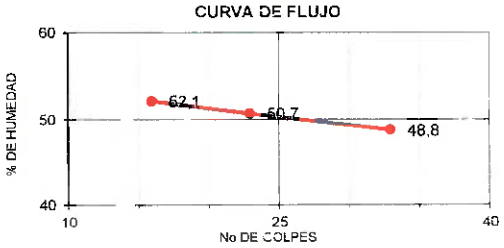
Inf. # 622

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, ÍNDICE DE PLASTICIDAD, GRANULOMETRÍA CON LAVADO SOBRE T-200 (CLASIFICACION SUCS) Y HUMEDAD NATURAL

NORMAS A.S.T.M. D 4318 INV-E 122 - 123 - 125 Y 126

Fecha del ensayo: 19 de diciembre de 2024
Interesado: Ing. Diego Maldonado
Proyecto/Obra: Estudio geotécnico
Localización: Barrio Villa Jardín - Sector Estambul
Color(es) de la muestra: Café
Apique/Sondeo: 5 Muestra N°: 1 Prof: 3,50 m

Peso suelo secc (g)				93,60	
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA
Pulg	mm				
3"	76,20	0,00	0,0	0,0	100,0
2-1/2"	63,50	0,00	0,0	0,0	100,0
2"	50,80	0,00	0,0	0,0	100,0
1-1/2"	38,10	0,00	0,0	0,0	100,0
1	25,40	0,00	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,05	0,00	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,70	0,00	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,52	0,00	0,0	0,0	100,0
N°4	4,76	0,00	0,0	0,0	100,0
N°10	2,00	0,44	0,5	0,5	99,5
N°20	0,850	0,00	0,0	0,5	99,5
N°40	0,425	18,88	20,2	20,6	79,4
N°80	0,180	0,00	0,0	20,6	79,4
N°200	0,075	38,17	40,8	61,4	**38,6**
FONDO		36,11	38,6	100,0	0,0



LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3
Recipiente N°	31	32	33
N° de golpes	16	23	33
Peso tara + suelo húm.	20,91	20,73	20,11
Peso tara + suelo seco	15,29	15,32	14,94
Tara cecipiente	4,51	4,65	4,74
% de humedad	52,13	50,70	48,77

LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	
Recipiente N°	34	35
Peso tara + suelo húm.	16,53	16,81
Peso tara + suelo seco	14,20	14,44
Tara cecipiente	4,43	4,56
% de humedad	23,85	23,89

RESUMEN ENSAYOS	
LIMITE LIQUIDO	**50**
LIMITE PLASTICO	**24**
INDICE DE PLASTICIDAD	**26**
LAVADO SOBRE T-200 (%)	**39**
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	**SC**
HUMEDAD NATURAL (%)	**42,4**

LAVADO SOBRE EL T-200	
Peso seco inicial (g)	93,60
Peso seco final (g)	57,49
Pasante T-200 (%)	38,60
HUMEDAD NATURAL	
Peso húmedo (g)	133,33
Peso seco (g)	93,60
% de humedad	42,4

Calculó: Ing. Héctor Javier Villegas Llano

Ensayó: José David Chipatecua

Notas:
El ensayo se realizó con los equipos adecuados y cuentan con certificados de calibración vigentes.
La información suministrada al laboratorio sobre la procedencia de especimen es completa responsabilidad del usuario.
La toma de la muestra y la custodia de ella hasta el ingreso al laboratorio es responsabilidad del interesado.
Los resultados que se reportan en este informe quedan a criterio e interpretación de un profesional idóneo en el área correspondiente

Calle 43 # 24 -21 Cristo Rey - Manizales, Caldas
Tel: 3128666728
email: trading.sas@hotmail.com

TRADING LAB S.A.S.
Laboratorio de Ingeniería Civil
SUELOS, PAVIMENTOS Y MATERIALES

Inf. # 622

COMPRESIÓN INCONFINADA Y HUMEDAD NATURAL EN MUESTRAS DE SUELOS

NORMAS ASTM D-2166 - INV-E 122 Y 152

Fecha del ensayo: 19 de diciembre de 2024
Interesado: Ing. Diego Maldonado
Proyecto/Obra: Estudio geotécnico
Localización: Barrio Villa Jardín - Sector Estambul
Color(es) de la muestra: Café
Apique/Sondeo: 5 Muestra N°: 1 Prof. 3,50 m

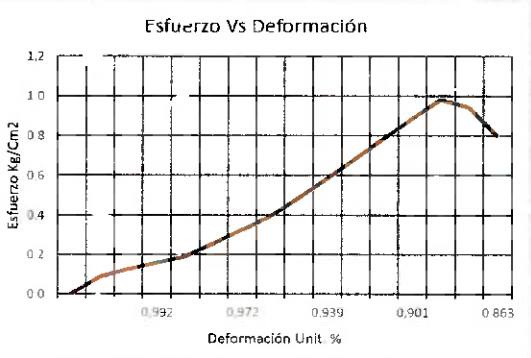
Velocidad del ensayo =1,27 mm/min

DATOS DEL ENSAYO

DEFORM 0,001"	DEFORM. UNIT %	DEFORM UNIT 1-E	FUERZA kg	AREA CORR cm^2	ESFUERZO kg/cm2
0	0,000	1,0000	0,000	24,650	0,000
5	0,004	0,9965	2,141	24,650	0,087
10	0,008	0,9917	3,[illegible]	24,676	0,124
20	0,013	0,9866	3,875	24,705	0,157
30	0,019	0,9815	4,6[illegible]	24,734	0,190
40	0,028	0,9717	6,322	24,790	0,255
50	0,039	0,9614	8,056	24,848	0,324
60	0,049	0,9512	9,789	24,906	0,393
70	0,061	0,9386	12,134	24,978	0,486
80	0,074	0,9260	14,5[illegible]	25,051	0,582
90	0,087	0,9134	17,131	25,124	0,682
100	0,099	0,9008	19,782	25,197	0,785
110	0,112	0,8878	22,331	25,273	0,884
120	0,125	0,8752	24,881	25,348	0,982
130	0,137	0,8626	23,9[illegible]	25,422	0,943
140	0,150	0,8500	20,394	25,498	0,800

DIMENSIONES DE LAS PROBETAS		
Diámetro promedio (cm)	ϕ	5,6
Altura promedio (cm)	h	11,2
Esbeltez	h/ϕ	2,0
Area (cm^2)		24,63
Volúmen de la muestra (cm^3)		275,83
Peso de la muestra (g)		464,5

RESUMEN DEL ENSAYO		
PESO SUELO HUMEDO	(g)	133,33
PESO SUELO SECO	(g)	93,60
HUMEDAD NATURAL	**(%)**	**42,4**
PESO UNITARIO HÚMEDO (g/cm^3)		1,684
PESO UNITARIO SECO (g/cm^3)		1,182
Qu (kg/cm^2)		**0,98**
Qu (Ton/m^2)		**9,82**



Notas
El ensayo se realizó con los equipos adecuados y cuentan con certificados de calibración vigentes
La información suministrada al laboratorio sobre la procedencia del especímen es completa responsabilidad del usuario
La toma de la muestra y la custodia de ella hasta el ingreso al laboratorio es responsabilidad del interesado
Los resultados que se reportan en este informe quedan a criterio e interpretación de un profesional idóneo en el área correspondiente

Calculó: Ing. Héctor Javier Villegas Ll

José David Chipatecua
Ensayó José David Chipatecua

Calle 43 # 24 - 21 Cristo Rey - Manizales, Caldas
Tel: 3128666728
email: trading sas@hotmail.com

TRADING LAB S.A.S.
Laboratorio de Ingeniería Civil
Suelos, Pavimentos, Materiales

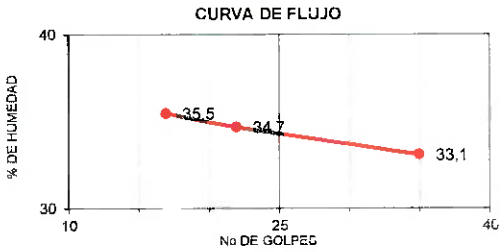
Inf. # 623

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, ÍNDICE DE PLASTICIDAD, GRANULOMETRÍA CON LAVADO SOBRE T-200 (CLASIFICACION SUCS) Y HUMEDAD NATURAL

NORMAS A.S.T.M. D 4318 INV-E 122 - 123 - 125 Y 126

Fecha del ensayo: 19 de diciembre de 2024
Interesado: Ing. Diego Maldonado
Proyecto/Obra: Estudio geotécnico
Localización: Barrio Villa Jardín - Sector Estambul
Color(es) de la muestra: Café
Apique/Sondeo: 6 Muestra N°: 1 Prof: 4,00 m

Peso suelo seco (g)				109,10	
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA
Pulg	mm				
3"	76,20	0,00	0,0	0,0	100,0
2-1/2"	63,50	0,00	0,0	0,0	100,0
2"	50,80	0,00	0,0	0,0	100,0
1-1/2"	38,10	0,00	0,0	0,0	100,0
1	25,40	0,00	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,05	0,00	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,70	0,00	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,52	0,00	0,0	0,0	100,0
N°4	4,76	0,88	0,8	0,8	99,2
N°10	2,00	2,70	2,5	3,3	96,7
N°20	0,850	0,00	0,0	3,3	96,7
N°40	0,425	28,24	25,9	29,2	70,8
N°80	0,180	0,00	0,0	29,2	0,8
N°200	0,075	37,90	34,7	63,9	**36,1**
FONDO		39,38	36,1	100,0	0,0



LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3
Recipiente N°	36	37	38
N° de golpes	17	22	35
Peso tara + suelo húm.	22,62	21,51	20,33
Peso tara + suelo seco	17,89	17,16	16,41
Tara cecipiente	4,56	4,62	4,56
% de humedad	35,48	34,69	33,08

LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2
Recipiente N°	39	40
Peso tara + suelo húm.	16,53	16,45
Peso tara + suelo seco	14,82	14,74
Tara cecipiente	4,53	4,52
% de humedad	16,62	16,73

RESUMEN ENSAYOS	
LIMITE LIQUIDO	34
LIMITE PLASTICO	17
INDICE DE PLASTICIDAD	17
LAVADO SOBRE T-200 (%)	36
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	SC
HUMEDAD NATURAL (%)	36,3

LAVADO SOBRE EL T-200	
Peso seco inicial (g)	109,10
Peso seco final (g)	69,72
Pasante T-200 (%)	36,10
HUMEDAD NATURAL	
Peso húmedo (g)	148,67
Peso seco (g)	109,10
% de humedad	36,3

Calculó: Ing. Héctor Javier Villegas Llano

Ensayó: José David Chipatecua

Notas:
El ensayo se realizó con los equipos adecuados y cuentan con certificados de calibración vigentes.
La información suministrada al laboratorio sobre la procedencia del espécimen es completa responsabilidad del usuario.
La toma de la muestra y la custodia de ella hasta el ingreso al laboratorio es responsabilidad del interesado.
Los resultados que se reportan en este informe quedan a criterio e interpretación de un profesional idóneo en el área correspondiente

Calle 43 # 24 -21 Cristo Rey - Manizales, Caldas
Tel: 3128666728
e-mail: trading.sas@hotmail.com

TRADING LAB S.A.S.

Laboratorio de Ingeniería Civil

SUELOS, PAVIMENTOS Y MATERIALES

Inf # 623

COMPRESIÓN INCONFINADA Y HUMEDAD NATURAL EN MUESTRAS DE SUELOS

NORMAS ASTM D-2166 - INV-E 122 Y 152

Fecha del ensayo: 19 de diciembre de 2024

Interesado: Ing Diego Maldonado

Proyecto/Obra: Estudio geotécnico

Localización: Barrio Villa Jardín - Sector Estambul

Color(es) de la muestra: Café

Apique/Sondeo: 6 Muestra N°: 1 Prof: 4,00 m

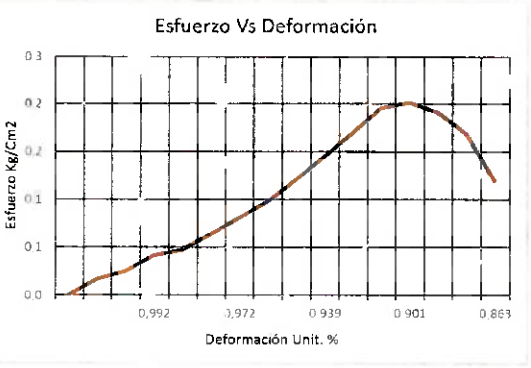
Velocidad del ensayo =1,27 mm/min

DATOS DEL ENSAYO

DEFORM 0,001"	DEFORM UNIT %	DEFORM UNIT 1-E	FUERZA kg	AREA CORR cm^2	ESFUERZO kg/cm2
0	0,000	1,0000	0,000	24,650	0,000
5	0,004	0,9965	0,408	24,650	0,017
10	0,008	0,9917	0,612	24,676	0,025
20	0,013	0,9866	1,023	24,705	0,041
30	0,019	0,9815	1,167	24,734	0,047
40	0,028	0,9717	1,572	24,790	0,063
50	0,039	0,9614	2,003	24,848	0,081
60	0,049	0,9512	2,435	24,906	0,098
70	0,061	0,9386	3,018	24,978	0,121
80	0,074	0,9260	3,626	25,051	0,145
90	0,087	0,9134	4,260	25,124	0,170
100	0,099	0,9008	4,920	25,197	0,195
110	0,112	0,8878	5,085	25,273	0,201
120	0,125	0,8752	4,831	25,348	0,191
130	0,137	0,8626	4,283	25,422	0,168
140	0,150	0,8500	3,059	25,498	0,120

DIMENSIONES DE LAS PROBETAS		
Diámetro promedio (cm)	ϕ	5,5
Altura promedio (cm)	h	10,3
Esbeltez	h/ϕ	1,9
Area (cm^2)		23,76
Volúmen de la muestra (cm^3)		244,73
Peso de la muestra (g)		429,3

RESUMEN DEL ENSAYO		
PESO SUELO HUMEDO	(g)	148,67
PESO SUELO SECO	(g)	109,10
HUMEDAD NATURAL	**(%)**	**36,3**
PESO UNITARIO HÚMEDO (g/cm^3)		1,754
PESO UNITARIO SECO (g/cm^3)		1,287
Qu (kg/cm^2)		**0,20**
Qu (Ton/m^2)		**2,01**



Notas

El ensayo se realizó con los equipos adecuados y cuentan con certificados de calibración vigentes

La información suministrada al laboratorio sobre la procedencia del especimen es completa responsabilidad del usuario

La toma de la muestra y la custodia de ella hasta el ingreso al laboratorio es responsabilidad del interesado

Los resultados que se reportan en este informe quedan a criterio e interpretación de un profesional idóneo en el área correspondiente

Calculó: Ing. Héctor Javier Villegas Li

Ensayó: José David Chipatecua

Calle 43 # 24 -21 Cristo Rey - Manizales, Caldas

Tel: 3128666728

email: trading sas@hotmail.com

TRADING LAB S.A.S.
Laboratorio de Ingeniería Civil
Suelos, Pavimentos, Materiales

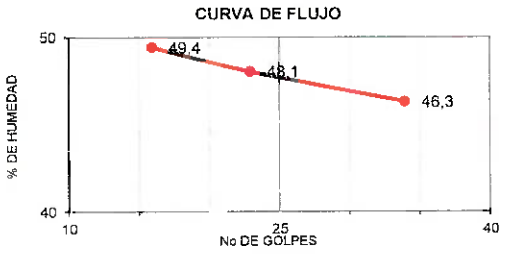
Inf. # 624

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, ÍNDICE DE PLASTICIDAD, GRANULOMETRÍA CON LAVADO SOBRE T-200 (CLASIFICACION SUCS) Y HUMEDAD NATURAL

NORMAS A.S.T.M. D 4318 INV-E 122 - 123 - 125 Y 126

Fecha del ensayo: 19 de diciembre de 2024
Interesado: Ing. Diego Maldonado
Proyecto/Obra: Estudio geotécnico
Localización: Barrio Villa Jardín - Sector Estambul
Color(es) de la muestra: Café
Apique/Sondeo: 7 Muestra N°: 1 Prof: 3,40 m

Peso suelo seco (g)				93,73	
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA
Pulg	mm				
3"	76,20	0,00	0,0	0,0	100,0
2-1/2"	63,50	0,00	0,0	0,0	100,0
2"	50,80	0,00	0,0	0,0	100,0
1-1/2"	38,10	0,00	0,0	0,0	100,0
1	25,40	0,00	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,05	0,00	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,70	0,00	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,52	0,00	0,0	0,0	100,0
N°4	4,76	0,33	0,4	0,4	99,6
N°10	2,00	1,30	1,4	1,7	98,3
N°20	0,850	0,00	0,0	1,7	98,3
N°40	0,425	10,60	11,3	13,0	87,0
N°80	0,180	0,00	0,0	13,0	87,0
N°200	0,075	28,67	30,6	43,6	56,4
FONDO		52,83	56,4	100,0	0,0



LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3
Recipiente N°	41	42	43
N° de golpes	16	23	34
Peso tara + suelo húm.	20,38	20,36	21,11
Peso tara + suelo seco	15,14	15,18	15,89
Tara cecipiente	4,54	4,40	4,62
% de humedad	49,43	48,05	46,32

LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2
Recipiente N°	44	45
Peso tara + suelo húm.	16,15	16,21
Peso tara + suelo seco	13,78	13,81
Tara cecipiente	4,58	4,51
% de humedad	25,76	25,81

RESUMEN ENSAYOS	
LIMITE LIQUIDO	48
LIMITE PLASTICO	26
INDICE DE PLASTICIDAD	22
LAVADO SOBRE T-200 (%)	56
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	CL
HUMEDAD NATURAL (%)	38,6

LAVADO SOBRE EL T-200	
Peso seco inicial (g)	93,73
Peso seco final (g)	40,90
Pasante T-200 (%)	56,40
HUMEDAD NATURAL	
Peso húmedo (g)	129,91
Peso seco (g)	93,73
% de humedad	38,6

Calculó: Ing. Héctor Javier Villegas Llano

José David Chipatecua
Ensayó: José David Chipatecua

Notas:
El ensayo se realizó con los equipos adecuados y cuentan con certificados de calibración vigentes.
La información suministrada al laboratorio sobre la procedencia del especimen es completa responsabilidad del usuario.
La toma de la muestra y la custodia de ella hasta el ingreso al laboratorio es responsabilidad del interesado.
Los resultados que se reportan en este informe quedan a criterio e interpretación de un profesional idóneo en el área correspondiente

Calle 43 # 24 -21 Cristo Rey - Manizales, Caldas
Tel 3128666728
email: trading.sas@hotmail.com

TRADING LAB S.A.S.
Laboratorio de Ingeniería Civil
SUELOS, PAVIMENTOS Y MATERIALES

Inf. # 624

COMPRESIÓN INCONFINADA Y HUMEDAD NATURAL EN MUESTRAS DE SUELOS

NORMA: ASTM D-2166 - INV-E 122 Y 152

Fecha del ensayo: 19 de diciembre de 2024
Interesado: Ing. Diego Maldonado
Proyecto/Obra: Estudio geotécnico
Localización: Barrio Villa Jardín - Sector Estambul
Color(es) de la muestra: Café
Apique/Sondeo: 7 Muestra N°: 1 Prof: 3,40 m

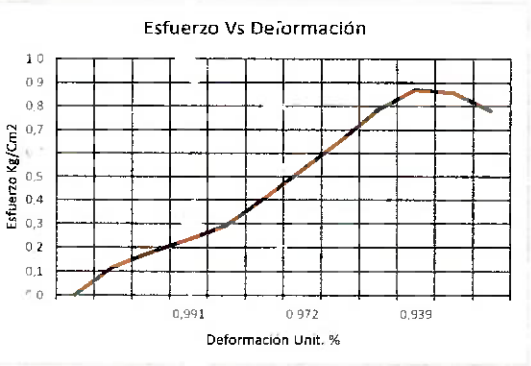
Velocidad del ensayo =1,27 mm/min

DATOS DEL ENSAYO

DEFORM 0,001"	DEFORM UNIT %	DEFORM UNIT 1-E	FUERZA kg	AREA CORR cm^2	ESFUERZO kg/cm2
0	0,000	1,0000	0,000	23,780	0,000
5	0,004	0,9961	2,753	23,780	0,116
10	0,009	0,9913	4,181	23,806	0,176
20	0,013	0,9866	5,506	23,832	0,231
30	0,019	0,9815	6,934	23,860	0,291
40	0,026	0,9717	9,687	23,915	0,405
50	0,039	0,9614	12,644	23,972	0,527
60	0,049	0,9516	15,601	24,027	0,649
70	0,061	0,9394	18,864	24,096	0,783
80	0,073	0,9268	21,006	24,167	0,869
90	0,085	0,9146	20,802	24,236	0,858
100	0,098	0,9024	18,966	24,306	0,780

DIMENSIONES DE LAS PROBETAS		
Diámetro promedio (cm)	ϕ	5,5
Altura promedio (cm)		11,0
Esbeltez	h/ϕ	2,0
Area (cm^2)		23,76
Volúmen de la muestra (cm^3)		261,36
Peso de la muestra (g)		426,4

RESUMEN DEL ENSAYO		
PESO SUELO HUMEDO	(g)	129,91
PESO SUELO SECO	(g)	93,73
HUMEDAD NATURAL	**(%)**	**38,6**
PESO UNITARIO HÚMEDO (g/cm^3)		1,632
PESO UNITARIO SECO (g/cm^3)		1,177
Qu (kg/cm^2)		**0,87**
Qu (Ton/m^2)		**8,69**



Notas:
El ensayo se realizó con los equipos adecuados y cuentan con certificados de calibración vigentes
La información suministrada al laboratorio sobre la procedencia del especimen es completa responsabilidad del usuario
La toma de la muestra y la custodia de ella hasta el ingreso al laboratorio es responsabilidad del interesado
Los resultados que se reportan en este informe quedan a criterio e interpretación de un profesional idóneo en el área correspondiente

Calculó: Ing. Héctor Javier Villegas LL.

Ensayó: José David Chipatecua

Calle 43 # 24 -21 Cristo Rey - Manizales, Caldas
Tel: 3128666728
email: trading.sas@hotmail.com

TRADING LAB S.A.S.
Laboratorio de Ingeniería Civil
Suelos, Pavimentos, Materiales

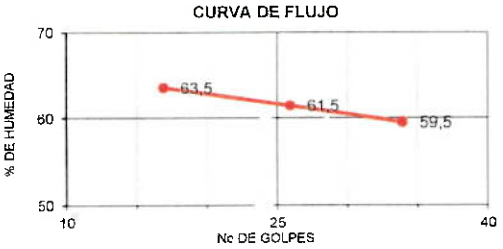
Inf. # 625

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, ÍNDICE DE PLASTICIDAD, GRANULOMETRÍA CON LAVADO SOBRE T-200 (CLASIFICACION SUCS) Y HUMEDAD NATURAL

NORMAS A.S.T.M. D 4318 INV-E 122 - 123 - 125 Y 126

Fecha del ensayo: 19 de diciembre de 2024
Interesado: Ing. Diego Maldonado
Proyecto/Obra: Estudio geotécnico
Localización: Barrio Villa Jardín - Sector Estambul
Color(es) de la muestra: Café
Apique/Sondeo: 9 Muestra N°: 1 Prof: 3,50 m

Peso suelo seco (g)				84,15	
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA
Pulg	mm				
3"	76,20	0,00	0,0	0,0	100,0
2-1/2"	63,50	0,00	0,0	0,0	100,0
2"	50,80	0,00	0,0	0,0	100,0
1-1/2"	38,10	0,00	0,0	0,0	100,0
1	25,40	0,00	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,05	0,00	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,70	0,00	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,52	0,00	0,0	0,0	100,0
N°4	4,76	0,00	0,0	0,0	100,0
N°10	2,00	0,14	0,2	0,2	99,8
N°20	0,850	0,00	0,0	0,2	99,8
N°40	0,425	2,90	3,4	3,6	96,4
N°80	0,180	0,00	0,0	3,6	96,4
N°200	0,075	23,14	27,5	31,1	68,9
FONDO		57,97	68,9	100,0	0,0



LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3
Recipiente N°	51	52	53
N° de golpes	17	26	34
Peso tara + suelo húm.	20,12	18,77	18,26
Peso tara + suelo seco	14,04	13,30	13,10
Tara cecipiente	4,47	4,40	4,43
% de humedad	63,53	61,46	59,52

LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2
Recipiente N°	54	55
Peso tara + suelo húm.	16,51	16,64
Peso tara + suelo seco	13,49	13,55
Tara cecipiente	4,43	4,37
% de humedad	33,33	33,66

RESUMEN ENSAYOS	
LIMITE LIQUIDO	61
LIMITE PLASTICO	33
INDICE DE PLASTICIDAD	28
LAVADO SOBRE T-200 (%)	69
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	MH
HUMEDAD NATURAL (%)	53,8

LAVADO SOBRE EL T-200	
Peso seco inicial (g)	84,15
Peso seco final (g)	26,18
Pasante T-200 (%)	68,90
HUMEDAD NATURAL	
Peso húmedo (g)	129,40
Peso seco (g)	84,15
% de humedad	53,8

Calculó: Ing. Héctor Javier Villegas Llano

José David Chipatecua
Ensayó: José David Chipatecua

Notas.
El ensayo se realizó con los equipos adecuados y cuentan con certificados de calibración vigentes.
La información suministrada al laboratorio sobre la procedencia del especímen es completa responsabilidad del usuario.
La toma de la muestra y la custodia de ella hasta el ingreso al laboratorio es responsabilidad del interesado.
Los resultados que se reportan en este informe quedan a criterio e interpretación de un profesional idóneo en el área correspondiente

Calle 43 # 24 - 21 Cristo Rey - Manizales, Caldas
Tel: 3148666728
email: trading...s@hotmail.com

TRADING LAB S.A.S.

Laboratorio de Ingeniería Civil

SUELOS, PAVIMENTOS Y MATERIALES

Inf. # 625

COMPRESIÓN INCONFINADA Y HUMEDAD NATURAL EN MUESTRAS DE SUELOS

NORMAS ASTM D-2166 - INV-E 122 Y 152

Fecha del ensayo: 19 de diciembre de 2024

Interesado: Ing. Diego Maldonado

Proyecto/Obra: Estudio geotécnico

Localización: Barrio Villa Jardín - Sector Estambul

Color(es) de la muestra: Café

Apique/Sondeo: 9 Muestra N°: 1 Prof: 3,50 m

Velocidad del ensayo =1,27 mm/min

DATOS DEL ENSAYO

DEFORM 0,001"	DEFORM UNIT %	DEFORM UNIT 1-E	FUERZA kg	AREA CORR cm^2	ESFUERZO kg/cm2
0	0,000	,0000	0,000	22,923	0,000
5	0,004	0,9961	2,345	22,923	0,102
10	0,008	0,9917	3,875	22,947	0,169
20	0,013	,9866	5,404	22,97	0,235
30	0,019	0,9815	6,730	23,002	0,293
40	0,028	,9717	8,973	23,056	0,389
50	,039	0,9614	11,115	23,112	0,481
60	0,049	,9512	13,154	23,168	0,568
70	0,061	0,9390	15,805	23,236	0,680
80	0,074	0,9260	18,457	23,308	0,792
90	0,087	0,9134	21,006	23,378	0,899
100	0,100	0,9004	23,453	23,452	1,000
110	0,112	,8878	25,594	23,523	1,088
120	0,125	0,8752	24,473	23,595	1,037
130	0,137	0,8626	21,414	23,667	0,905

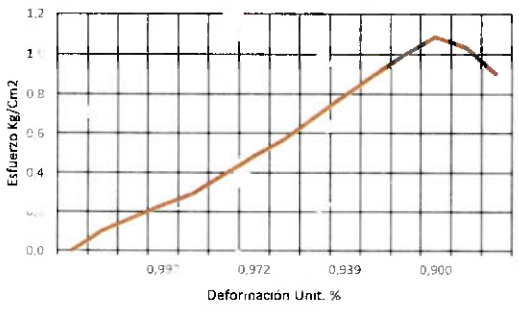
DIMENSIONES DE LAS PROBETAS

Diámetro promedio (cm)	ϕ	5,4
Altura promedio (cm)	h	10,8
Esbeltez	h/ϕ	2,0
Area (cm^2)		22,9
Volúmen de la muestra (cm^3)		247,32
Peso de la muestra (g)		390,3

RESUMEN DEL ENSAYO

PESO SUELO HUMEDO	(g)	129,40
PESO SUELO SECO	(g)	84,15
HUMEDAD NATURAL	**(%)**	**53,8**
PESO UNITARIO HÚMEDO (g/cm^3)		1,578
PESO UNITARIO SECO (g/cm^3)		1,026
Qu (kg/cm^2)		**1,09**
Qu (Ton/m^2)		**10,88**

Esfuerzo Vs Deformación



Notas:

El ensayo se realizó con los equipos adecuados y cuentan con certificados de calibración vigentes.

La información suministrada al laboratorio sobre la procedencia del especímen es completa responsabilidad del usuario.

La toma de la muestra y la custodia de ella hasta el ingreso al laboratorio es responsabilidad del interesado.

Los resultados que se reportan en este informe quedan a criterio e interpretación de un profesional idóneo en el área correspondiente.

Calculó: Ing. Héctor Javier Villegas Ll.

Ensayó: José David Chipatecua

Calle 43 # 24 -21 Cristo Rey - Manizales, Caldas

Tel: 3128666728

email: trading.sas@hotmail.com

ALCALDÍA DE MANIZALES

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del asentamiento humano Bajo Villa Jardín, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU.

CONTRATISTA: DAVID VALLEJO OSORIO

C.C. 75.096.478

ATRIA
ESTUDIO DE INGENIERIA

INFORME GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

CONEXIÓN VIA CONTIGUA MEGACOLEGIO SAN SEBASTIAN

MANIZALES – CALDAS

DISEÑADOR: LUIS GONZAGA MONTES GALVIS

MANIZALES, DICIEMBRE DE 2024

TABLA DE CONTENIDO.

TABLA DE CONTENIDO. 2
LISTA DE ILUSTRACIONES. 4
LISTA DE TABLAS. 5
1. INTRODUCCIÓN. 6
2. OBJETIVOS. 7
OBJETIVO GENERAL. 7
OBJETIVOS ESPECÍFICOS. 7
3. LOCALIZACIÓN 8
4. ASPECTOS GEOLÓGICOS, GEOMORFOLÓGICOS Y MORFOLÓGICOS. 9
GEOLOGÍA REGIONAL 10
ESTRATIGRAFIA LOCAL 11
Formación Casabianca 11
Formación Manizales 12
5. GEOLOGIA ESTRUCTURAL 13
MARCO TECTÓNICO REGIONAL 15
MARCO TECTÓNICO LOCAL 15
FORMACIONES SUPERFICIALES 16
6. GEOMORFOLOGÍA 18
7. ASPECTOS GEOTÉCNICOS. 19
PROSPECCIÓN GEOTÉCNICA, CARATERIZACIÓN DE COLUMNA ESTRATIGRÁFICA Y RESULTADOS DE LABORATORIO DE SUELOS. 19
Perfil del suelo 20
Registro fotográfico 23
CARACTERIZACION GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES 31
Clasificación de suelos: 31
Límite Líquido: 31
Resistencia a la Compresión Inconfinada: 31

Peso Unitario del Suelo: 32
Índice de Plasticidad: 32
Cohesión: 32
Ángulo de fricción: 32
8 PERFIL DEL SUELO. 38
Definición de la zona de amenaza. 39
Definición del tipo perfil del suelo. 43
9. PARÁMETROS DE EMPUJE PARA ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN 45
10. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD. 48
CONDICIÓN PROYECTADA 52
Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+040 sin sismo y con nivel de aguas freáticas. 52
Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+040 con sismo y con nivel de aguas freáticas. 53
Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+050 sin sismo y con nivel de aguas freáticas. 54
Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+050 con sismo y con nivel de aguas freáticas. 55
Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+060 sin sismo y con nivel de aguas freáticas. 56
Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+060 con sismo y con nivel de aguas freáticas. 57
Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+070 sin sismo y con nivel de aguas freáticas. 58
Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+070 con sismo y con nivel de aguas freáticas. 59
Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+080 sin sismo y con nivel de aguas freáticas. 60
Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+080 con sismo y con nivel de aguas freáticas. 61
COMENTARIOS ANÁLISIS DE ESTABILIDAD. 62

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 64
OBRAS RECOMENDADAS. 65

LISTA DE ILUSTRACIONES.

FIGURA 1. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO (FUENTE: GEOPORTAL ALCALDÍA DE MANIZALES). 8
FIGURA 2. MAPA GEOLÓGICO DE MANIZALES. EN ROJO LA ZONA DE ESTUDIO (FUENTE: MAPA GEOLÓGICO DE MANIZALES). 9
FIGURA 1. PERFIL CARACTERÍSTICO DEL SUELO. 20
FIGURA 2. LOCALIZACIÓN DE LOS SONDEOS REALIZADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO. (FUENTE: GEOPORTAL ALCALDÍA MANIZALES). 21
FIGURA 3. PANORÁMICA SONDEO MANUAL 1 23
FIGURA 4. MUESTRA SONDEO MANUAL 1. 23
FIGURA 5. PANORÁMICA DE LOS DEPÓSITOS ENCONTRADOS EN EL SONDEO MANUAL 1.24
FIGURA 6. PANORÁMICA SONDEO MANUAL 2. 24
FIGURA 7. MUESTRA SONDEO MANUAL 2. 25
FIGURA 8. PANORÁMICA DE LOS DEPÓSITOS ENCONTRADOS EN EL SONDEO MANUAL 2.25
FIGURA 9. PANORÁMICA SONDEO MANUAL 3. 26
FIGURA 10. MUESTRA SONDEO MANUAL 3. 26
FIGURA 11. PANORÁMICA DE LOS DEPÓSITOS ENCONTRADOS EN EL SONDEO MANUAL 3. 27
FIGURA 12. PANORÁMICA CBR 1 28
FIGURA 13. PANORÁMICA CBR 2 29
FIGURA 14. PANORÁMICA CBR 3 30
FIGURA 15. VALOR DE PGA PARA LAS CIUDADES CAPITALES DEL PAÍS CCP-14. 39
FIGURA 16. VALOR DE SS PARA LAS CIUDADES CAPITALES DEL PAÍS CCP-14. 41
FIGURA 17. CLASIFICACIÓN PERFIL DEL SUELO FUENTE: CCP-14. 43
FIGURA 18. VALOR DE FACTOR DE SITIO FPGA. 44
FIGURA 19. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SECCIÓN 0+040 SIN SISMO Y CON NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS. 52
FIGURA 20. ANALISIS DE ESTABILIDAD SECCIÓN 0+040 CON SISMO Y CON NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS. 53
FIGURA 21. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SECCIÓN 0+050 SIN SISMO Y CON NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS. 54
FIGURA 22. ANALISIS DE ESTABILIDAD SECCIÓN 0+050 CON SISMO Y CON NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS. 55

FIGURA 23. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SECCIÓN 0+060 SIN SISMO Y CON NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS. 56
FIGURA 24. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SECCIÓN 0+060 CON SISMO Y CON NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS..... 57
FIGURA 25. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SECCIÓN 0+070 SIN SISMO Y CON NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS. 58
FIGURA 26. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SECCIÓN 0+070 CON SISMO Y CON NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS..... 59
FIGURA 27. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SECCIÓN 0+080 SIN SISMO Y CON NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS. 60
FIGURA 28. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SECCIÓN 0+080 CON SISMO Y CON NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS..... 61

LISTA DE TABLAS.

TABLA 1. CUADRO RESUMEN DE LAS PERFORACIONES. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA) 22
TABLA 1. PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DEL ÁREA EN ESTUDIO 35
TABLA 2. PROPIEDADES MECÁNICAS DE CADA DEPÓSITO. 50
TABLA 3. PROPIEDADES MECÁNICAS DEL GEOTEXTIL..... 51
TABLA 4. CUADRO RESUMEN VALORES ANÁLISIS DE ESTABILIDAD CONDICIONES PROYECTADAS..... 62

LISTA DE ANEXOS.

ANEXO 1. REGISTROS DE PERFORACIÓN 67
ANEXO 2. REGISTROS DE PERFORACIÓN 68
ANEXO 3. PLANOS TEMÁTICOS 69
ANEXO 4. MEMORIA DE CÁLCULO MURO MME 70

1. INTRODUCCIÓN.

En la zona donde actualmente queda ubicado el Megacolegio San Sebastián en la ciudad de Manizales, debido al tránsito de la zona, y con el fin de mejorar la movilidad de la zona, se pretende realizar la conexión del anillo vial, razón por la cual se adelantan los estudios correspondientes para llevar a cabo la misma. A continuación, se presentará el estudio geológico-geotécnico y el diseño detallado de las obras que permitan conocer de manera detallada las características morfométricas, estratigráficas, propiedades del suelo y condición de estabilidad del talud para con esto hacer el diseño de las obras de contención, manejo de aguas y de estabilización que se requieran.

2. OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

- Realizar el estudio geológico- geotécnico detallado para el tramo donde se llevará a cabo la proyección del nuevo tramo vial.
- Realizar el diseño de una estructura que permita desarrollar el diseño vial propuesto.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Conocer la condición geológica representada principalmente en la identificación de las unidades geológicas regionales, unidades geológicas locales y columna estratigráfica.
- Realizar la prospección geotécnica detallada del talud mediante la ejecución de sondeos, ensayos de campo y ensayos de laboratorio.
- Conocidas las condiciones geológicas y geotécnicas, así como la proyección de trazado, se propondrán las obras necesarias para garantizar los FS mínimos sugeridos en la CCP-14.
- Se hará el diseño geotécnico de las obras propuestas basado en la CCP-14.

3. LOCALIZACIÓN

El punto de interés se localiza a un costado del Megacolegio San Sebastián, ciudadela norte, en el municipio de Manizales, departamento de Caldas.

Figura 1. Localización general del proyecto (Fuente: Geoportal alcaldía de Manizales)



4. ASPECTOS GEOLÓGICOS, GEOMORFOLÓGICOS Y MORFOLÓGICOS.

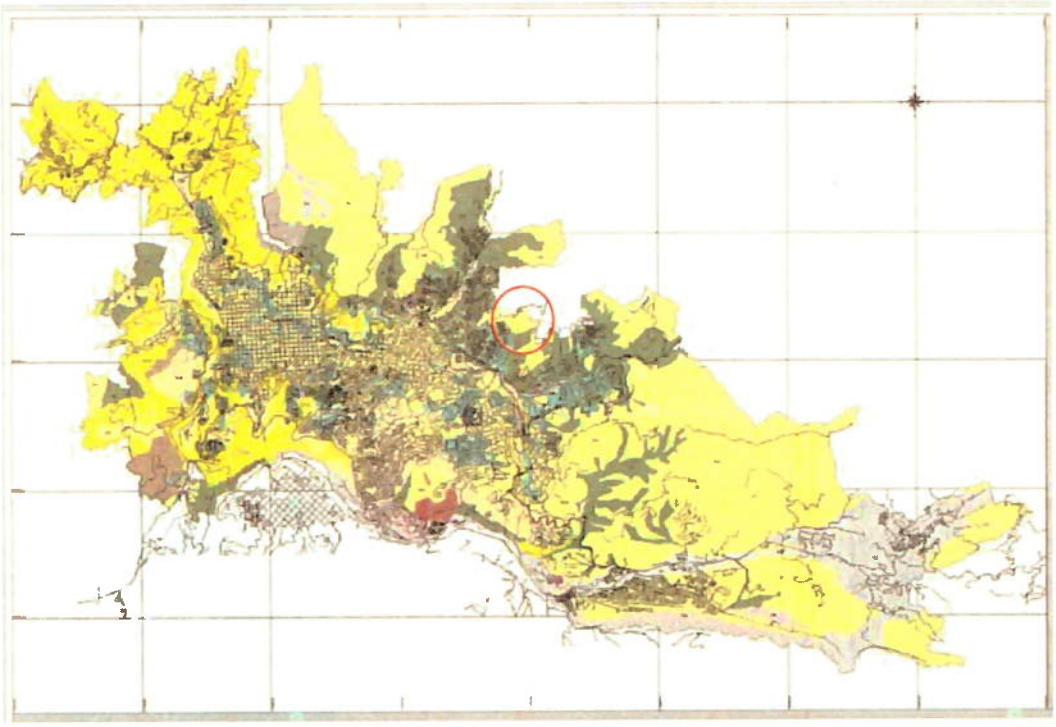


Figura 2. Mapa geológico de Manizales. En rojo la zona de estudio (Fuente: Mapa geológico de Manizales).

Manizales cuenta con una gran variedad de unidades geológicas de diferentes edades y orígenes. Las características geológicas de la zona son complicadas debido a varios factores, entre los que predomina la cobertura de ceniza volcánica que cubre las demás unidades, la abundante vegetación en algunos lugares y el fuerte tectonismo que ha afectado las diferentes formaciones geológicas. Los contactos entre las unidades aflorantes a nivel regional son de origen fallado, siguiendo una tendencia Norte- Sur asociados al sistema de fallas Romeral, exceptuando los depósitos aluviales y los flujos volcánicos. Las diferentes unidades geológicas encontradas en la zona de estudio son:

Complejo Quebradagrande-. Hace parte de lo que Botero (1.963) denominó Formación Quebradagrande. Definida como un conjunto de meta-sedimentos compuesto de esquistos silíceos negros, filitas grafitosas, liditas y algunas cuarcitas de grano fino con color negro, de un ambiente batial a nerítico, intercalado con derrames lávicos submarinos. Nosquera (1.978) lo denominó Complejo Meta-sedimentario Aranzazu-Manizales. INGEOMINAS (1.98?) en Estrada y Viena. (1.992) sugieren denominarlo Complejo Quebradagrande dado que hasta el presente no se ha definido el tope y la base de la secuencia. Comprende un miembro volcánico y un miembro meta-sedimentario. En el área de estudio afloran: Lutitas negras, limolitas, areniscas feldespáticas y chert negro, ubicadas en la zona central del municipio (excepto en la parte urbana), al Norte en las veredas Hoyo Frío, Buena Vista, Guacaica Espartillal, Alto del Guamo, Santa Rita, Pueblo Hondo Guacaica, Alto Bonito, Cuchilla del Salado y El Guineo, al Sur aflora en las veredas El Tablazo, Java, La Siria, Agua Bonita, La Pola, El Aventino, La Argelia, Morrogacho y La Quiebra del Billar entre otros y hacia el Oeste en un sector de la quebrada El Purgario.

ESTRATIGRAFIA LOCAL

Formación Casabianca

Formación geológica correspondiente a los depósitos volcanogénicos de Piedemonte (Formación Casabianca). La cual se denomina un grupo de sedimentos volcánicos de grano grueso, derivados del eje volcánico Ruiz - Cerro Bravo, los cuales fueron depositados en los flancos oeste y este en medio de la Cordillera Central, y en menor proporción tobas y sedimentos volcánicos retrabajados producto de la agradación en cauces fluviales (BORRERO y NARANJO, 1990).

En la Formación Casabianca, los clastos son dominantemente andesíticos 90%, accesorios basalto - andesítico, dacíticos y menos del 5% plutónico y metamórfico derivado desde el basamento Paleozoico - Mesozoico. Además, se presentan clastos de tobas grises sub-redondeados de diámetro promedio entre 5-10 cm. El tamaño de los clastos varía desde pocos centímetros hasta 2,0 metros, variando desde redondeados a sub-redondeados; los de menor tamaño se presentan más subangulares y en general existe un mal calibrado. En algunos sectores están fuertemente meteorizados, mostrando colores de alteración rojizos, amarillos y grises. La relación matriz - clastos es de 35-65% generando el carácter clasto soportado de dicha formación. La matriz es de origen volcánico, compuesta de arena muy gruesa y suelos areno arcillosos dominando la fracción más fina, la cual se encuentra fuertemente meteorizada con variedad de colores entre amarillo, blanco, rojo y crema. Estos depósitos suprayace concordantemente al Noroeste y Suroeste con la Formación Manizales. En algunos lugares reposa discordantemente sobre el complejo Quebradagrande y localmente sobre el gabro de la Quebrada Olivares: y a su vez suprayacida parcialmente de manera discordante por depósitos de caída piroclástica. (Herrera y López).

Formación Manizales

Corresponde a un flujo de escombros definido por Flórez, A. (1986), como la primera manifestación del volcanismo cenozoico del eje de la Cordillera Central, determinada en este trabajo como "una acumulación volcano-detrítica de piedemonte", y para lo cual propuso el nombre de Formación Manizales. Sus diferentes facies muestran la convergencia de fenómenos volcánicos y fluviales; en el sector Suroeste del depósito se encuentran estratos entrecruzados de origen fluvial compuestos por epiclastos, clastos de lava y cantos de rocas ígneas y metamórficas; alternando con capas de tobas. Esta secuencia está cubierta por un flujo lahárico con bloques andesíticos y matriz piroclástica. Hacia la cuchilla de Neira alternan las facies lahárica, aluvial y aluvio-torrencial. En cuanto a su origen, la Formación Manizales presenta un predominio de conglomerados matriz-soportados; que gradan verticalmente a areniscas tobáceas.

5. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

En la región de Manizales se encuentran dos sistemas principales de fallas de carácter regional: Silvia Pijao con tendencia Norte - Sur y Palestina con tendencia Noreste; también existen fallas y lineamientos locales que cruzan la ciudad en diferentes direcciones. Estas estructuras, dentro del área urbana, se evidencian sólo con algunos rasgos geomorfológicos como: drenajes rectos, silletas, escarpes y cambios de pendiente; las evidencias de falla en campo son escasas debido a las características litológicas que enmascaran las estructuras y desaparecen los rasgos estructurales.

El sistema de fallas Romeral aparece en Caldas con el nombre de falla Silvia Pijao, siendo uno de los más importantes en Colombia, se extiende de sur a norte, desde el límite de Colombia con Ecuador hasta Barranquilla con una longitud de más de 1200 km. Las fallas de este sistema muestran clara evidencia de actividad cuaternaria, así como una fuente sismogénica potencial de alta peligrosidad para la ciudad de Manizales y el Departamento de Caldas en general. La zona de la ciudad de Manizales se caracteriza por la existencia de un basamento rígido constituido por rocas ígneas, metamórficas y metasedimentarias, recubiertas por depósitos de flujos volcanoclásticos y espesos mantos de ceniza, lo cual la hace susceptible a la ocurrencia de fenómenos de licuefacción ante la presencia de eventos sísmicos.

Algunas de las fallas presentes en la ciudad son Conjunto de fallas Norte - Sur: Llano grande, Pie de Monte, Silvia Pijao, Manizales y la falla Chipre (Naranjo y Ríos, 1989).

A nivel de campo no es posible detectar afloramientos en los cuales se indiquen características propias de zonas de fallas, tales como desplazamientos y/o fracturamiento de bloques, intenso diaclasamiento, pliegues, entre otros; esto debido muy probablemente a la existencia de las espesas formaciones

superficiales más recientes a la edad de las fallas (depósitos de caída piroclástica y de flujo de escombros) que enmascaran dichas estructuras.

Es de anotar que el factor litológico juega un papel importante ante la propagación de las ondas sísmicas y, sobre todo, en las formaciones superficiales que en la cuenca esta conformadas por material volcanoclástico no consolidado, favoreciendo la propagación de las ondas amplificando su efecto e incrementando la vulnerabilidad sísmica del área.

El área de estudio está localizada en una zona de importante actividad sísmica, en donde ocurren terremotos con una magnitud de 6 o más en la escala de Richter, los cuales han ocurrido con un intervalo de 15 años.

Tres fuentes de terremotos son reconocidas en el área:

- La zona de subducción de la placa Nazca y la placa suramericana. Aproximadamente el 90% de los terremotos ocurridos en el área con una profundidad de 70 a 120 km están relacionados con esta zona de subducción.

- Movimientos de fallas superficiales. La actividad de las fallas cercanas al área de estudio tales como Romeral, Palestina, Mistrató y Cauca son responsables del 10 % de los terremotos ocurridos en las zonas.

- Actividad Volcánica del Nevado del Ruiz. Desde el reinicio de la actividad volcánica del nevado del Ruiz en 1984, un gran número de actividad sísmica superficial (menor de 10 km) ha sido registrado por el observatorio vulcanológico de Manizales.

MARCO TECTÓNICO REGIONAL

- La región de Manizales se caracteriza por la presencia de los sistemas de fallas Romeral con tendencia Norte – Sur y Palestina con tendencia Noreste; además de fallas y lineamientos locales que seccionan el sistema montañoso, donde se construyó la ciudad.

- Estas estructuras se evidencian por rasgos geomorfológicos como: drenajes rectos, silletas, escarpes y cambios de pendiente. Las evidencias físicas de falla son escasas, debido a los materiales terciarios y cuaternarios que enmascaran las estructuras y rasgos estructurales; Sánchez, 1998 plantea que por la alta plasticidad de la Formación Casabianca y por la alta erodabilidad de la secuencia piroclástica son muy pocas las evidencias de falla en campo.

MARCO TECTÓNICO LOCAL

Varios autores cartografiaron elementos geomorfológicos como lineamientos, fallas, diaclasas y zonas de cizalla:

- **Falla Morroga ho.** Definida por Guzmán, J., 1991, presenta amplias silletas. En el sector de La Linda, colinas deflectadas, cambios altimétricos a través de su trazo, tiene una dirección preferencial N – S.

- **Falla Chipre.** Ángel, 1999 en Betancurt y Ocampo (2000) plantea una dirección N20W, Aguirre F., et al, 1993 en Betancurt y Ocampo, 2000 la describe como conformando hacia el oeste de la ciudad un escarpe de unos 200 m de altura, afectando la Formación Manizales; existen procesos de erosión laminar y reptación, lo que genera coluviones.

La falla de Chipre conforma hacia el sector Oeste de la ciudad un escarpe de falla con una altura aproximada de 200 metros y afecta los depósitos volcanodetríticos de la Formación Manizales. Se encuentran ligados a ésta, procesos de reptación y erosión laminar, generando coluviones sobre estos sectores. Esta falla posee una dirección dominante N-S, aunque en la parte norte se quiebra hacia el NW (sector donde se observa el escarpe de Chipre). (Aguirre et. al., 1.993).

- **Falla Romeral.** Definida por Grosse (1926) como una falla de tipo inversa que constituye el rasgo principal del Sistema de Fallas de Romeral. Este trazo con orientación N 5° E cruza aproximadamente a 3 Km. al Occidente de la ciudad de Manizales. Los principales rasgos morfoneotectónicos asociados a esta falla son: colinas y cauces deflectados, cambios altimétricos, silletas, hombreras, facetas triangulares, cauces rectilíneos y valles en "V" simétricos. Ejerce control estructural en los drenajes que intercepta su trazo tal como las quebradas de la Quiebra, El Rosario y Río Guacaica. Betancourth et.al., 1998).

- **Falla El Perro.** La Falla El Perro reportada por Naranjo y Ríos (1989) atraviesa el extremo Oriental de la ciudad de Manizales, controlando linealmente el cauce de la quebrada El Perro, con dirección N-S; continúa hacia el Norte atravesando el Parque Bicentenario (Bosque Popular El Prado), Milán, La Sultana, Minitas y La Cumbre, donde su expresión geomorfológica es evidenciada por un grupo de silletas y facetas triangulares alineadas.

FORMACIONES SUPERFICIALES

En la construcción de este mapa se emplea la clasificación la definida por HERMELIN, 1987, que establece la correlación directa entre las Formaciones definidas y las Unidades Litológicas que las originan, de igual forma indica de alguna manera los procesos geológicos a los que han estado sometidas indicando el ambiente de formación; se tiene en la zona de estudio principalmente por materiales de relleno seguido de depósitos de caída piroclástica.

Materiales de relleno. Están compuestas por materiales heterogéneos producto de los cortes de las zonas aledañas, son una mezcla de los depósitos de caída piroclástica y los suelos residuales.

Depósitos de Caída Piroclástica. Los fenómenos volcánicos originados por el complejo Cerro Bravo- Cerro Machín delimitaron sobre la topografía una cobertura de ceniza que varía su espesor desde centímetros hasta decenas de metros. Se localiza en casi todo el bloque central de la ciudad de Manizales, cumpliendo siempre la condición de tener una topografía paralela a sub paralela con la preexistente. Sus espesores varían hacia las partes bajas debido a procesos denudativos como erosión, acción antrópica, etc. Se distribuyen en el área de manera aleatoria cubriendo las diferentes rocas y moldeando la paleo-topografía. Están compuestas por materiales granulares que varían desde tamaño lapilli hasta cenizas finas provenientes de la caída de lluvia piroclástica generada por las erupciones volcánicas del complejo volcánico Ruiz- Tolima. La secuencia piroclástica cubre discordantemente las rocas aflorantes, generando un suelo con capas sub-horizontales, siguiendo la topografía en el momento de la deposición, lo cual no es aplicable a pendientes muy fuertes, mayores a 30 grados. Las capas de estos materiales están conformadas por lapilli, tobas de lapilli, cenizas y tobas de ceniza.

6. GEOMORFOLOGÍA

La definición de las Unidades Geomorfológicas es importante, para establecer los ambientes de formación y los procesos geológicos a los que han estado sometidas la Unidades de roca, evidenciadas en el paisaje. La geomorfología es indicadora de estabilidad o inestabilidad del terreno y de calidades del suelo, con su análisis se pueden plantear proyectos de planificación o zonificación del suelo.

Las unidades geomorfológicas definidas para el área de estudio se encuentran asociadas casi en su totalidad a ambientes denutativos y a la actividad tectónica relacionada con las estructuras geológicas que se encuentran actuando en el área (estructurales). Se caracterizan principalmente por las pendientes fuertes de los suelos que las conforman. Las clasificaciones empleadas se basan en A, Zinck, 1.995.

Vertiente Estructural (GFVES). Corresponde a la unidad geomorfológica más extensa en el área, esta geoforma se corresponde a una forma de manera elongada de pronunciada pendiente sujeta fuertes procesos que la han originado como producto de las estructuras geológicas presentes en la región.

Superficies Antropogénicas (SAPGN). Corresponden a superficies planas originadas por el hombre como parte de la expansión urbana, localizada en las partes altas de la topografía, concurrentes con las zonas donde se han concentrados los asentamientos principales del área.

7. ASPECTOS GEOTÉCNICOS.

PROSPECCIÓN GEOTÉCNICA, CARATERIZACIÓN DE COLUMNA ESTRATIGRÁFICA Y RESULTADOS DE LABORATORIO DE SUELOS.

El método de prospección en la zona de estudio consistió en la realización de sondeos manuales con barreno helicoidal, adaptado a una tubería de 1". Se realizaron 3 sondeos manuales a 6,0 m de profundidad o hasta donde se presentase rechazo, localizados estratégicamente con el fin de obtener las propiedades geotécnicas de los suelos allí presentes y así obtener un perfil estratigráfico característico del área en estudio. A continuación, se presentará un perfil típico de dicha área de acuerdo con los sondeos realizados en el predio de estudio y un cuadro a modo de resumen con las propiedades usadas para el análisis de la zona en estudio.

1. Desde el inicio de las perforaciones se presenta un depósito antrópico de color amarillo claro y pardo amarillento, su resistencia es media y su humedad es media, presenta un espesor que supera los 6.0m.

2. Infrayaciendo los materiales anteriores en el sondeo M-3, a una profundidad de 4.50m se presentan los depósitos de suelo natural, corresponde a depósitos de caída piroclástica de color amarillo, presenta una resistencia media y humedad media, estos depósitos en la zona de estudio superan los 6,0 m de profundidad.

Perfil del suelo

Depósito antrópico de color amarillo claro y pardo amarillento, su resistencia es media y su humedad es media, presenta un espesor que supera los 6.0m.

Depósitos de suelo natural, corresponde a depósitos de caída piroclástica de color amarilla, presenta una resistencia media y humedad media, estos depósitos en la zona de estudio superan los 6,0 m de profundidad.



Figura 1. Perfil característico del suelo.

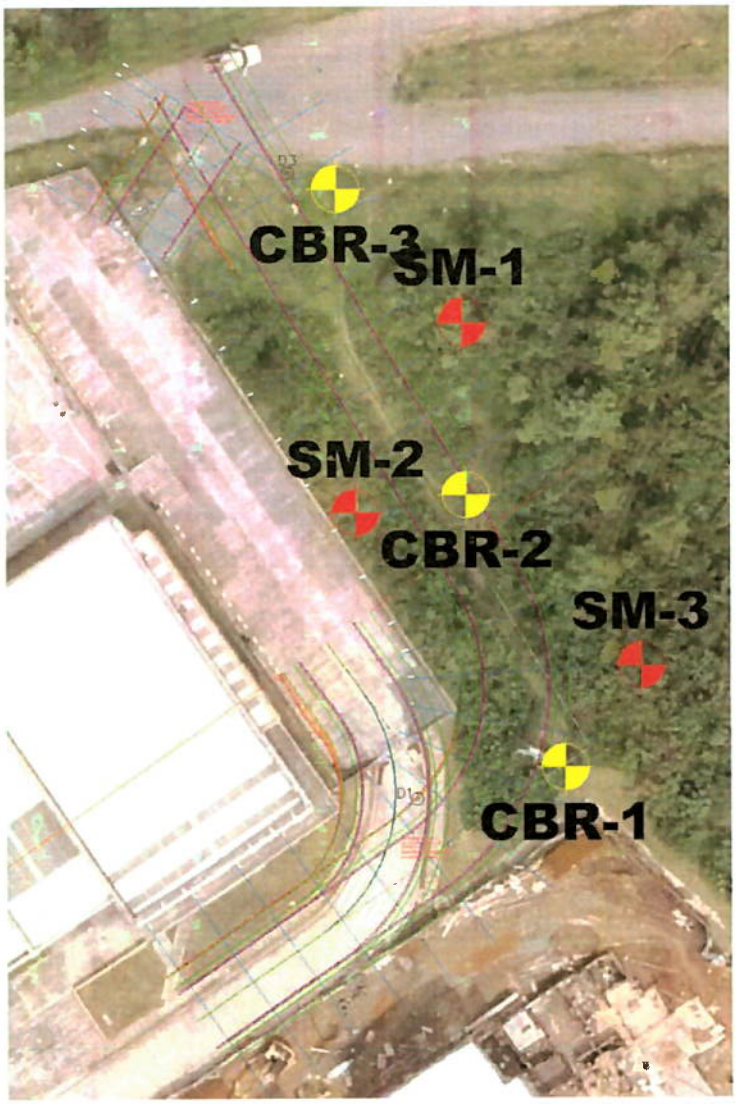


Figura 2. Localización de los sondeos realizados en el área de estudio. (Fuente: Geoportal alcaldía manizales).

**La descripción de cada una de las perforaciones se encuentra en los anexos, junto con los resultados de los ensayos de laboratorios.*

Tabla 1. Cuadro Resumen de las perforaciones (Fuente: Elaboración propia)

SONDEO	DESCRIPCIÓN DE PROFUNDIDADES	CAPA ANTROPICA	SUELO NATURAL	NAF
#		m	m	m
SM1	Profundidad sondeo 6,0 m Muestra 4,0 m.	6,0	-	-
SM2	Profundidad sondeo 4,70 m Muestra 4,30 m.	4,3	-	-
SM3	Profundidad sondeo 6,0 m Muestra 5,5 m.	4,4	6,0	-

Registro fotográfico

Sondeo manual 1



Figura 3. Panorámica sondeo manual 1

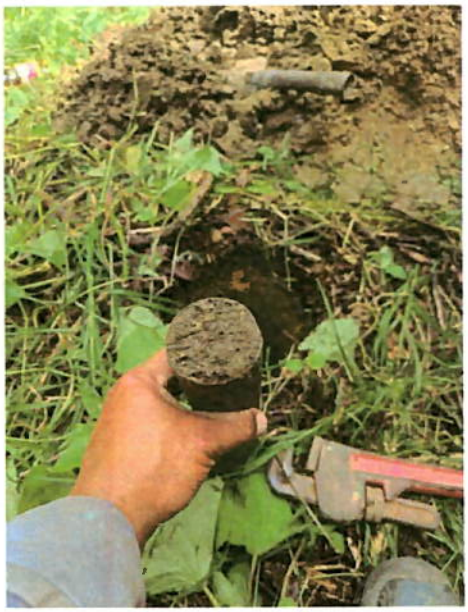


Figura 4. Muestra sondeo manual 1.



Figura 5. Panorámica de los depósitos encontrados en el sondeo manual 1.

Sondeo manual 2

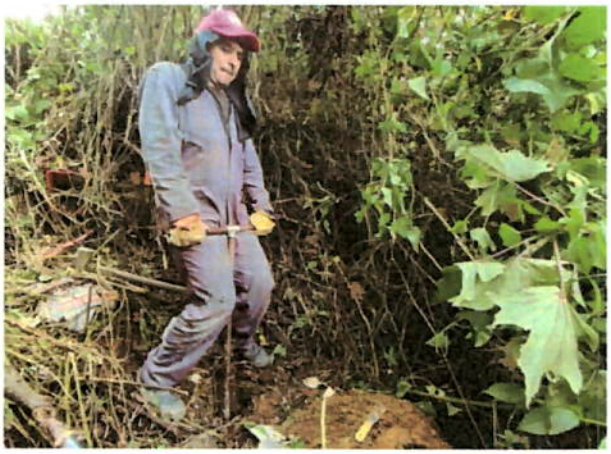


Figura 6. Panorámica sondeo manual 2.



Figura 7. Muestra sondeo manual 2.



Figura 8. Panorámica de los depósitos encontrados en el sondeo manual 2.

Sondeo manual 3



Figura 9. Panorámica sondeo manual 3.



Figura 10. Muestra sondeo manual 3.



Figura 11. Panorámica de los depósitos encontrados en el sondeo manual 3.

CBR 1



Figura 12. Panorámica CBR 1

CBR 2



Figura 13. Panorámica CBR 2

CBR 3



Figura 14. Panorámica CBR 3

CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES.

Clasificación de suelos:

Para la clasificación de los materiales extraídos de cada una de las perforaciones, se utilizó el sistema unificado de clasificación de suelos, el cual tiene como principal parámetro la carta de plasticidad. Por tal motivo es necesaria la determinación de los Límites de Atterberg y la realización de Granulometrías por Lavado.

- Los depósitos que conforman la zona de estudio presentan una textura limo arenosa, lo que hace que se clasifican en la carta de Casagrande como arenas limosas y arcillosas SM-SC.

  Los colores predominantes en los depósitos son el amarillo, el pardo claro y el amarillo claro.

- La humedad natural promedio de los suelos, es de 42.5%, lo que corresponde a un suelo parcialmente seco (W < 50.0%).

Límite Líquido:

Esta propiedad presenta un valor promedio de 39%. Estos valores indican una baja plasticidad de los materiales, como estos valores promedios son inferiores a la humedad natural promedio, no se descarta que se vaya a generar una perdida súbita de la resistencia por efectos de remoldeo debidos a una sobrecarga rápida.

Resistencia a la Compresión Inconfinada:

El valor promedio de la resistencia a la compresión inconfinada para el estrato de suelo natural es de 5.3 ton/m², lo que indica una resistencia alta de los depósitos del sector en general.

Peso Unitario del Suelo:

El valor promedio es 1.635 ton/m³ para pesos unitarios húmedos y de 1.150 ton/m³ para pesos unitarios secos en lo que tiene que ver con los depósitos de la zona de estudio.

Índice de Plasticidad:

Presenta valores de 10% para los depósitos de suelo de la zona de estudio. Para el análisis de la capacidad admisible del suelo se utilizará la fórmula de Terzaghi, la cual utiliza factores de carga que son función del ánguio de fricción. Por tal motivo será empleada la correlación entre Índice de Plasticidad y Angulo de fricción propuesta por Bjerrum.

Cohesión:

El valor de esta propiedad se calculó por medio de correlaciones con el ensayo de compresión inconfinada el valor de esta propiedad es de 2.66 ton/m² (qu/2), para el análisis de capacidad de carga del suelo, tomaremos un valor de esta propiedad de 2,5 ton/m², la cual es común para los depósitos de sector.

Ángulo de fricción:

De acuerdo con las correlaciones empíricas en función del índice de plasticidad se tiene un ángulo de fricción de 30 grados, y mediante el ensayo de corte se obtuvieron valores cercanos a los 30 grados. Para el análisis de capacidad del suelo tomaremos un valor de 28 grados que es común para los depósitos del sector.

A continuación, se presentan las propiedades mecánicas de los depósitos de la zona de estudio, separados por zonas.

Tabla 1. Propiedades geotécnicas del área en estudio

SONDEO	PUH	PUS	QU	W	LL	LP	IP	200	USCS	ϕ	c
	ton/m³	ton/m³	ton/m²	%	%	%	%	%		°	ton/m²
SM1-M1-4.00 m	1.667	1.226	7.38	36.0	32	32	2	36	SM		
SM2-M1-4.30 m	1.575	1.151	3.26	39.3	42	28	14	26	SC		
SM3-M1-5.50 m	1.663	1.092		52.3	44	31	13	40	SC	29.9	6.1
PROMEDIO	**1.635**	**1.150**	**5.32**	**42.5**	**39**	**30**	**10**	**34**		**29.90**	**6.10**
MÁXIMO	1.667	1.226	7.38	52.3	44	32	14	40			
MÍNIMO	1.575	1.092	3.26	36.0	32	28	2	26			

8. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO

Para la cimentación y estabilidad del muro en tierra armada proyectado, se requiere el cálculo de la capacidad portante de los pilotes, así:

Cimientos profundos.

La capacidad admisible del suelo para cimentaciones profundas será calculada mediante la teoría de Vesic. (Libro Fundamento of Geotechnical Analysis).

$$Q_p = c * N_C + PUT * D_f * (N_q - 1) + 0.5 * PUT * D * N_g$$

$$QI = Pi * D * L * K * E * Tan(\mu)$$

$$Q_f = {(Q_p + QI)}/{FS}$$

Dónde:

Qf = Capacidad de carga en el momento de la falla

Qp= Capacidad de carga admisible por la punta

Ql = Capacidad de carga admisible por el fuste

c = Cohesión del suelo

Df = Nivel de desplante de la cimentación

PUT = Peso específico del material

Nc, Nq y Ng = Factores de carga.

D = Diámetro de la pila

L= Longitud de la pila

K= Coeficiente de presión lateral (1)

μ= Angulo de fricción entre el pilote y el suelo (2/3 de Φ grados)

E= Esfuerzo vertical

FS= Factor de Seguridad.

Tabla 2. Cuadro de capacidad de carga profunda.

MEGACOLEGIO SAN SEBASTIAN																		
CALCULO DE CIMENTACION PROFUNDA CIRCULAR PILAS PREEXCAVADAS																		
TIPO	PUT	c	fi	df	d	dw	Nc	Nq	Ng	Dia	campa	K	delta	Sigma	Qp	Ql	FS	Qt
	ton/m3	ton/m2	grados	m	m	m				m	m		grados	ton/m2	Ton	Ton		Ton
1	1.635	3	28	5.0	4.0	4.0	23.94	13.2	14.47	0.35	0.35	1	18.67	2.09	14.98	3.88	3	6.3
2	1.635	3	28	6.0	5.0	5.0	23.94	13.2	14.47	0.35	0.35	1	18.67	2.41	16.90	5.36	3	7.4
3	1.635	3	28	7.0	6.0	6.0	23.94	13.2	14.47	0.35	0.35	1	18.67	2.72	18.82	7.08	3	8.6

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS

Asentamientos cimientos profundos:

Los asentamientos en los cimientos profundos serán calculados mediante las siguientes expresiones:

$$Delta_{S2} = {Q * D * (1 - u^2)}/{Es * m * ls * lf * F1}$$

Dónde:

Delta S2 = asentamientos debido a la carga

Q= Carga sobre el cimiento / Área del Cimiento

D= Diámetro del cimiento

U= Relación de Poisson

Es = Modulo de Elasticidad. Este módulo se calcula por medio de una correlación con la resistencia corte no drenado y el Índice de Plasticidad.

m*Is = Factores de forma

If = Factor en función de la relación L/D

F1 = Factor de reducción

$$Delta_{S1} = {(Q_p + asQf) * L}/{(A * Ec)}$$

Dónde:

Delta S1 = Asentamiento debido al comportamiento elástico del concreto.

Qp = Carga por la punta

Qf = Carga por el fuste

as= coeficiente función de la distribución de fricción lateral

L = Longitud Caisson

Tabla 3. Cuadro de Asentamientc ·.

ASENTAMIENTOS ELASTICOS DEBIDO AL FUSTE

DIAMETRO	LONG	f'c	MODULO	QP	QF	FS	AREA	QP/FS	QF/FS	as	S1
m	M	kg/cm2	T/m2	T	T		m2	T	T		m
0.35	5	210	1883879	14.985	3.877	3	0.10	4.99	1.29	0.5	0.00016
0.35	6	210	1883879	16.904	5.36	3	0.10	5.63	1.79	0.5	0.00022
0.35	7	210	1883879	18.823	7.079	3	0.10	6.27	2.36	0.5	0.00029

ASENTAMIENTOS DEBIDO A LA CARGA PUNTUAL

DIAMETRO	LONG	Qu	Su	Es	u	mls	If	QP	AREA	Dq	f1	S2
m	m	T/m2	T/m2	T/m2				T	m2	T/m2		m
0.35	5	7	3.5	3500	0.5	1	0.5	14.98477	0.0962115	155.75	0.6	0.0035
0.35	6	7	3.5	3500	0.5	1	0.5	16.9039	0.0962115	175.70	0.6	0.004
0.35	7	7	3.5	3500	0.5	1	0.5	18.82303	0.0962115	195.64	0.6	0.0044

ASENTAMIENTOS TOTALES

DIAMETRO	LONG	S1	S2	ST
m	m	m	m	m
0.35	5	0.00016	0.0035	0.0037
0.35	6	0.00022	0.004	0.004
0.35	7	0.00029	0.004	0.005

9. PERFIL DEL SUELO.

De acuerdo con los efectos locales descritos en el CCP-14 Código Colombiano de Fuentes, el perfil del suelo en la zona de estudio se tiene de acuerdo a la figura 3.10.2.1-1 – Aceleración Pico Horizontal del Terreno (PGA) con 7% de probabilidad de excedencia en 75 años (aproximadamente 1000 años de periodo promedio de retorno) expresada en la aceleración de la gravedad (g)

Definición de la zona de amenaza.

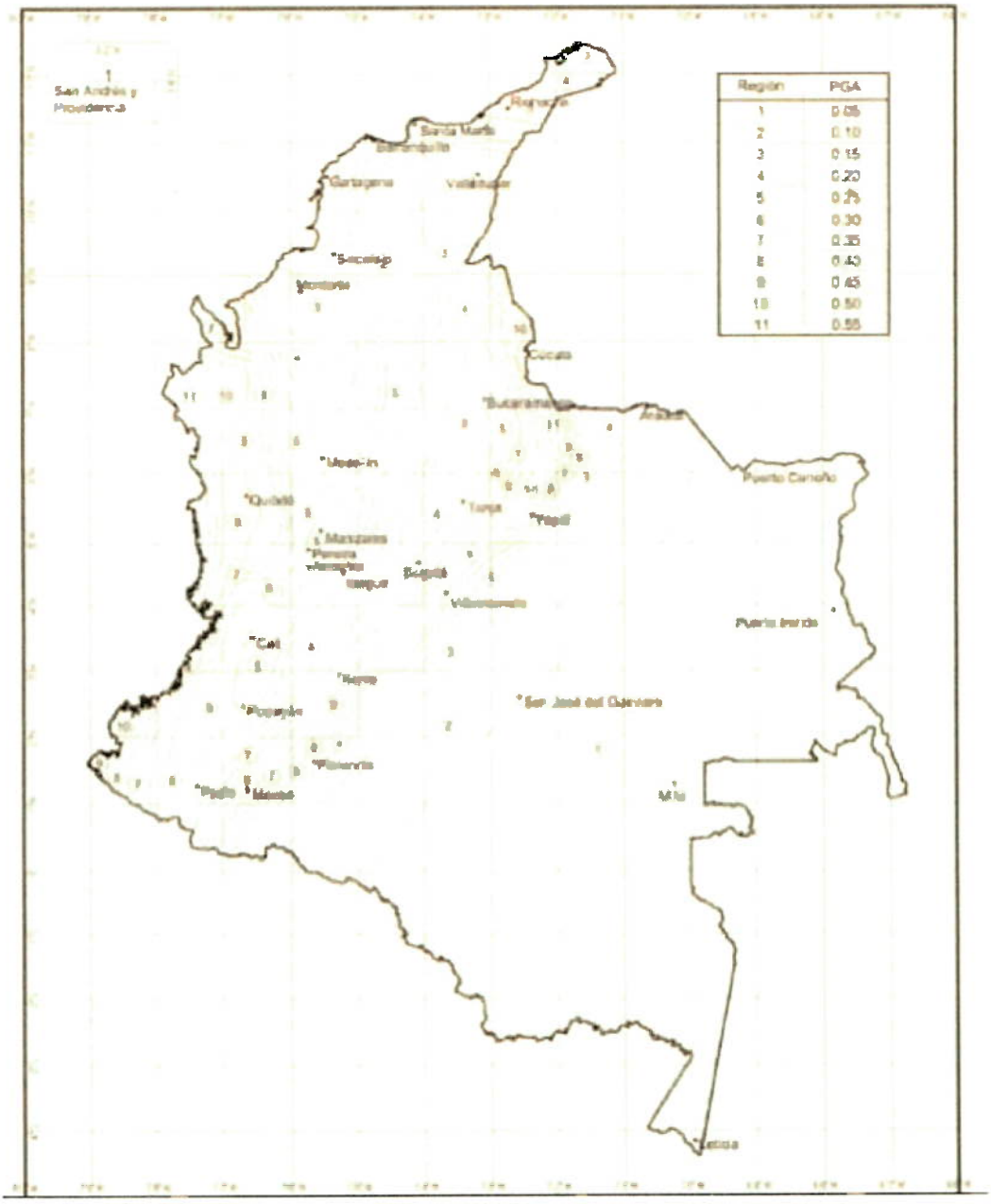


Figura 15. Valor de PGA para las ciudades capitales del país CCP-14.

Para Manizales y sus sectores aledaños, se tiene una zona de amenaza sísmica tipo 5.

PGA=0.25.

Se presenta de igual forma en Coeficiente de Aceleración Espectral Horizontal para un periodo de vibración de 0.2 segundos (Ss) para 5% del amortiguamiento crítico y con un 7% de probabilidad de excedencia en 75 años (aproximadamente 1000 años de periodo promedio de retorno) expresada en la aceleración de la gravedad (g) se tiene de acuerdo a la figura 3.10.2.1-2.

Para Manizales y sus sectores aledaños, se tiene una zona de amenaza sísmica tipo 6.

Ss=0.60.

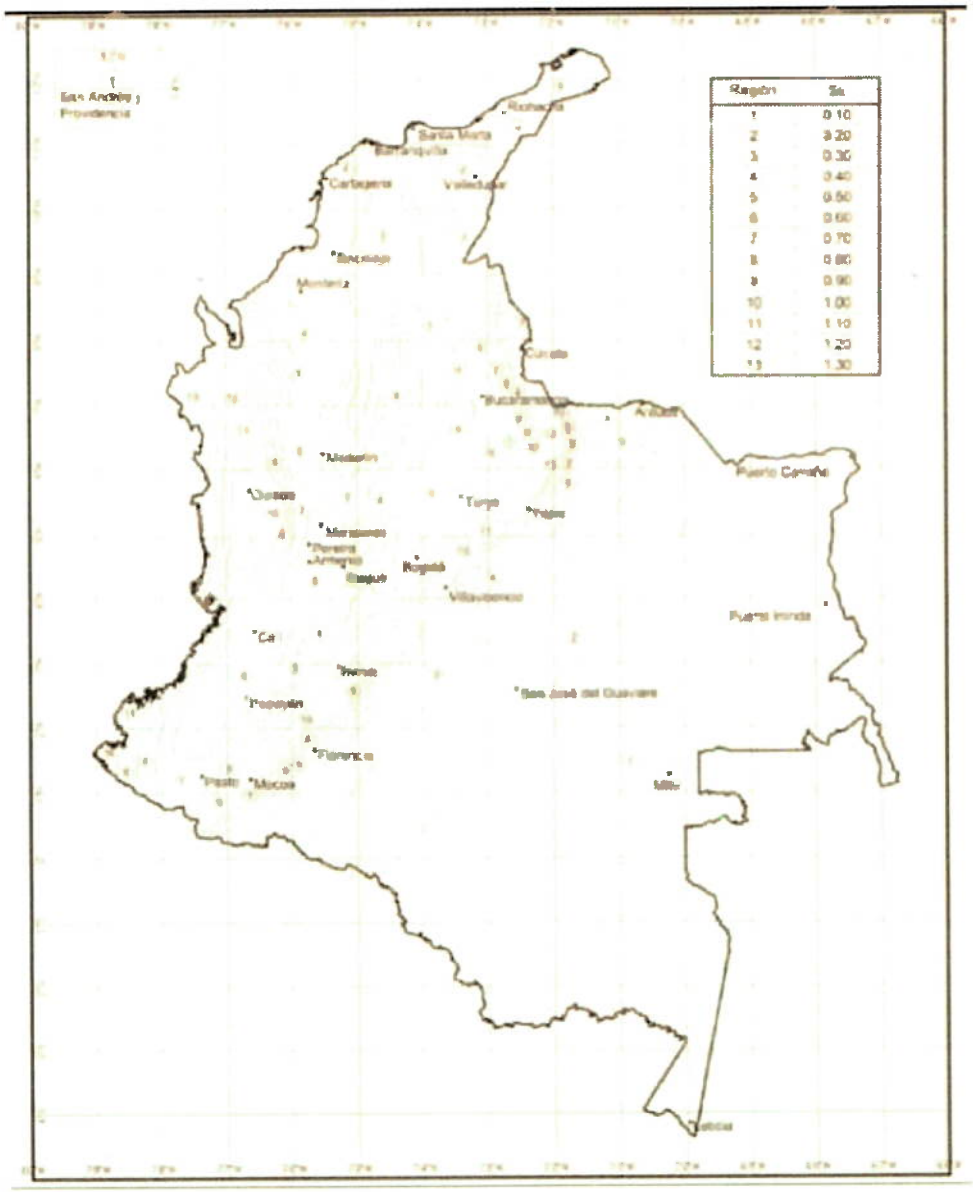


Figura 16. Valor de Ss para las ciudades capitales del país CCP-14.

Posteriormente se establece el valor del Coeficiente de Aceleración Espectral Horizontal para un periodo de vibración de 1.0 segundos (S1) para 5% del amortiguamiento crítico y con 7% de probabilidad de excedencia en 75 años (aproximadamente 1000 años de periodo promedio de retorno) expresada en la aceleración de la gravedad (g) se tiene de acuerdo a la figura 3.10.2.1-3.

Para Manizales y sus sectores aledaños, se tiene una zona de amenaza sísmica tipo 6.

S1=0.30.

Definición del tipo perfil del suelo.

Figura 17. Clasificación perfil del suelo Fuente: CCP-14.

Tabla 3.10.3.1-1 — Definición de los Tipos de Perfil de Suelo

Tipo de Perfil de Suelo	Características del perfil
A	Roca competente con velocidad medida de onda de cortante, $\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media con $\bar{v}_s$ en el intervalo 1500 m/s $> \bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelo muy densos o roca blanda con velocidad medida de onda de cortante, $\bar{v}_s$ en el intervalo 760 m/s $> \bar{v}_s \geq 360$ m/s, o
	perfiles que cumplan con cualquiera de los dos criterios siguientes: $\bar{N} > 50$ golpes/pie, o $\bar{s}_u > 100$ kPa (> 1 kgf/cm^2)
D	Perfiles de suelos rígidos con velocidad medida de onda de cortante $\bar{v}_s$ en el intervalo 360 m/s $> \bar{v}_s \geq 180$ m/s, o
	perfiles que cumplan con cualquiera de los dos criterios siguientes: $\bar{N}$ en el intervalo 50 golpes/pie $> \bar{N} \geq 15$ golpes/pie, o $\bar{s}_u$ en el intervalo 100 kPa (≥ 1 kgf/cm^2) $> \bar{s}_u \geq 50$ kPa (≥ 0.5 kgf/cm^2)
E	Perfil de suelo con velocidad medida de onda de cortante, $\bar{v}_s < 180$ m/s, o

	perfiles que cumplan con cualquiera de los dos criterios siguientes: $\bar{N} < 15$ golpes/pie, o $\bar{s}_u < 50$ kPa (< 0.5 kgf/cm^2), o
	cualquier perfil con $H > 3$ m de arcilla blanda, definida como un suelo con $IP > 20$, $w_n > 40\%$, y $\bar{s}_u < 25$ kPa (< 0.25 kgf/cm^2) [Véase la Nota al final de la Tabla]
F	Suelos que requieren evaluación particular de sitio, tales como • Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. • Turbas o arcillas altamente orgánicas ($H > 3$ m de turba o arcillas altamente orgánicas donde H = espesor del suelo) • Arcillas de alta plasticidad ($H > 7.5$ m con $IP > 75$) • Estratos de arcillas con rigidez de media a blanda de gran espesor ($H > 36$ m)

Nota: Esta tabla corresponde en forma idéntica a la Tabla A.2.4-1 del Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR-10, con la única excepción que en la definición de los perfiles Tipo E con espesores mayores de 3 m el límite para la resistencia al corte no drenado, $\bar{s}_u$, el valor límite es 50 kPa (< 0.5 kgf/cm^2) en el Reglamento NSR-10

Teniendo en cuenta la tabla anterior se lleva a cabo la revisión de los datos obtenidos para los depósitos del sector donde se obtienen los siguientes resultados:

IP= 10%

W=42.5%

Por esta razón se detine que el perfil de suelo para este caso será **tipo D,** para apoyos en suelos naturales.

Para llevar a cabo la determinación del Factor de sitio Fpga depende del valor obtenido para la PGA y según el tipo de suelo definido, se procede a dar uso de la Tabla 3.10.3.. -1 de la CCP-14.

Figura 18. Valor de Factor de sitio Fpga.

Tabla 3.10.3.2-1 — Valores del factor de Sitio, F_{PGA}, en el período de vibración cero del Espectro de Aceleraciones

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos (Véase la nota 1)				
	$PGA \leq 0.1$	$PGA = 0.2$	$PGA = 0.3$	$PGA = 0.4$	$PGA \geq 0.5$
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 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2

Notas:
1. Se debe usar una interpolación lineal para valores intermedios de PGA
2. Para el perfil tipo F debe realizarse un estudio de sitio particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda.

Para Manizales y sus sectores aledaños, se tiene:

Fpga =1.45.

10. PARÁMETROS DE EMPUJE PARA ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN

- El valor del ángulo de fricción (ϕ) utilizado para el cálculo de los parámetros será de **28** grados, el cual es conservador y corresponde al valor adoptado para los depósitos de lleno.

- Peso del suelo 1.868 ton/m3.

- El coeficiente activo de tierras de Rankine Ka será:

$$K_a = \frac{1 - sen(\varphi)}{1 + sen(\varphi)} = tan^2(45 - \frac{\varphi}{2})$$

$$K_a = tan^2(45 - \frac{28}{2})$$

$$\boldsymbol{K_a = 0.361}$$

- El coeficiente de tierras en reposo K0:

$$K_0 = 1 - sen(\varphi)$$

$$K_0 = 1 - sen(28)$$

$$\boldsymbol{K_0 = 0.53}$$

- El coeficiente activo de tierras dinámico de Mononobe-Okabe Kae será:

$$K_{ae} = \frac{sen^2(\varphi + \beta - \theta)}{cos\theta\, sen^2\beta\, sen(\beta - \theta - \delta)\left[1 + \sqrt{\frac{sen(\varphi + \delta)\, sen(\varphi - \theta - \alpha)}{sen(\beta - \delta - \theta)\, sen(\alpha + \beta}}\right]^2}$$

$$\theta = tan^{-1}\left[\frac{k_{hm}}{1 - k_{vm}}\right]$$

$$k_{hm} = 0.5\, k_{h0}$$

$$k_{h0} = A_s = F_{PGA} PGA$$

Para ϕ=28°.

$$k_{h0} = 1.45 * 0.25$$
$$k_{h0} = 0.3625$$

$$k_{hm} = 0.8 * 0.3625$$
$$k_{hm} = 0.29$$
$$k_{vm} = 0.029$$

$$\theta = tan^{-1}\left[\frac{0.29}{1 - 0.029}\right]$$
$$\theta = 16.629$$

$$k_a = \frac{sen^2(\varphi + \beta - \theta)}{cos\theta\ sen^2\beta\ sen(\beta - \theta - \delta)\left[1 + \sqrt{\frac{sen(\varphi + \delta)\ sen(\varphi - \theta - \alpha)}{sen(\beta - \delta - \theta)\ sen(\ldots + \beta}}\right]^2}$$

$$\boldsymbol{k_{ae} = 0.520}$$

- El coeficiente pasivo de tierras Kp será:.

$$K_p = \frac{1 + sen(\varphi)}{1 - sen(\varphi)} = \frac{1}{Ka}$$
$$K_p = \frac{1}{0.3\ \ 1}$$

$$\boldsymbol{K_p} = 2.77$$

- El ángulo de la fuerza con la normal a la cara del muro será deltc =18.7 grados, o igual al ángulo de inclinación del talud por detrás del muro.

$$\delta = \frac{2}{3}\varphi$$
$$\delta = \frac{2}{3}28°$$
$$\boldsymbol{\delta = 18.7°}$$

- El factor de rozamiento suelo muro en la base será f = 0.55.

$$f = \tan(\varphi)$$
$$f = \tan(29)$$
$$\boldsymbol{f = 0.55}$$

- Todas las estructuras de contención deben estar cimentadas sobre los suelos naturales sin excepción, ya sea apoyadas en zapatas continuas o cimientos mixtos consistentes en zapatas y micropilotes.

- Todas las estructuras de retención de tierras deben contar con espaldón filtrante teniendo cuidado con la entrega de las aguas interceptadas.

- El lleno debe ser de material preferiblemente granular con el fin de garantizar una alta densidad y evitar presiones adicionales.

11. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD.

Para analizar las condiciones proyectadas de estabilidad se requieren los siguientes datos de entrada:

Topografía: Los datos topográficos utilizados para el análisis fueron tomados del levantamiento realizado en el área por el propietario del predio.

Geología: Sobre los perfiles seleccionados se hizo la columna estratigráfica obtenida de las visitas de campo hechas por el Ingeniero Geotecnista y del estudio de suelos suministrado por el propietario.

Condiciones de Agua: El nivel de agua freática, se determinó mediante la revisión en campo, los sondeos y el estudio de suelos.

Condición de Sismo: El coeficiente sísmico de aceleración horizontal (Kh) para el cálculo de las presiones y las fuerzas sísmicas laterales del suelo debe determinarse con base en el PGA en la superficie del terreno (es decir, Kho = FpgaPGA = As, donde Kho es el coeficiente sísmico de aceleración horizontal suponiendo que no ocurre ningún desplazamiento del muro). El coeficiente de aceleración determinado en la superficie original del terreno debe considerarse como el coeficiente de aceleración que actúa en la base del muro.

Si el muro es libre de moverse lateralmente bajo la influencia de la carga sísmica y si el movimiento lateral del muro durante el evento sísmico de diseño es aceptable para el propietario, Kho debe reducirse para tener en cuenta la deformación lateral permitida del muro. La selección de una deformación lateral máxima

aceptable debe tener en cuenta el efecto que esa deformación tiene sobre la estabilidad del muro.

bajo consideración, el nivel deseado de desempeño sísmico, y el efecto que esa deformación pudiese tener sobre cualquier red de servicios públicos o estructura soportada por el muro, Kh puede reducirse hasta 0.5 Kh o sin llevar a cabo un análisis de deformaciones usando el método de Newmark (Newmark, 1965) o una de sus versiones simplificadas. Esta reducción de Kh debe también considerarse aplicable a la investigación de la estabilidad global del muro y el talud.

El coeficiente sísmico de aceleración vertical Kv, debe suponerse igual a cero para el cálculo de las presiones laterales del suelo, a menos que el muro esté significativamente afectado por efectos de fuente cercana, o si es probable que aceleraciones verticales relativamente altas actúen simultáneamente con la aceleración horizontal.

En la mayoría de las situaciones, las aceleraciones vertical y horizontal están, por

lo menos parcialmente, fuera de fase. Por lo tanto, Kv es usualmente bastante pequeño cuando Kh está cerca de su valor máximo. Típicamente se supone que Kv es cero para el diseño del muro.

Por lo anterior, teniendo en cuenta que Kho = FpgaPGA, tenemos que Kho = 0.325 para posteriormente obtener un valor de Kh = 0.1625. Para el cálculo del coeficiente de aceleración vertical a pesar de que se recomienda despreciar dicho valor para nuestro análisis se tomará como 0.1 Kh, por lo cual se tiene Kv = 0.016.

Propiedades Geotécnicas de los Materiales: Las propiedades geotécnicas de los materiales involucrados se ajustaron de acuerdo con los datos obtenidos del estudio de suelos suministrado por el propietario y de acuerdo con la experiencia con los suelos de la zona obteniendo el siguiente resultado de sus propiedades mecánicas:

Tabla 2. Propiedades mecánicas de cada depósito.

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Cohesion Type	Water Surface	Hu Type	Ru
VIA		2.4	Undrained	14000		Constant	None		0
BASE		2	Mohr-Coulomb	15	30		Water Surface	Constant	
AFIRMADO		19	Mohr-Coulomb	15	30		Water Surface	Constant	
MATERIAL SELECCIONADO		19	Mohr-Coulomb	20	30		Water Surface	Constant	
LLENO COMPACTADO		18	Mohr-Coulomb	20	28		Water Surface	Constant	
LLENO ANTROPICO		16.21	Mohr-Coulomb	25	28		Water Surface	Constant	
CENIZA		16.67	Mohr-Coulomb	30	29.9		Water Surface	Constant	

Condiciones de carga. Con el fin de realizar el análisis en las condiciones más críticas, se adiciona una carga correspondiente a la vía propuesta igual a 1.5 ton/m² (15 kN/m²).

Obras propuestas: Con el fin de llevar a cabo la construcción de la vía propuesta es necesaria la construcción de un muro mecánicamente estabilizado en los terraplenes que presentan una altura igual o superior a los 2.0m, este muro fue diseñado con ayuda del software GEOSOFT, el cuál arrojó para el perfil más crítico las siguientes características constructivas:

- Base igual a 6.0m.
- Capas de 0.3m.
- Geotextil Tejido Reforzado TR3000 o similar (que presente una Resistencia a la Tensión Método Tira Ancha igual o superior a 58 kN/m).

Tabla 3. Propiedades mecánicas del geotextil.

Support Name	Color	Type	Force Application	Material Dependent	Adhesion	Friction Angle	Shear Strength Model	Force Orientation	Anchorage	Strip Coverage	Tenslie Strength
TR3000		GeoTextile	Active (Method A)	No	0	20	Linear	Bisector of Parallel and Tangent	Slope Face	100	34.8

Factores de resistencia – Estado límite de evento extremo – Para la estabilidad global del muro de contención cuando se incluye la fuerza sísmica, debe usarse un factor de resistencia de 0.9 (F.S: 1.11).

En ausencia de información más precisa, el factor de resistencia puede tomarse como:

Si los parámetros geotécnicos están bien definidos y el talud no soporta ni contiene un elemento estructural: 0.75 (F.S: 1.33).

Si los parámetros geotécnicos se basan en información limitada o si el talud contiene o soporta un elemento estructural: 0.65 (F.S: 1.54).

Los factores de resistencia especificados son esencialmente el inverso del FS que debe fijarse como objetivo en el programa de estabilidad de taludes.

Una vez identificados cada uno de los datos de entrada se procede a realizar el análisis de estabilidad.

El método de estabilidad que será empleado es el de dovelas de Bishop, que es un método riguroso de análisis de estabilidad, el cual se puede utilizar para estimar el factor de seguridad de superficies de falla de cualquier forma y a taludes con perfiles de suelo heterogéneo. La solución simplificada es la más conocida.

CONDICIÓN PROYECTADA

Se presenta la proyección de la condición del terreno para el perfil en su condición propuesta evaluando las condiciones más críticas que puedan comprometer la estabilidad de los taludes proyectados. Este perfil representa la condición del talud con el aumento en las cargas distribuidas de la vía que se pretende construir, además de los terraplenes y coretes propuestos. El análisis se realiza para una condición estática y para una seudoestática.

Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+040 sin sismo y con nivel de aguas freáticas.

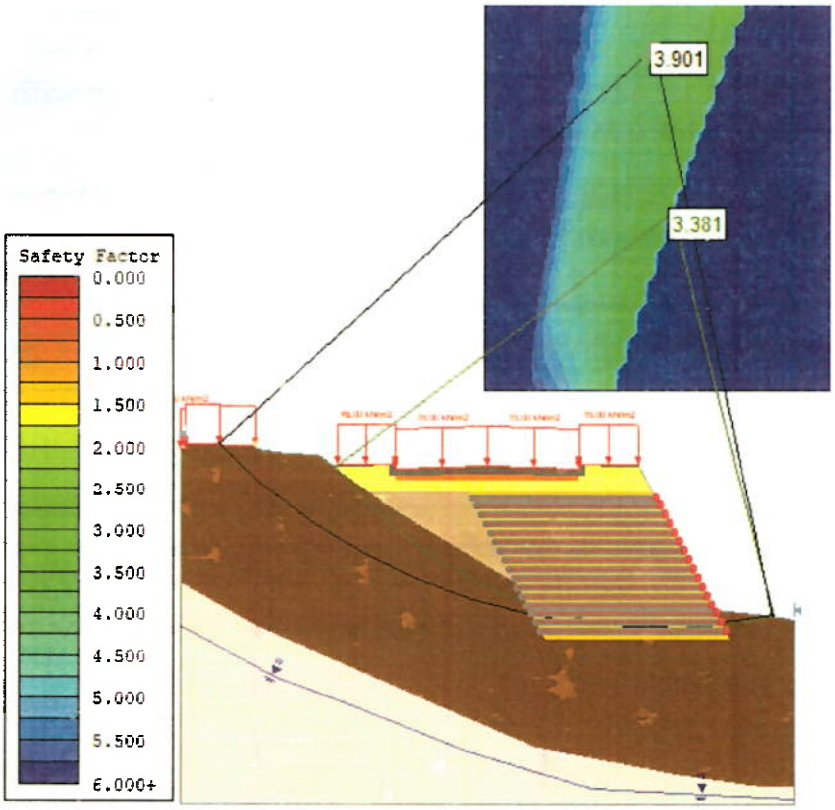


Figura 19. Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+040 sin sismo y con nivel de aguas freáticas

Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+040 con sismo y con nivel de aguas freáticas.

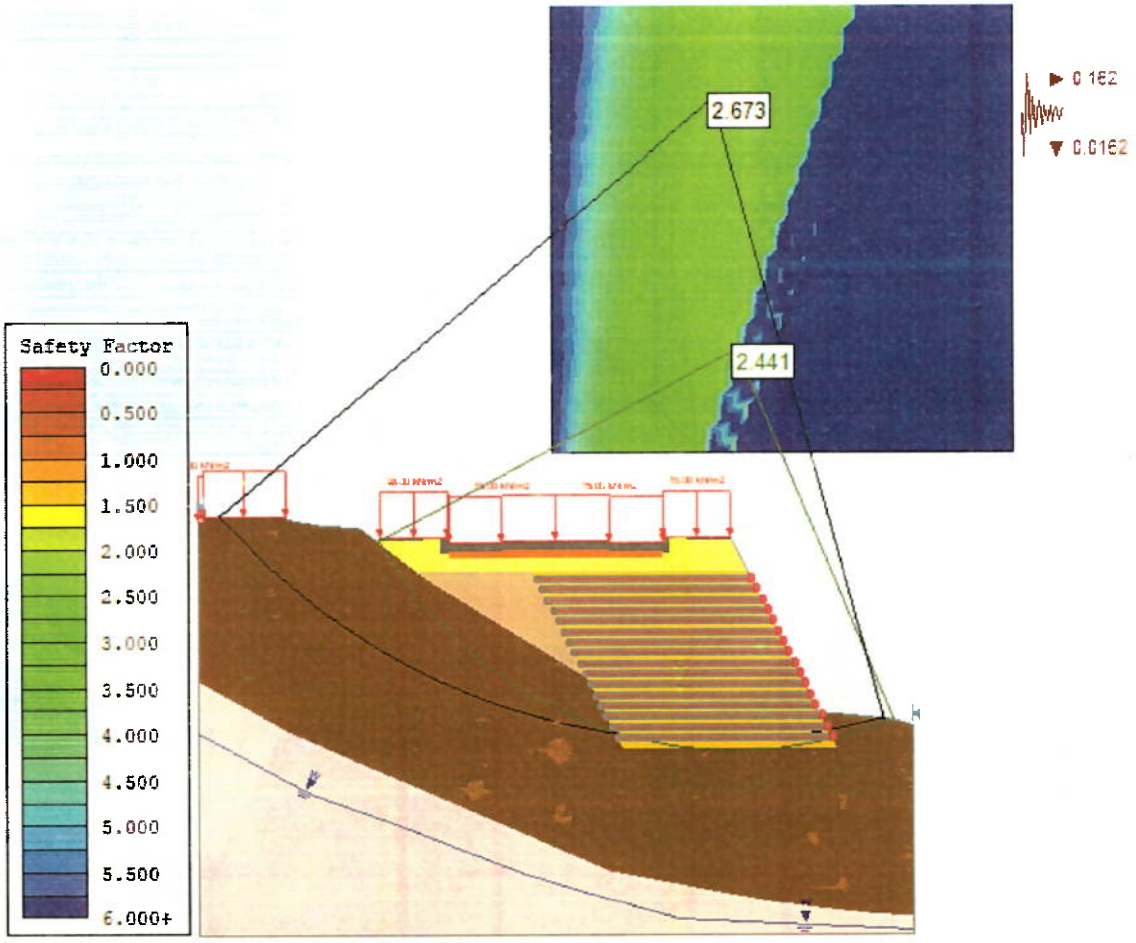


Figura 20. Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+040 con sismo y con nivel de aguas freáticas.

Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+050 sin sismo y con nivel de aguas freáticas.

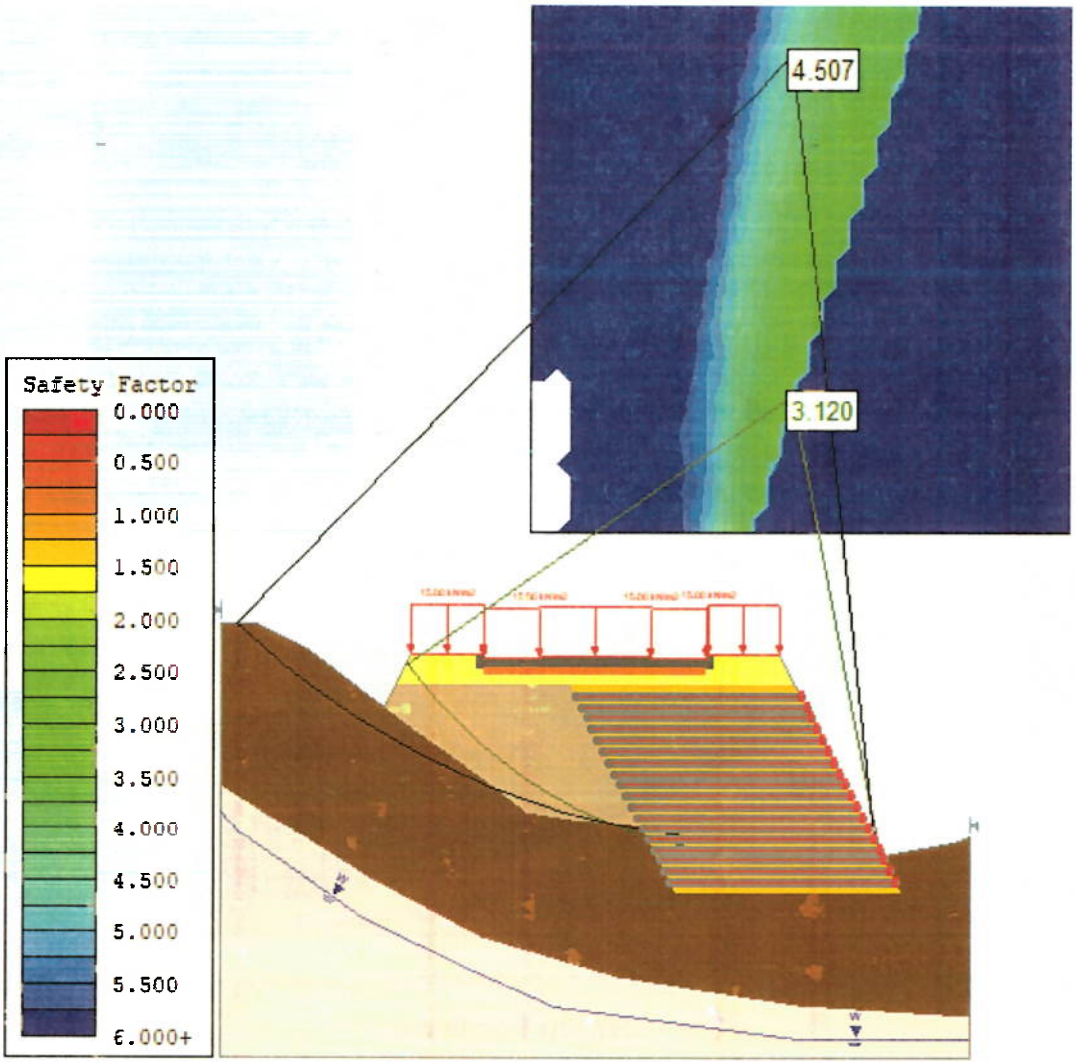


Figura 21. Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+050 sin sismo y con nivel de aguas freáticas.

Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+050 con sismo y con nivel de aguas freáticas.

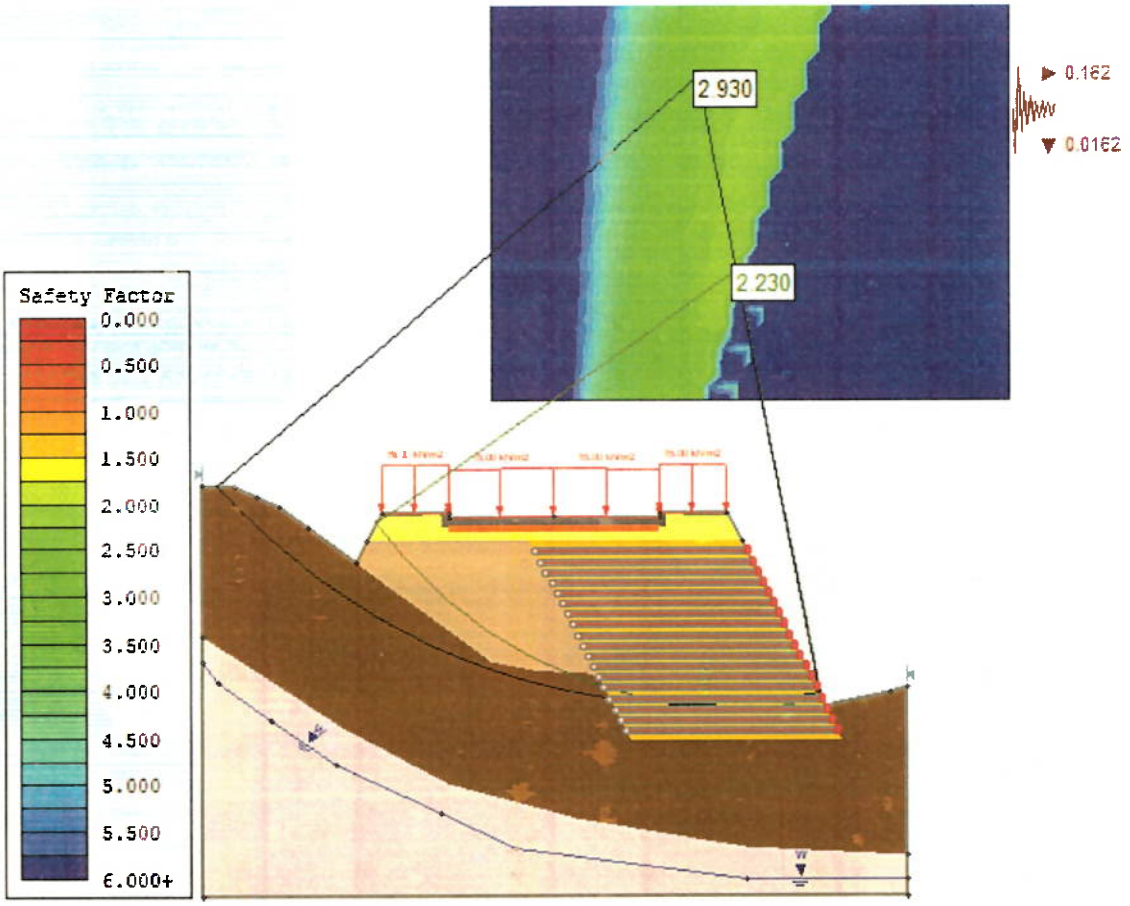


Figura 22. Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+050 con sismo y con nivel de aguas freáticas.

Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+060 sin sismo y con nivel de aguas freáticas.

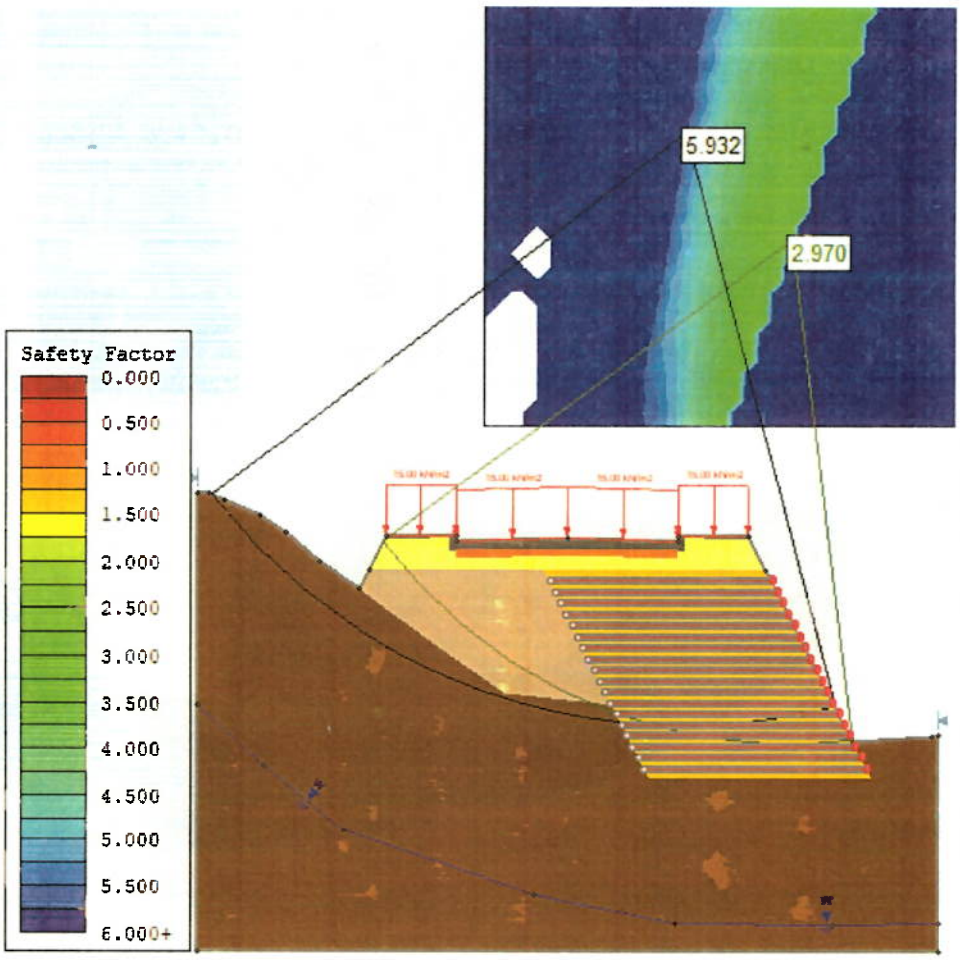


Figura 23. Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+060 sin sismo y con nivel de aguas freáticas.

Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+060 con sismo y con nivel de aguas freáticas.

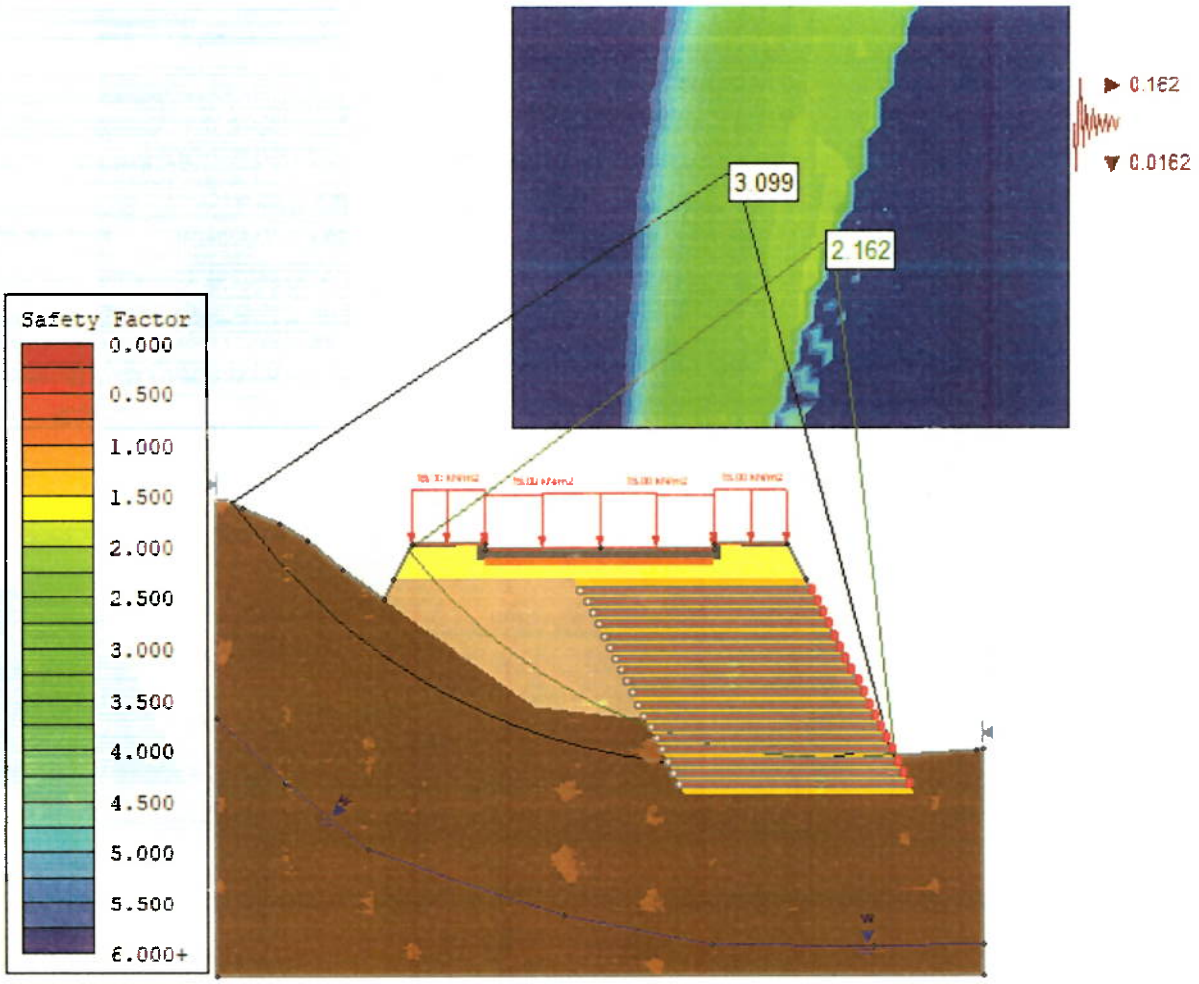


Figura 24. Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+060 con sismo y con nivel de aguas freáticas.

Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+070 sin sismo y con nivel de aguas freáticas.

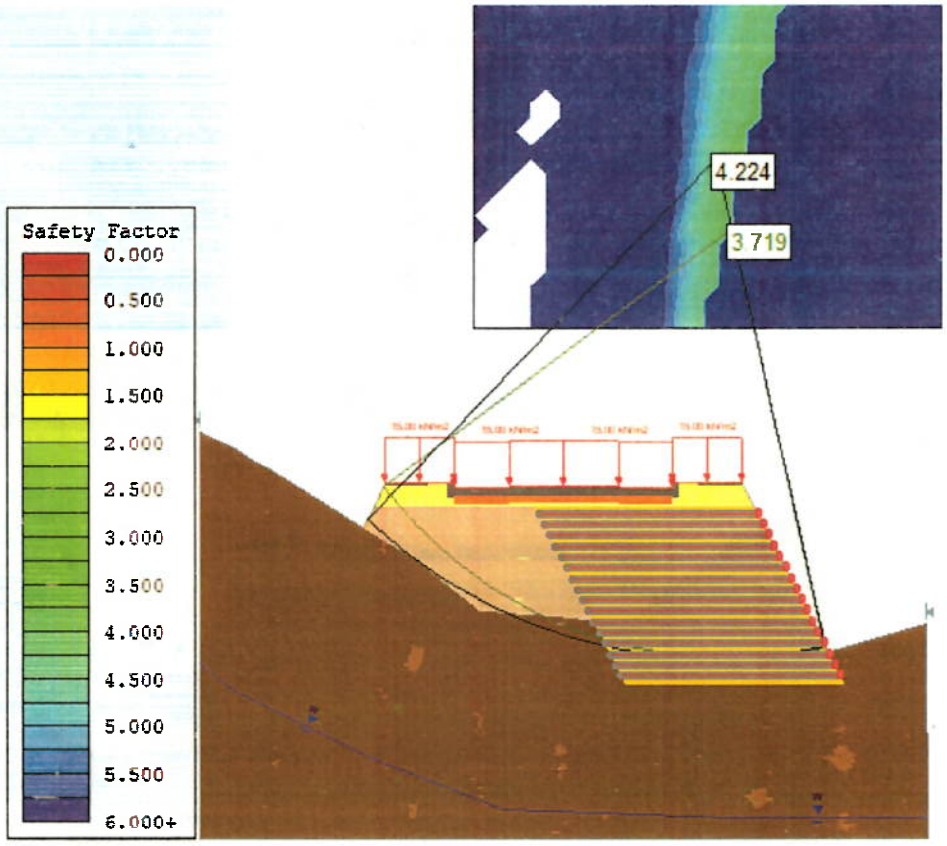


Figura 25. Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+070 sin sismo y con nivel de aguas freáticas.

Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+070 con sismo y con nivel de aguas freáticas.

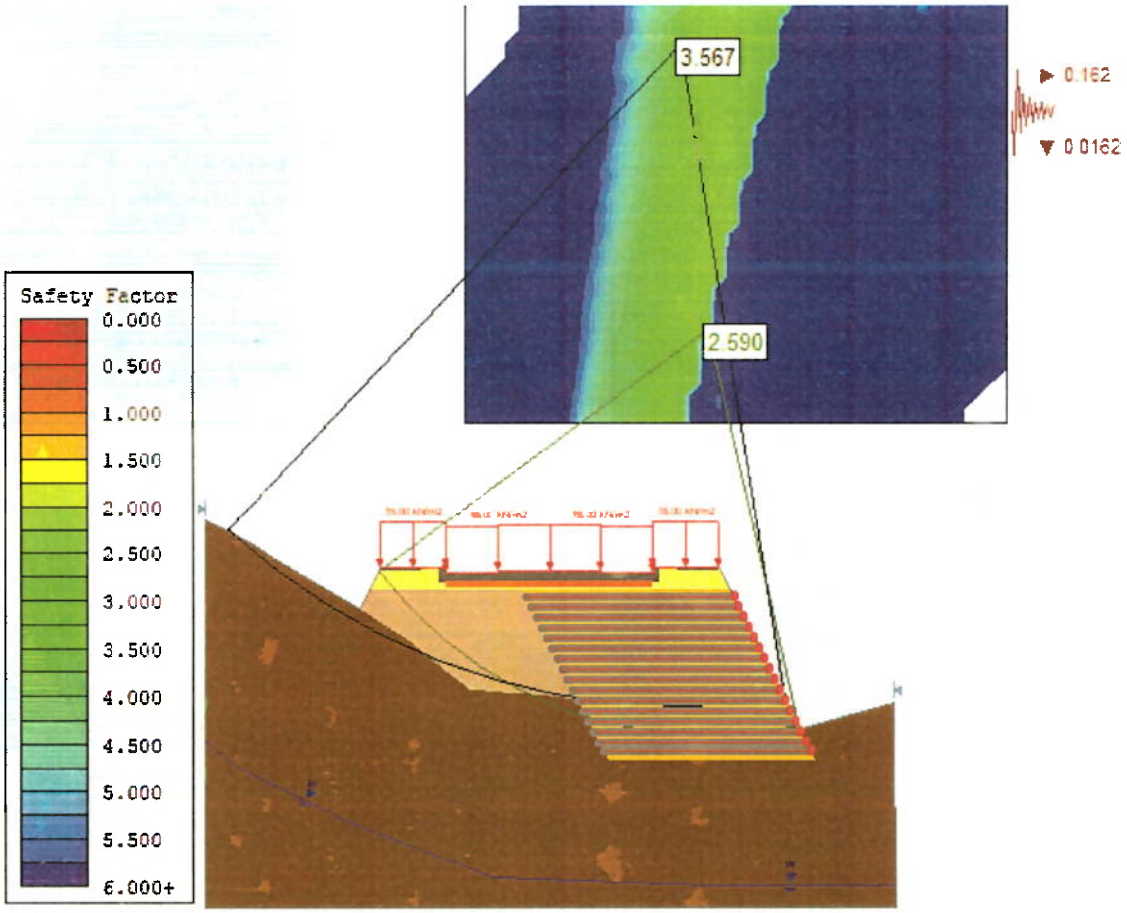


Figura 26. Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+070 con sismo y con nivel de aguas freáticas.

Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+080 sin sismo y con nivel de aguas freáticas.

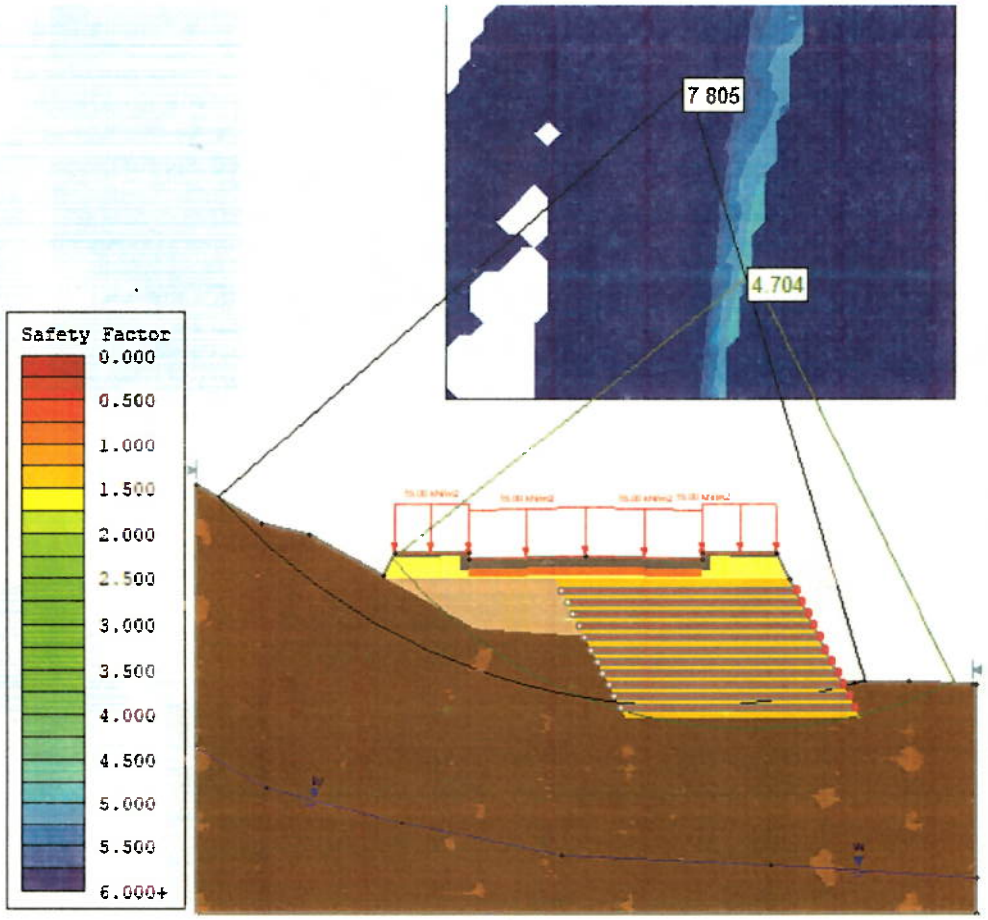


Figura 27. Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+080 sin sismo y con nivel de aguas freáticas.

Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+080 con sismo y con nivel de aguas freáticas.

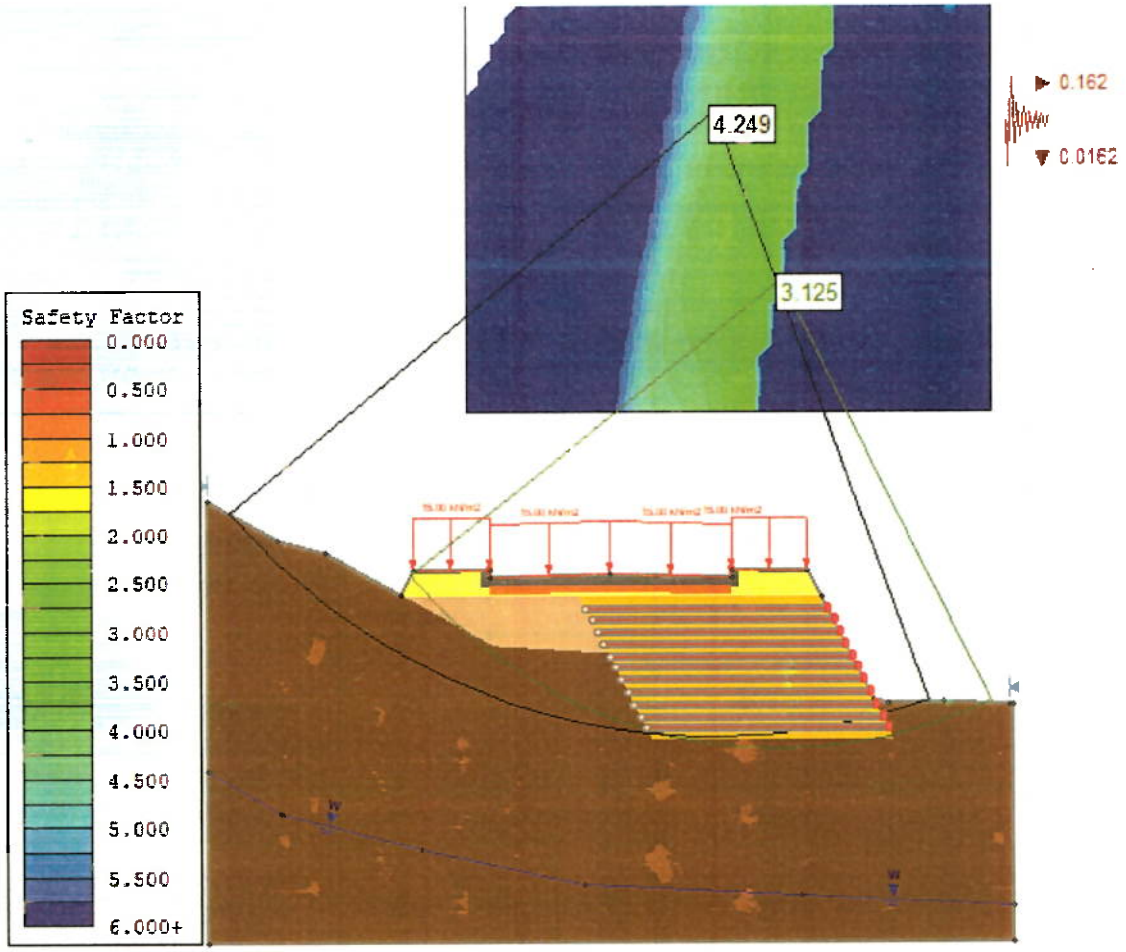


Figura 28. Análisis de estabilidad SECCIÓN 0+080 con sismo y con nivel de aguas freáticas.

COMENTARIOS ANÁLISIS DE ESTABILIDAD.

Los análisis de estabilidad presentan en la zona de estudio en condiciones proyectadas, tomando la topografía del sector, el perfil geotécnico y las propiedades mecánicas de los materiales que conforman la zona de estudio y considerando el estado más crítico (sismo, presencia de NAF y sobrecarga), factores de seguridad superiores a 1.11 en estado seudoestático y 1,54 en estado estático, los cuales son los valores mínimos exigidos por el CCP-14.

Tabla 4. Cuadro resumen valores análisis de estabilidad condiciones proyectadas.

Abscisa	Factores mínimos CCP-14 con sismo y agua	Factor de seguridad con sismo, con agua y sobrecargada	Resultado	Factores mínimos CCP-14 sin sismo y con agua	Factor de seguridad sin sismo, con agua y sobrecargada	Resultado
SECCIÓN 0+040	1.11	1.995	CUMPLE	1.54	3.381	CUMPLE
SECCIÓN 0+050	1.11	1.814	CUMPLE	1.54	3.120	CUMPLE
SECCIÓN 0+060	1.11	1.773	CUMPLE	1.54	2.970	CUMPLE
SECCIÓN 0+070	1.11	2.077	CUMPLE	1.54	3.719	CUMPLE
SECCIÓN 0+080	1.11	2.467	CUMPLE	1.54	4.704	CUMPLE

La conclusión que se puede obtener de los análisis de estabilidad es que tanto los taludes como el muro mecánicamente estabilizado presentan factores de seguridad globales ampliamente superiores a los mínimos exigidos siempre y cuando se sigan correctamente las recomendaciones constructivas presentes en este informe y en los planos las cuales incluyen un correcto tratamiento de las aguas sub-superficiales, la cuales deberán hacer una correcta entrega a las líneas de drenaje más cercanas.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Después de realizados cada uno de los procedimientos se tiene:

- Para llevar a cabo la construcción del diseño vial presentado es necesaria la construcción de una obra de contención debido a la altura de los terraplenes.
- Una vez evaluadas las diferentes opciones se llegó a que la solución más óptima será la construcción de un muro en tierra armada donde se supera la altura de 2.0m.
- El análisis de estabilidad global presenta valores superiores a los mínimos exigidos por la CCP-14 con las recomendaciones de las obras propuestas en el presente informe.

OBRAS RECOMENDADAS.

- Para hacer posible la construcción de la vía es necesaria la construcción de un muro MME con las siguientes características:

  - Módulos de 5.0m de longitud.
  - Altura máxima por módulo de 6.0m teniendo en cuenta el 1.0m de desplante.
  - Capas de máximo 0.30m de espesor.
  - Todos los módulos, independiente de su altura, deben ser construidos con geotextil tejido TR3000 o similar.
  - Nivel de desplante mínimo de 1.0m.
  - Todos los módulos deben disponerse sore una plancha a diseñar la cual estará emplazada sobre el sistema de pilotes descrito en los planos.
  - Cada módulo debe contar con un correcto manejo de aguas subsuperficiales las cuales deben ser entregadas de forma correcta a una zanja colectora paralela a la vía.

- Se debe garantizar que las aguas lluvias y de escorrentía sean conducidas a la entrega más cercana mediante zanjas y un correcto manejo de las cubiertas.

- Se recomienda monitoreo constante para construir filtros en espina de pescado en los lugares donde al momento de realizar el proceso urbanístico se encuentren zonas de recarga hídrica que puedan afectar la cimentación y la estabilidad del proyecto, los cuales deberán disponer las aguas al canal existente en la parte oriente del sector, dichos filtros tendrán la siguiente sección:

  - Espina principal 0.5*0.5 m más un tubo de 4".
  - Espinas secundarias 0.3*0.3 más un tubo de 4".

- Adicionalmente contaran con geotextil no tejido 2400 o similar
- Material filtrante libre de talcos o sustancias solubles con el agua, 1"<ϕ<4".

- En general el sitio estudiado presenta condiciones geotécnicas complicadas debido al espesor de material de lleno sobre el que quedará emplazado el proyecto propuesto, sin embargo, no se esperan inconvenientes asociados a fenómenos geotécnicos siempre y cuando se sigan las recomendaciones del presente documento y de los diseños estructurales.

- Las investigaciones y conclusiones consignadas en este informe se ciñen estrictamente a las características del proyecto. Cualquier variación deberá consultarse con el ingeniero responsable del presente estudio, para la ampliación o modificación.

- El ingeniero garante del presente estudio no se hace responsable por cualquier tipo de daño y/o sanción derivados de modificaciones efectuadas al proyecto sin la respectiva consulta.

Atentamente

Luis Gonzaga Montes

Ingeniero Geotecnista

ANEXO 1. REGISTROS DE PERFORACIÓN

FCIC-015

LIMITES DE CONSISTENCIA

VERSION: 01

PROGEOCIVIL S.A.S
NIT. 901.314.156-7

PROYECTO: Estudio de suelos
LOCALIZACION: Vía Mega Colegio
SONDEO EXPLORATORIO: 1
FECHA: Nov-24

PROFUNDIDAD	N.A.F.		COMPRESION INCONFINADA			CLASIFICACION					
			P.U.H.	P.U.S.	Qu	HUMEDAD	L.L.	L.P.	I.P.	Tamiz 200	USCS
			gr/cm³	gr/cm³	Kg/cm²	%	%	%	%	%	
0.0											
0.20		Relleno pardo oscuro con basura									
0.40		Relleno pardo amarillento limoso con cascotes, presenta resistencia media y humedad media									
1.0		Relleno amarillo claro limoso, presenta resistencia media y humedad media									
1.50											
2.0		Relleno amarillo claro limoso con vetas rojizas y oscuras, presenta resistencia media y humedad media									
2.70											
3.0		Relleno pardo claro limoso con vetas oscuras, lapilli, presenta resistencia media y humedad media									
3.30											
3.60		Relleno pardo oscuro limoso con lapilli, presenta resistencia media y humedad media									
4.0			1.667	1.226	7.38	30.0	32	32	2	36	SM
5.0		Relleno pardo oscuro limoso con fragmentos de roca y lapilli, presenta resistencia media y humedad media									
6.0		Fin de perforacion									

PROGEOCIVIL SAS
NIT 901314156-7

PROGEOCIVIL S.A.S
NIT. 901.314.156-7

PROYECTO: Estudio de suelos
LOCALIZACION: Vía Mega Colegio
SONDEO EXPLORATORIO 2

FECHA: nov-24

PROFUNDIDAD	N.A.F.		COMPRESION INCONFINADA			CLASIFICACION					
			P.U.H.	P.U.S.	Qu	HUMEDAD	L.L.	L.P.	I.P.	Tamiz 200	USCS
			gr/cm³	gr/cm³	Kg/cm²	%	%	%	%	%	
0.0											
		Relleno pardo claro limoso con cascote									
0.30		Relleno amarillo claro con vetas oscuras y fragmentos de roca, presenta resistencia media y humedad media									
0.80											
1.0		Relleno amarillo claro con fragmentos de roca, presenta resistencia media y humedad media									
1.40											
2.0		Relleno amarillo claro limoso con fragmentos de roca y basura, presenta resistencia media y humedad media									
3.0		Relleno amarillo limoso con fragmentos de roca y vetas oscuras, presenta resistencia media y humedad media									
3.60		Relleno amarillo claro con fragmentos de roca y basura, presenta resistencia media y humedad media									
4.0											
4.30		Relleno pardo amarillento con fragmentos de roca, presenta resistencia media y humedad media	1.575	1.131	3.26	39.6	42	28	14	26	SC
4.70		Fin de perforacion, rechazo en roca									
5.0											
6.0											

PROGEOCIVIL SAS
NIT | 901314156-7

FCIC-015
LIMITES DE CONSISTENCIA
VERSION: 01

PROGEOCIVIL S.A.S
NIT. 901.314.156-7

PROYECTO:	Estudio de suelos	**FECHA:**	nov-24
LOCALIZACION:	Vía Mega Colegio		
SONDEO EXPLORATORIO:	3		

PROFUNDIDAD	N.A.F.		CORTE DIRECTO				CLASIFICACION					
			P.U.H.	P.U.S.	f	c	HUMEDAD	L.L.	L.P.	I.P.	Tamiz 200	USCS
			gr/cm³	gr/cm³	°	kg/m2	%	%	%	%	%	
0.0												
0.40		Relleno amarillo claro limoso con cascotes y basura										
1.0		Relleno amarillo claro limoso presenta resistencia media y humedad media										
1.70												
2.0		Relleno amarillo claro limoso con vetas rojizas, presenta resistencia media y humedad media										
2.50												
3.0		Relleno limoso rojizo claro, presenta resistencia media y humedad media										
3.30												
4.0		Relleno limoso rojizo con vetas amarillas pardas y lapilli, presenta resistencia media y humedad media										
4.40												
4.70		Manto de lapilli										
5.0												
5.50		Limo amarillo pardo claro, presenta resistencia media y humedad media	1.663	1.092	29.9	6.1	52.3	44	31	13	40	SC
6.0		Fin de perforacion										

PROGEOCIVIL SAS
NIT 901314156-7

ANEXO 2. RESULTADOS DE LABORATORIO

TRADING LAB S.A.S.
Laboratorio de Ingeniería Civil
Suelos, Pavimentos, Materiales

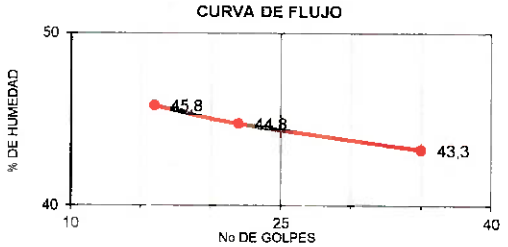
Inf. # 1919

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, ÍNDICE DE PLASTICIDAD, GRANULOMETRÍA CON LAVADO SOBRE T-200 (CLASIFICACION SUCS) Y HUMEDAD NATURAL

NORMAS DE REFERENCIA A.S.T.M. D 2216 - 4318 INV-E 122 - 123 125 Y 126

Fecha del ensayo: 5 de diciembre de 2024
Interesado: Ing. Diego Maldonado
Proyecto/Obra: Megacolegio San Sebastián
Localización: Manizales - Caldas
Color(es) de la muestra: Café
Apique/Sondeo: 3 Muestra N°: 1 Prof: 5,50 m

Peso suelo seco (g)				101,68	
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA
Pulg	mm				
3"	76,20	0,00	0,0	0,0	100,0
2-1/2"	63,50	0,00	0,0	0,0	100,0
2"	50,80	0,00	0,0	0,0	100,0
1-1/2"	38,10	0,00	0,0	0,0	100,0
1	25,40	0,00	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,05	0,00	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,70	0,00	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,52	0,00	0,0	0,0	100,0
N°4	4,76	0,68	0,7	0,7	99,3
N°10	2,00	3,12	3,1	3,7	96,3
N°20	0,850	0,00	0,0	3,7	96,3
N°40	0,425	25,85	25,4	29,2	70,8
N°80	0,180	0,00	0,0	29,2	70,8
N°200	0,075	31,48	31,0	60,1	9,9
FONDO		40,55	39,9	100,0	0,0



LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3
Recipiente N°	1	2	3
N° de golpes	16	22	35
Peso tara + suelo húm.	20,84	19,70	20,73
Peso tara + suelo seco	15,68	15,02	15,85
Tara cecipiente	4,42	4,57	4,58
% de humedad	45,83	44,78	43,30

RESUMEN ENSAYOS	
LIMITE LIQUIDO	44
LIMITE PLASTICO	31
INDICE DE PLASTICIDAD	13
LAVADO SOBRE T-200 (%)	40
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	SC
HUMEDAD NATURAL (%)	52

LIMITE PLASTICO		
ENSAYO N°	1	2
Recipiente N°	4	5
Peso tara + suelo húm	21,78	21,16
Peso tara + suelo seco	17,67	17,24
Tara cecipiente	4,08	4,59
% de humedad	31,16	30,99

LAVADO SOBRE EL T-200	
Peso seco inicial (g)	101,68
Peso seco final (g)	61,13
Pasante T-200 (%)	39,90
HUMEDAD NATURAL	
Peso húmedo (g)	154,90
Peso seco (g)	101,68
% de humedad	52,3

Calculó: Ing. Héctor Javier Villegas Llano

José David Chipatecua
Ensayó: José David Chipatecua

Notas:
El ensayo se realizó con los equipos adecuados y cuentan con certificados de calibración vigentes.
La información suministrada al laboratorio sobre la procedencia del especímen, la profundidad y demás datos son de absoluta responsabilidad del usuario.
TRADING LAB SAS NO TOMÓ la muestra NI LA TRANSPORTÓ antes de ser encayada en el laboratorio
Los resultados que se reportan en este informe quedan a criterio e interpretación de un profesional idóneo en el área correspondiente.

Calle 43 # 24 -21 Cristo Rey - Manizales Caldas
Tel: 3128666728
e-mail: trading.sas@hotmail.com

TRADING LAB S.A.S.

Laboratorio de Ingeniería Civil

Suelos, Pavimentos, Materiales

Inf. # 1919

ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN CONDICIÓN NO CONSOLIDADA NO DRENADA

MÉTODO RÁPIDO [UU]

Fecha del ensayo: 5 de diciembre de 2024

Interesado: Ing. Diego Maldonado

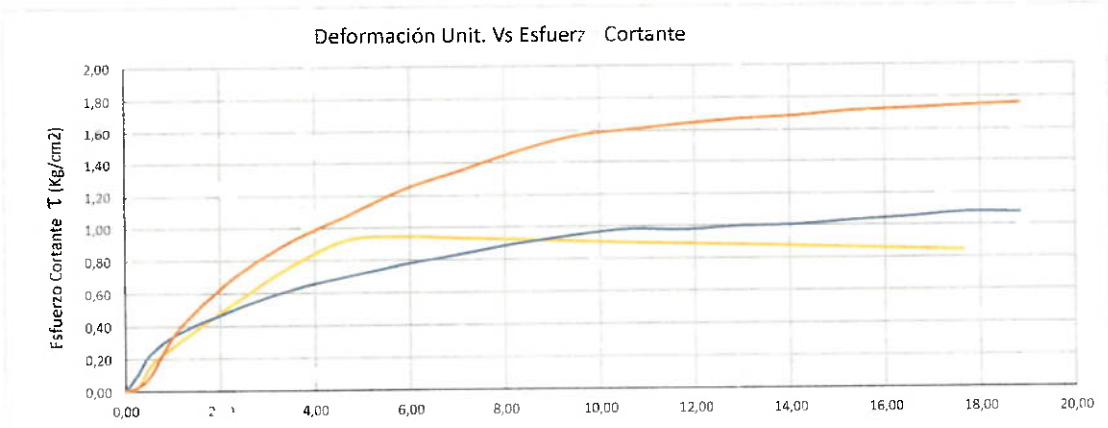
Proyecto/Obra: Megacolegio San Sebastián

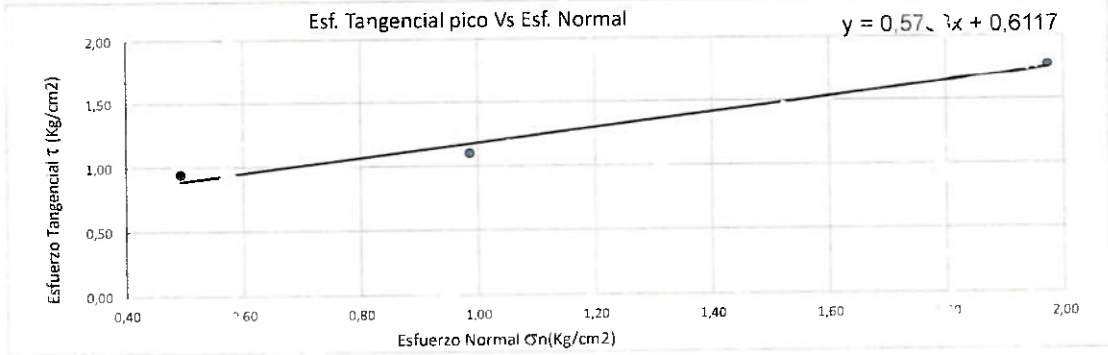
Localización: Manizales - Caldas

Color(es) de la muestra: Café

Apique/Sondeo: 3 Muestra N°: 1 Prof: 5,00 m

RESUMEN DEL ENSAYO (3 GALLETAS)	
Angulo de Fricción pico (grados)	**29,9**
Cohesión Pico (Kg/cm^2)	**0,61**
Humedad Natural (%)	**52,3**
Peso Unitario Húmedo (g/cm^3)	**1,663**
Peso Unitario Seco (g/cm^3)	**1,092**





Notas:

El ensayo se realizó con los equipos adecuados y cuentan con certificados de calibración vigentes

La información suministrada al laboratorio sobre la procedencia del especimen es completa responsabilidad del usuario.

La toma de la muestra y la custodia de ella hasta el ingreso al laboratorio es responsabilidad del interesado.

Los resultados que se reportan en este informe quedan a criterio e interpretación de un profesional idóneo en el área correspondiente

Calculó: Ing. Héctor Javier Villegas Llano

José David Chipatecua

Ensayó: José David Chipatecua

Calle 43 # 24 -21 Cristo Rey - Manizales, Caldas
Tel: 3128666728
email: trading.sas@hotmail.com

TRADING LAB S.A.S.

SUELOS, PAVIMENTOS Y MATERIALES

Inf. # 1919

ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN CONDICIÓN NO CONSOLIDADA NO DRENADA

Fecha del ensayo: 5 de diciembre de 2024

Interesado: Ing. Diego Maldonado

Proyecto/Obra: Megacolegio San Sebastián

Localización: Manizales - Caldas

Apique/Sondeo: 3 Muestra N°: 1 Prof: 5,50 m

ENSAYO 1 σ = 0,49 Kg/cm2 **Carga 10,0 Kg**

Tiempo min	Deformación Vertical (mm)	Deformación Horizontal (mm)	Deformación Unitaria (%)	Area Corregida cm²	Carga Kg	Esfuerzo Cortante Kg/cm²
0	0,000	0,000	0,00	20,2683	0,00	0,00
0,5	9,261	0,130	0,26	20,2352	0,54	0,03
1,0	0,003	0,281	0,55	20,1968	3,30	0,16
2,0	0,054	0,581	1,14	20,1205	6,11	0,30
4,0	0,053	1,181	2,32	19,9678	10,78	0,54
6,0	0,004	1,780	3,50	19,8154	15,14	0,76
8,0	0,059	2,380	4,69	19,6626	18,18	0,92
10,0	0,088	2,981	5,87	19,5095	18,47	0,95
12,0	0,113	3,581	7,05	19,3566	18,10	0,94
14,0	0,133	4,180	8,23	19,2037	17,73	0,92
16,0	0,126	4,780	9,41	19,0505	17,37	0,91
18,0	0,094	5,381	10,59	18,8968	17,00	0,90
20,0	0,008	6,088	11,98	18,7158	16,63	0,89
22,0	0,000	6,808	13,40	18,5312	16,27	0,88
24,0	0,000	7,528	14,82	18,3462	15,90	0,87
26,0	0,000	8,248	16,24	18,1608	15,53	0,86
28,0	0,000	8,968	17,65	17,9750	15,16	0,84

ENSAYO 2 σ = 0,99 Kg/cm2 **Carga 20,0 Kg**

Tiempo min	Deformación Vertical (mm)	Deformación Horizontal (mm)	Deformación Unitaria (%)	Area Corregida cm²	Carga Kg	Esfuerzo Cortante Kg/cm²
0	0,000	0,000	0,00	20,2683	0,00	0,00
0,5	7,126	0,126	0,25	20,2362	2,06	0,10
1,0	0,031	0,275	0,54	20,1983	4,68	0,23
2,0	0,080	0,574	1,13	20,1223	7,22	0,36
4,0	0,157	1,176	2,31	19,9691	10,02	0,50
6,0	0,098	1,775	3,49	19,8167	12,24	0,62
8,0	0,073	2,375	4,68	19,6639	13,71	0,70
10,0	0,068	2,974	5,85	19,5113	15,05	0,77
12,0	0,055	3,576	7,04	19,3578	16,11	0,83
14,0	0,042	4,175	8,22	19,2050	17,19	0,90
16,0	0,030	4,775	9,40	19,0518	17,99	0,94
18,0	0,024	5,374	10,58	18,8986	18,56	0,98
20,0	0,017	5,976	11,76	18,7445	18,30	0,98
22,0	0,013	6,575	12,94	18,5910	18,54	1,00
24,0	0,013	7,175	14,12	18,4369	18,51	1,00
26,0	0,013	7,774	15,30	18,2829	18,85	1,03
28,0	0,002	8,376	16,49	18,1278	19,05	1,05
30,0	0,007	8,975	17,67	17,9731	19,37	1,08
32,0	0,004	9,575	18,85	17,8179	19,15	1,07

ENSAYO 3 σ = 1,97 Kg/cm2 **Carga 40,0 Kg**

Tiempo min	Deformación Vertical (mm)	Deformación Horizontal (mm)	Deformación Unitaria (%)	Area Corregida cm²	Carga Kg	Esfuerzo Cortante Kg/cm²
0	0,000	0,000	0,00	20,2683	0,00	0,00
0,5	6,384	0,132	0,26	20,2347	0,52	0,03
1,0	0,009	0,281	0,55	20,1968	2,09	0,10
2,0	0,081	0,580	1,14	20,1207	7,75	0,39
4,0	0,164	1,180	2,32	19,9681	13,95	0,70
6,0	0,124	1,781	3,51	19,8151	18,21	0,92
8,0	0,096	2,381	4,69	19,6624	21,16	1,08
10,0	0,072	2,980	5,87	19,5098	24,20	1,24
12,0	0,056	3,580	7,05	19,3568	26,15	1,35
14,0	0,045	4,181	8,23	19,2035	28,20	1,47
16,0	0,034	4,781	9,41	19,0503	29,78	1,56
18,0	0,034	5,380	10,59	18,8971	30,38	1,61
20,0	0,025	5,980	11,77	18,7435	30,82	1,64
22,0	0,019	6,581	12,95	18,5894	31,05	1,67
24,0	0,014	7,181	14,14	18,4354	31,15	1,69
26,0	0,013	7,780	15,31	18,2813	31,40	1,72
28,0	0,012	8,380	16,50	18,1268	31,40	1,73
30,0	0,007	8,981	17,68	17,9716	31,40	1,75
32,0	0,008	9,581	18,86	17,8164	31,40	1,76

Calle 43 # 24 -21 Cristo Re, - Manizales, Caldas
Tel: 3128666728
email: trading.sas@hotmail.com

TRADING LAB S.A.S.
Laboratorio de Ingeniería Civ[illegible]
Suelos, Pavimentos, Materiales

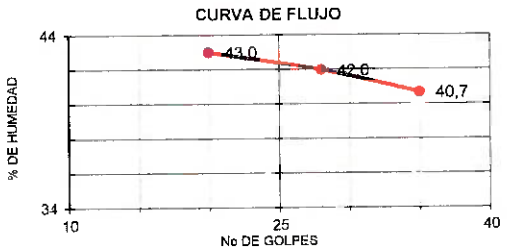
Inf. # 0

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, ÍNDICE DE PLASTICIDAD, GRANULOMETRÍA CON LAVADO SOBRE T-200 (CLASIFICACION SUCS) Y HUMEDAD NATURAL

NORMAS A.S.T.M. D 4318 INV-E 1[illegible]2 - 123 - 125 Y 126

Fecha del ensayo: 5 de diciembre de 2024
Interesado: Ing. Diego Maldonado
Proyecto/Obra: Megacol[illegible]jio San Sebastián
Localización: Manizales - Caldas
Color(es) de la muestra: Café y negro
Apique/Sondeo: 2 Muestra N°: 1 Prof: 4,30 m

Peso suelo seco (g)				113,11	
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA
Pulg	mm				
3"	76,20	0,00	0,0	0,0	100,0
2-1/2"	63,50	0,00	0,0	0,0	100,0
2"	50,80	0,00	0,0	0,0	100,0
1-1/2"	38,10	0,00	0,0	0,0	100,0
1	25,40	0,00	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,05	0,00	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,70	0,00	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,52	0,00	0,0	0,0	100,0
N°4	4,76	3,82	3,4	3,4	96,6
N°10	2,00	3,58	3,2	6,5	93,5
N°20	0,850	0,00	0,0	6,5	93,5
N°40	0,425	35,40	31,3	37,8	62,2
N°80	0,180	0,00	0,0	37,8	62,2
N°200	0,075	40,90	36,2	74,0	26,0
FONDO		29,41	26,0	100,0	0,0



LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3
Recipiente N°	6	7	8
N° de golpes	20	28	35
Peso tara + suelo húm.	16,88	16,51	20,24
Peso tara + suelo seco	13,19	12,98	15,70
Tara cecipiente	4,61	4,57	4,54
% de humedad	43,01	41,97	40,68

LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2
Recipiente N°	9	10
Peso tara + suelo húm.	21,80	22,59
Peso tara + suelo seco	17,95	18,70
Tara cecipiente	4,41	4,42
% de humedad	28,43	27,24

RESUMEN ENSAYOS	
LIMITE LIQUIDO	42
LIMITE PLASTICO	28
INDICE DE PLASTICIDAD	14
LAVADO SOBRE T-200 (%)	26
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	SC
HUMEDAD NATURAL (%)	39

LAVADO SOBRE EL T-200	
Peso seco inicial (g)	113,11
Peso seco final (g)	83,70
Pasante T-200 (%)	26,00
HUMEDAD NATURAL	
Peso húmedo (g)	157,52
Peso seco (g)	113,11
% de humedad	39,3

Calculó Ing. Héctor Javier Villegas Llano

José David Chipatecua
Ensayó: José David Chipatecua

Notas:
El ensayo se realizó con los equipos adecuados y cuenta con certificados de calibración vigentes.
La información suministrada al laboratorio sobre la procedencia del especímen es completa responsabilidad del usuario.
La toma de la muestra y la custodia de ella hasta el ingreso al laboratorio es responsabilidad del interesado.
Los resultados que se reportan en este informe quedan a criterio e interpretación de un profesional idóneo en el área correspondiente

Calle 43 # 24 -21 Cristo Rey - Manizales, Caldas
Tel: 3128666728
email: trading.sas@hotmail.com

TRADING LAB S.A.S.

Laboratorio de Ingeniería Civil

SUELOS, PAVIMENTOS Y MATERIALES

Inf. #

COMPRESIÓN INCONFINADA Y HUMEDAD NATURAL EN MUESTRAS DE SUELOS

NORMAS ASTM D-2166 - INV-E 122 Y 152

Fecha del ensayo: 5 de diciembre de 2024

Interesado: Ing. Diego Maldonado

Proyecto/Obra: Megacolegio San Sebastián

Localización: Manizales - Caldas

Color(es) de la muestra: Café y negro

Apique/Sondeo: 2 Muestra N°: 1 Prof: 4,30 m

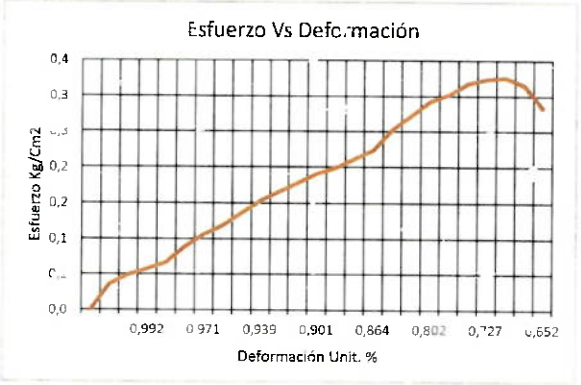
Velocidad del ensayo =1,27 mm/min

DATOS DEL ENSAYO

DEFORM. 0,001"	DEFORM. UNIT. %	DEFORM. UN 1-E	FUERZA kg	AREA CORR. cm^2	ESFUERZO kg/cm2
0	0,000	1,0000	0,000	22,923	0,000
5	0,004	0,9961	0,816	22,923	0,036
10	0,008	0,9917	1,122	22,946	0,049
20	0,013	0,9866	1,326	22,973	0,058
30	0,019	0,9815	1,530	23,000	0,067
40	0,029	0,9713	2,039	23,054	0,088
50	0,039	0,9614	2,447	23,106	0,106
60	0,049	0,9512	2,753	23,161	0,119
70	0,061	0,9386	3,161	23,229	0,136
80	0,074	0,9264	3,569	23,295	0,153
90	0,086	0,9138	3,875	23,363	0,166
100	0,099	0,9012	4,181	23,432	0,178
110	0,111	0,8890	4,487	23,499	0,191
120	0,124	0,8764	4,691	23,569	0,199
130	0,136	0,8642	4,997	23,637	0,211
140	0,148	0,8516	5,302	23,707	0,224
150	0,174	0,8264	6,016	23,850	0,252
160	0,198	0,8016	6,526	23,992	0,272
170	0,223	0,7768	7,036	24,135	0,292
180	0,248	0,7516	7,342	24,283	0,302
190	0,273	0,7268	7,750	24,430	0,317
200	0,298	0,7020	7,954	24,578	0,324
210	0,323	0,6768	8,058	24,732	0,326
220	0,348	0,6520	7,852	24,884	0,316
230	0,398	0,6024	7,138	25,195	0,283

DIMENSIONES DE LAS PROBETAS		
Diámetro promedio (cm)	ϕ	5,4
Altura promedio (cm)	h	11,1
Esbeltez	h/ϕ	2,1
Area (cm^2)		22,9
Volúmen de la muestra (cm^3)		254,19
Peso de la muestra (g)		460,3

RESUMEN DEL ENSAYO		
PESO SUELO HUMEDO	(g)	157,52
PESO SUELO SECO	(g)	113,11
HUMEDAD NATURAL	**(%)**	**39,3**
PESO UNITARIO HÚMEDO (g/cm^3)		1,811
PESO UNITARIO SECO (g/cm^3)		1,300
Qu (kg/cm^2)		**0,33**
Qu (Ton/m^2)		**3,26**



Notas:

El ensayo se realizó con los equipos adecuados y cuentan con certificados de calibración vigentes.

La información suminstrada al laboratorio sobre la procedencia del especimen es completa responsabilidad del usuario.

La toma de la muestra y la custodia de ella hasta el ingreso al laboratorio es responsabilidad del interesado.

Los resultados que se reportan en este informe quedan a criterio e interpretación de un profesional idóneo en el área correspondiente

Calculó: Ing. Héctor Javier Villegas LL.

Ensayó: José David Chipatecua

Calle 43 # 24 -21 Cristo Rey - Manizales, Caldas

Tel: 31. 8666728

email: trading...s@hotmail.com

TRADING LAB S.A.S.
Laboratorio de Ingeniería Civil
Suelos, Pavimentos, Materiales

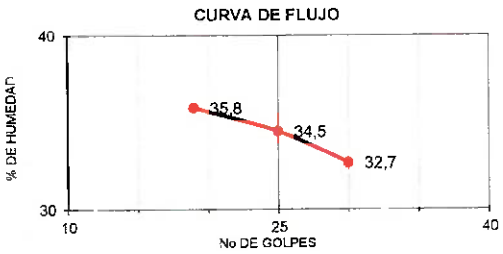
Inf. # 0

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, ÍNDICE DE PLASTICIDAD, GRANULOMETRÍA CON LAVADO SOBRE T-200 (CLASIFICACION SUCS) Y HUMEDAD NATURAL

NORMAS A.S.T.M. D 4318 INV-E 122 - 123 - 125 Y 126

Fecha del ensayo: 5 de diciembre de 2024
Interesado: Ing. Diego Maldonado
Proyecto/Obra: Megacolegio San Sebastián
Localización: Manizales - Caldas
Color(es) de la muestra: Negro
Apique/Sondeo: 1 Muestra N°: 1 Prof: 4,00 m

Peso suelo seco (g)				102,90	
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA
Pulg	mm				
3"	76,20	0,00	0,0	0,0	100,0
2-1/2"	63,50	0,00	0,0	0,0	100,0
2"	50,80	0,00	0,0	0,0	100,0
1-1/2"	38,10	0,00	0,0	0,0	100,0
1	25,40	0,00	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,05	0,00	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,70	0,00	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,52	0,00	0,0	0,0	100,0
N°4	4,76	1,00	1,0	1,0	99,0
N°10	2,00	3,04	3,0	3,9	96,1
N°20	0,850	0,00	0,0	3,9	96,1
N°40	0,425	31,34	30,5	34,4	65,6
N°80	0,180	0,00	0,0	34,4	65,6
N°200	0,075	38,32	37,2	71,6	28,4
FONDO		29,20	28,4	100,0	0,0



LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3
Recipiente N°	11	12	13
N° de golpes	19	25	30
Peso tara + suelo húm.	19,29	21,63	21,89
Peso tara + suelo seco	15,38	17,22	17,61
Tara cecipiente	4,46	4,43	4,51
% de humedad	35,81	34,5	32,67

LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2
Recipiente N°	14	15
Peso tara + suelo húm.	24,37	24,01
Peso tara + suelo seco	19,55	19,34
Tara cecipiente	4,44	4,63
% de humedad	31,90	31,75

RESUMEN ENSAYOS	
LIMITE LIQUIDO	34
LIMITE PLASTICO	32
INDICE DE PLASTICIDAD	2
LAVADO SOBRE T-200 (%)	28
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	SM
HUMEDAD NATURAL (%)	36

LAVADO SOBRE EL T-200	
Peso seco inicial (g)	102,90
Peso seco final (g)	73,70
Pasante T-200 (%)	28,40
HUMEDAD NATURAL	
Peso húmedo (g)	139,95
Peso seco (g)	102,90
% de humedad	36,0

Calculó: Ing. Héctor Javier Villegas Llano

José David Chipatecua
Ensayó: José David Chipatecua

Notas:
El ensayo se realizó con los equipos adecuados y cuentan con certificados de calibración vigentes.
La información suministrada al laboratorio sobre la procedencia del especimen es completa responsabilidad del usuario.
La toma de la muestra y la custodia de ella hasta el ingreso al laboratorio es responsabilidad del interesado.
Los resultados que se reportan en este informe quedan a criterio e interpretación de un profesional idóneo en el área correspondiente

Calle 43 # 24 -21 Cristo Rey - Manizales, Caldas
Tel: 3128666728
email: trading.sas@hotmail.com

TRADING LAB S.A.S.

Laboratorio de Ingeniería Civil

SUELOS, PAVIMENTOS Y MATERIALES

Inf. #

COMPRESIÓN INCONFINADA Y HUMEDAD NATURAL EN MUESTRAS DE SUELOS

NORMAS ASTM D-2166 - INV-E 122 Y 152

Fecha del ensayo: 5 de diciembre de 2024

Interesado: Ing. Diego Maldonado

Proyecto/Obra: Megacolegio San Sebastián

Localización: Manizales - Caldas

Color(es) de la muestra: Negro

Apique/Sondeo: 1 Muestra N°: 1 Prof: 4,00 m

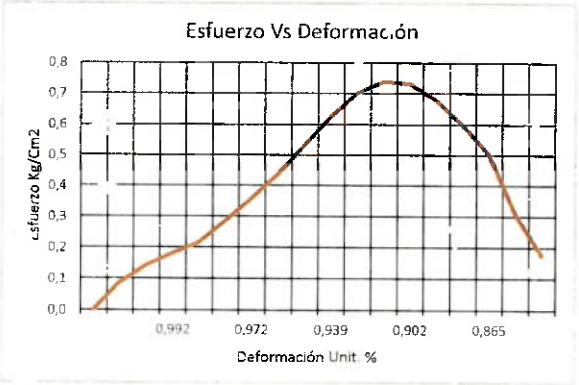
Velocidad del ensayo =1,27 mm/min

DATOS DEL ENSAYO

DEFORM. 0,001"	DEFORM. UNIT. %	DEFORM. UNIT. 1-E	FUERZA kg	AREA CORR. cm^2	ESFUERZO kg/cm2
0	0,000	1,0000	0,000	23,133	0,000
5	0,004	0,9965	1,937	23,133	0,084
10	0,008	0,9917	3,263	23,158	0,141
20	0,013	0,9870	4,181	23,183	0,180
30	0,019	0,9815	4,997	23,211	0,215
40	0,028	0,9717	6,628	23,263	0,285
50	0,038	0,9618	8,362	23,315	0,359
60	0,048	0,9516	10,197	23,369	0,436
70	0,061	0,9394	12,440	23,434	0,531
80	0,073	0,9268	14,684	23,502	0,625
90	0,085	0,9146	16,519	23,567	0,701
100	0,098	0,9020	17,437	23,636	0,738
110	0,110	0,8898	17,335	23,702	0,731
120	0,123	0,8772	16,111	23,771	0,678
130	0,135	0,8650	14,276	23,838	0,599
140	0,148	0,8524	12,032	23,908	0,503
150	0,172	0,8276	7,342	24,047	0,305
160	0,197	0,8028	4,181	24,187	0,173

DIMENSIONES DE LAS PROBETAS		
Diámetro promedio (cm)	ϕ	5,4
Altura promedio (cm)	h	11,3
Esbeltez	h/ϕ	2,1
Area (cm^2)		23,19
Volúmen de la muestra (cm^3)		262,05
Peso de la muestra (g)		436,9

RESUMEN DEL ENSAYO		
PESO SUELO HUMEDO	(g)	139,95
PESO SUELO SECO	(g)	102,90
HUMEDAD NATURAL	**(%)**	**36,0**
PESO UNITARIO HÚMEDO (g/cm^3)		1,667
PESO UNITARIO SECO (g/cm^3)		1,226
Qu (kg/cm^2)		**0,74**
Qu (Ton/m^2)		**7,38**



Notas:

El ensayo se realizó con los equipos adecuados y cuentan con certificados de calibración vigentes

La información suminstrada al laboratorio sobre la procedencia del especímen es completa responsabilidad del usuario.

La toma de la muestra y la custodia de ella hasta el ingreso al laboratorio es responsabilidad del interesado.

Los resultados que se reportan en este informe quedan a criterio e interpretación de un profesional idóneo en el área correspondiente

Calculó: Ing. Héctor Javier Villegas Li.

José David Chipatecua

Ensayó: José David Chipatecua

Calle 43 # 24 -21 Cristo Rey - Manizales, Caldas

Tel: 3128666, 28

email: trading.sas@gmail.com

ANEXO 3. PLANOS TEMÁTICOS

ANEXO 4. MEMORIA DE CÁLCULO MURO MME

REPORTE DE DISEÑO DE MUROS EN SUELO MECÁNICAMENTE ESTABILIZADO CON GEOSINTÉTICOS

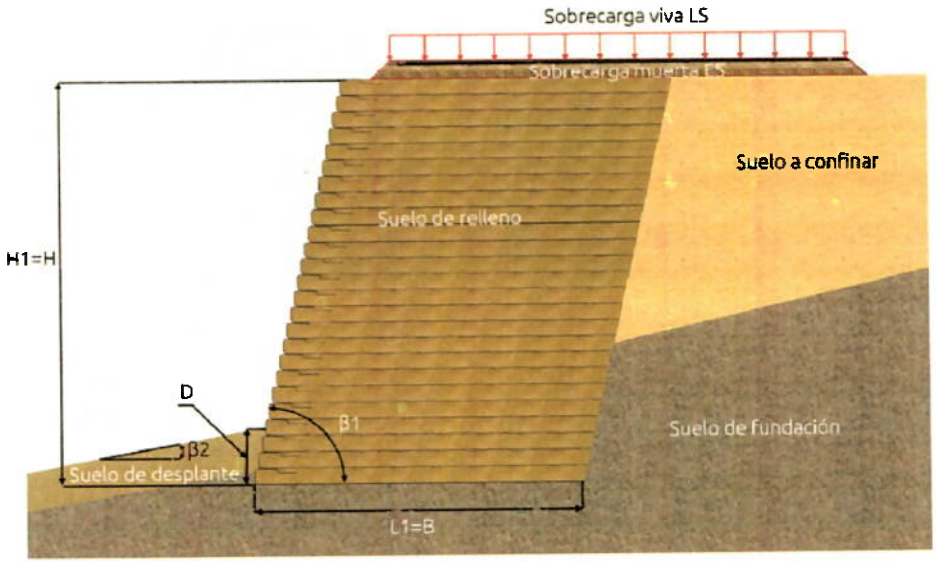
DATOS DEL PROYECTO

Nombre del proyecto	Vía Mega Colegio San Sebastián
Nombre de la empresa	
Localización	Manizales

Observaciones

PARÁMETROS DE ENTRADA

wavin



Numero de Niveles	1
Altura Total H	6.00 m
Base Total B	6.00 m
Desplante D	1.00 m
Inclinación cara muro. β1	64.00 grados
Inclinación terreno cim. β2	0.00 grados

Sobrecargas

Sobrecarga Muerta	2.14 Ton/m2
Sobrecarga Viva	1.50 Ton/m2

Parámetros Sismicos

Parámetros Sismicos Kh	0.29
Parámetros Sismicos Kv	0.03

Factores reducción geosintéticos

Factor de reducción por daños durante la instalación	RF_{ID}	1.10
Factor de reducción por carga continúa sobre el geosintético (fluencia o creep)	RF_{CR}	2.00
Factor de reducción por degradación química/biológica	RF_{D}	1.10

Propiedades de los materiales

Propiedad	Unidad	Relleno	Fundación	Confinar	Desplante
Cohesión	Ton/m2	2.00	2.50	2.00	2.50
Fricción	grad	30.00	28.00	28.00	28.00
Peso Unitario	Ton/m3	1.90	1.62	1.80	1.62

Ángulo de fricción entre la primera capa de refuerzo y el material subyacente	Φc	20.00 grados

LRFD

Factores Generales

Factor de adhesión suelo – Geosintético	Ca	1.00
Factor de seguridad global	Fsg	1.30

Factores de Seguridad

Análisis estabilidad externa

Análisis	Estático	Sismo
Deslizamiento	1.60	1.05
Volcamiento	3.00	2.00
Capacidad portante	3.00	

PARÁMETROS CALCULADOS Y RESULTADOS

Estabilidad Interna

Diseño del muro

Capa i	Z [m]	Sv diseño [m]	Geosintético	Li [m]	La [m]	Le [m]	Lt [m]	Tmax [kN/m]	Sv Calculado [m]	Verificar Sv	Le (est) Mínimo	Verificar Le
1	0.30	0.30	TR3000	6.00	0.51	5.49	7.30	5.37	1.20	OK	0.26	OK
2	0.60	0.30	TR3000	6.00	0.48	5.52	7.30	6.09	1.06	OK	0.2 .	OK
3	0.90	0.30	TR3000	6.00	0.46	5.54	7.30	6.82	0.95	OK	0.23	OK
4	1.20	0.30	TR3000	6.00	0.43	5.57	7.30	7.55	0.85	OK	0.23	OK
5	1.50	0.30	TR3000	6.00	0.40	5.60	7.30	8.27	0.78	OK	0.22	OK
6	1.80	0.30	TR3000	6.00	0.38	5.62	7.30	9.00	0.72	OK	0.21	OK
7	2.10	0.30	TR3000	6.00	0.35	5.65	7.30	9.73	0.66	OK	0.21	OK
8	2.40	0.30	TR3000	6.00	0.32	5.68	7.30	10.45	0.62	OK	0.21	OK
9	2.70	0.30	TR3000	6.00	0.30	5.70	7.30	11.18	0.58	OK	0.20	OK
10	3.00	0.30	TR3000	6.00	0.27	5.73	7.30	11.91	0.54	OK	0.20	OK
11	3.30	0.30	TR3000	6.00	0.24	5.76	7.30	12.63	0.51	OK	0.20	OK
12	3.60	0.30	TR3000	6.00	0.22	5.78	7.30	13.36	0.48	OK	0.20	OK
13	3.90	0.30	TR3000	6.00	0.19	5.81	7.30	14.09	0.46	OK	0.19	OK
14	4.20	0.30	TR3000	6.00	0.16	5.84	7.30	14.81	0.44	OK	0.19	OK

Capa i	Z [m]	Sv diseño [m]	Geosintético	Li [m]	La [m]	Le [m]	Lt [m]	Tmax [kN/m]	Sv Calculado [m]	Verificar Sv	Le (est) Mínimo	Verificar Le
15	4.50	0.30	TR3000	6.00	0.13	5.87	7.30	15.54	0.41	OK	0.19	OK
16	4.80	0.30	TR3000	6.00	0.11	5.89	7.30	16.27	0.40	OK	0.19	OK
17	5.10	0.30	TR3000	6.00	0.08	5.92	7.30	16.99	0.38	OK	0.19	OK
18	5.40	0.30	TR3000	6.00	0.05	5.95	7.30	17.72	0.36	OK	0.19	OK
19	5.70	0.30	TR3000	6.00	0.03	5.97	7.30	18.45	0.35	OK	0.19	OK
20	6.00	0.30	TR3000	6.00	0.00	6.00	7.30	19.17	0.34	OK	0.19	OK

PARÁMETROS CALCULADOS Y RESULTADOS

Estabilidad Externa

Deslizamiento

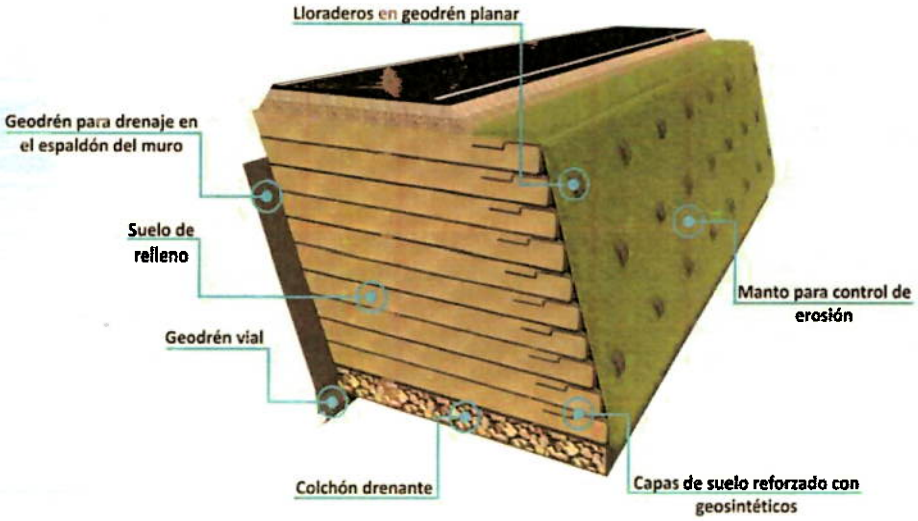
Σ Fuerza resistente [kN] Condición estática	267.18
Σ Fuerza resistente [kN] Condición con sismo	273.69
Σ Fuerza actuante [kN] Condición estática	55.54
Σ Fuerza actuante [kN] Condición con sismo	128.48
Factores de Seguridad Deslizamiento Condición estática	4.81
Verificacion Deslizamiento Condición estática	CUMPLE
Factores de Seguridad Deslizamiento Condición con sismo	1.32
Verificacion Deslizamiento Condición con sismo	CUMPLE

Volcamiento

Σ Momento resistente [kN.m] Condición estática	2424.61
Σ Momento resistente [kN.m] Condición con sismo	2424.35
Σ Momento actuante [kN.m] Condición estática	149.75
Σ Momento actuante [kN.m] Condición con sismo	326
Factores de Seguridad Volcamiento Condición estática	16.19
Verificacion Volcamiento Condición estática	CUMPLE
Factores de Seguridad Volcamiento Condición con sismo	7.44
Verificacion Volcamiento Condición con sismo	CUMPLE

Capacidad portante

Excentricidad [m] Condición estática	0.14
Esfuerzos de contacto [kN/m2] Condición estática	163.66
Capacidad portante [kN/m2] Condición estática	1572.31
Factores de Seguridad Capacidad portante Condición estática	9.61
Verificacion Capacidad portante Condición estática	CUMPLE



Para consultas y soporte técnico: ingenieriageosinteticos@wavin.com

Nota: Los valores de los geosintéticos corresponden a valores mínimos promedio por rollo (VMPR) ó (MARV) por su nombre en ingles.

ADVERTENCIA

Esta herramienta de cálculo es un complemento al Manual de Diseño. El usuario debe conocer las ecuaciones, su aplicabilidad y limitaciones. Esta herramienta de cálculo no debe ser usada en reemplazo de un ingeniero diseñador.

La información obtenida aquí no puede ser garantizada ya que las condiciones del usuario están mas allá de nuestro control. El usuario de esta herramienta asume todos los riesgos asociados con su uso.

A pesar de que todos los esfuerzos han sido hechos para verificar su funcionamiento y resultados, GEOSINTÉTICOS TAVCO WAVIN no se hace responsable por cualquier error en los cálculos obtenidos con esta herramienta. Datos asumidos o valores entrados erróneos pueden dar soluciones incorrectas.

ALCALDÍA DE MANIZALES

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del asentamiento humano Bajo Villa Jardín, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU.

CONTRATISTA: DAVID VALLEJO OSORIO

C.C. 75.096.478

ATRIA

ESTUDIO DE INGENIERIA

DISEÑO HIDRÁULICO

Natalia Pérez Valencia

DISEÑADOR: NATALIA PÉREZ VALENCIA

MANIZALES, DICIEMBRE DE 2024

ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA ESTUDIO DE INGENIERÍA

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO 2
LISTA DE ILUSTRACIONES 3
LISTA DE TABLAS 3
LISTA DE ECUACIONES 4
1. INTRODUCCIÓN 5
2. OBJETIVOS Y ALCANCE 5
Objetivo general 5
Objetivos específicos 5
Alcances y limitaciones 6
3. LOCALIZACIÓN 6
4. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA 8
5. RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y TRABAJO DE CAMPO 9
6. CÁLCULO DE CAUDALES PLUVIALES 10
Información temporal 10
Características de la precipitación de la zona 12
Metodología de análisis lluvia – caudales 13
Método racional 14
Coeficiente de escorrentía 14
Intensidad de la lluvia 16
Área de drenaje 17
Determinación de la intensidad de diseño – Análisis hidrológico 17
Aplicación de la metodología para el análisis de lluvia – caudales 19
Coeficiente de escurrimiento para el diseño de la red de alcantarillado 20
Área de drenaje para la red de alcantarillado 21
Aplicación de la metodología para el análisis de lluvias – caudales en las redes de alcantarillado pluvial 21
Alcantarillado pluvial 22

7. DISEÑO HIDRÁULICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO 23
Alcantarillado pluvial 24
8. DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS OBRAS DE DRENAJE SUPERFICIAL 27
Información básica 27
Metodología 27
Aplicación de la metodología para el análisis de caudales pluviales para el diseño del drenaje superficial de la vía 29
Diseño hidráulico de sumideros 29
9. SOCAVACIÓN 32
Socavación en obras menores 32
Profundidad de socavación Ys 32
Longitud de socavación Ls 33
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 33
11. BIBLIOGRAFÍA 34
12. ANEXOS 34
13. PLANOS 35

LISTA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. LOCALIZACIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO 7
ILUSTRACIÓN 2. LOCALIZACIÓN PUNTUAL DE LA ZONA DE ESTUDIO 8
ILUSTRACIÓN 3. PRECIPITACIÓN PROMEDIO MULTIANUAL 11
ILUSTRACIÓN 4. DISTRIBUCIÓN MULTIANUAL DE LA PRECIPITACIÓN 12
ILUSTRACIÓN 5. CURVAS IDF ESTACIÓN SELECCIONADA 18
ILUSTRACIÓN 6. ÁREAS AFERENTES 21

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. COORDENADAS DE REFERENCIA 7
TABLA 2. INFORMACIÓN DE LAS ESTACIONES UTILIZADAS 9
TABLA 3. PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL 10
TABLA 4. VALORES DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA EN ÁREAS URBANAS 15

TABLA 5. VALORES DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA EN ÁREAS RURALES 16
TABLA 6. PARÁMETRO DE REGIONALIZACIÓN PARA LA REGIÓN ANDINA 17
TABLA 7. VALORES DE INTENSIDAD [MM/H] PARA LA ESTACIÓN 17
TABLA 8. PERIODOS DE RETORNO 19
TABLA 9. ÁREAS Y COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA 20
TABLA 10. CAUDALES DE ESCORRENTÍA 22
TABLA 11. CONDICIONES PARA LA RED DE ALCANTARILLADO 23
TABLA 12. CÁMARAS Y COTAS 24
TABLA 13. DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS Y CÁMARAS 24
TABLA 14. TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN 25
TABLA 15. INTENSIDAD, CAUDAL DE ESCORRENTÍA Y DIÁMETRO DE DISEÑO 26
TABLA 16. ANCHO DE INUNDACIÓN ADMISIBLE SEGÚN LA CLASIFICACIÓN DE LA VÍA 28
TABLA 17. CARACTERÍSTICAS DEL FLUJO EN LA CUNETA 29
TABLA 18. VELOCIDAD CRÍTICA EN LA REJILLA 30
TABLA 19. CAUDAL CAPTADO POR EL SUMIDERO 31
TABLA 20. CÁLCULO DE PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN 32
TABLA 21. CÁLCULO DE LONGITUD DE SOCAVACIÓN 33

LISTA DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1. MÉTODO RACIONAL 14
ECUACIÓN 2. INTENSIDAD DE LA LLUVIA 16
ECUACIÓN 3. TIEMPO DE ENTRADA DE LA CUENCA 19
ECUACIÓN 4. PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN EN OBRAS MENORES 32
ECUACIÓN 5. LONGITUD DE SOCAVACIÓN EN OBRAS MENORES 33

1. INTRODUCCIÓN

Con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes del barrio Bajo Villa Jardín, se procede a realizar los diseños para la construcción de un alcantarillado pluvial como complemento a las obras de pavimentación de sus vías vehiculares y peatonales, por lo tanto, a continuación, se presentan los capítulos que componen los estudios y diseños de esta red, ajustada a la normativa vigente y trazada en base al diseño geométrico propuesto y a las obras del sistema de alcantarillado actual.

2. OBJETIVOS Y ALCANCE

Objetivo general

Realizar los estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del asentamiento humano Bajo Villa Jardín, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU.

Objetivos específicos

- → Realizar el análisis hidrológico del área de estudio de acuerdo con las curvas de intensidad, duración y frecuencia obtenidas a partir de las estaciones meteorológicas, localizadas lo más próximo posible al área de estudio y el cálculo de la intensidad de precipitación de la zona de estudio en base a los usos del suelo del área.
- → Identificar los cuerpos y cursos de agua que cruzan las vías en el área de estudio, determinando características físicas como: área de la cuenca, longitud del cauce principal y pendiente.
- → Determinación de caudales de diseño para cada una de las estructuras hidráulicas.
- → Determinar la localización de las obras de drenaje complementarias, como resultado del análisis de las condiciones geológicas, geomorfológicas e hidráulicas y de diseño geométrico.

→ Dimensionar las obras hidráulicas: alcantarillas, sumideros y las que sean necesarias, de acuerdo con los estandares solicitados en las especificaciones vigentes.
→ Dimensionar las tuberías de la red de alcantarillado que evacuan las aguas pluviales de las calles y viviendas aferentes y las cámaras de inspección necesarias.

Alcances y limitaciones

Según la información proporcionada se realizará el diseño hidráulico de la red de alcantarillado (solo pluvial) del barrio Bajo Villa Jardín, este análisis se realizará teniendo como lineamiento las recomendaciones consignadas en el RAS (Reglamento del sector de Agua potable y Saneamiento básico) [1] así como la normatividad presentada en la Resolución 0330/2017 del Ministerio de Vivienda [2].

En el presente informe técnico se presentan los siguientes alcances, los cuales se desarrollan a lo largo de este.

→ Diseño de elementos de recolección de aguas lluvias.
→ Verificación de las pendientes de las áreas tributarias y diseño del manejo de aguas lluvias y su escorrentía superficial.
→ Diseño de elementos de captación y conducción de aguas lluvias.
→ Los diseños presentados incluirán las áreas tributarias, caudales de diseño, longitudes, pendientes, diámetros, materiales y tipo de tubería.
→ Información de los resultados del cálculo hidráulico.
→ Conclusiones y recomendaciones.

3. LOCALIZACIÓN

La vía objeto de este estudio se localiza en la ciudad de Manizales – Caldas, específicamente en el barrio Bajo Villa Jardín, cuyas coordenadas se presentan en la **Tabla 1** y se representa en la **Ilustración 1.**

Tabla 1. *Coordenadas de referencia*
Fuente: elaboración propia

Tramo	Norte	Este	Sistema de referencia y origen
Inicio	5° 3'3.40"N	75°31'30.23"O	WGS84
	2116664.871	4720129.720	Magna Origen Nacional
Fin 1	5° 3'1.80"N	75°31'21.66"O	WGS84
	2116614.378	4720393.222	Magna Origen Nacional
Fin 2	5° 3'0.92"N	75°31'21.56"O	WGS84
	2116587.687	4720402.478	Magna Origen Nacional



Ilustración 1. *Localización general de la zona de estudio*
Fuente: elaborado a partir de Google Earth



Ilustración 2. *Localización puntual de la zona de estudio*
Fuente: elaborado a partir de Google Earth

4. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

Para la realización de los estudios hidrológicos e hidráulicos es necesaria la recopilación de información básica existente de cartografía y datos de precipitación de las estaciones pluviométricas y climatológicas que se encuentran en la zona de influencia del proyecto.

En el desarrollo del componente hidrológico, se analiza la información existente de curvas IDF en la zona de influencia o en caso de no existir esta información se buscarán registros de lluvias en la zona de influencia con lo cual se pretende calcular de acuerdo con los métodos recomendados en la literatura, los caudales aferentes a los tramos a intervenir.

Después de realizar la revisión hidráulica se proponen las obras necesarias para garantizar el buen funcionamiento de la red después de la intervención del tramo.

Con base en los resultados obtenidos en cada uno de los estudios se realizan las recomendaciones pertinentes. A continuación, se desarrolla cada uno de los componentes indicados anteriormente.

Para cumplir con los objetivos planteados se desarrollarán diferentes etapas las cuales se presentan a continuación.

5. RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y TRABAJO DE CAMPO

A continuación, se resume la información hidráulica necesaria para el proyecto:

→ **Información básica**

Para la identificación de las cuencas hidrográficas urbanas aferentes a los tramos viales y la determinación de sus características morfométricas se utilizó las imágenes satelitales de Google Earth y las inspecciones visuales en campo.

→ **Información hidroclimatológica**

Para la caracterización del régimen de lluvias, se recopiló la información climatológica de las estaciones localizadas en el área de las cuencas hidrográficas y en sus proximidades, la información obtenida corresponde a las estaciones operadas por CHEC, Corpocaldas y la UGR

→ **Hidrología**

Características de la precipitación en la zona de estudio con el fin de conocer la intensidad de la precipitación en la zona de estudio. Las estaciones previamente seleccionadas por su proximidad fueron: Chec – Uribe 170010501014, Q. Marmato – Planta Chec 170010302044, y El Carmen 170010101007, sin embargo, mediante un análisis con polígonos de Thiessen se determinó que solo la estación Chec – Uribe tiene influencia sobre las áreas aferentes delimitadas para la zona de interés.

Tabla 2. *Información de las estaciones utilizadas*
Fuente: elaboración propia

Datos	Estación
Nombre	Chec - Uribe

Datos	Estación
Código	170010501014
Operada por	Chec
Categoría	Meteorológica
Municipio	Manizales
Longitud	75° 31' 54.1'' W
Latitud	5° 2' 56.8'' N
Elevación [msnm]	1940
Años de registro	14

6. CÁLCULO DE CAUDALES PLUVIALES

Información temporal

La información temporal consiste en la precipitación diaria media por las estaciones pluviométricas para la zona de interés. Para el presente estudio se tomó como referencia la estación mencionada con anterioridad.

Con base en la información proporcionada por su operador para la estación en mencion, se extrajeron los datos mostrados en la **Tabla 3** con el objeto de analizar y comparar las tendencias de precipitación en su zona de influencia.

La información de la **Tabla 3** corresponde a la suma de las precipitaciones mensuales anuales, es decir cada mes se sumaron las precipitaciones que ocurrieron durante el mes y se hizo el análisis que se presenta a continuación.

Esta información es diferente de la precipitación máxima multianual en 24 horas, debido a que esta corresponde a la suma de precipitaciones que ocurren en un día y es con esta que se toma la precipitación promedio para el cálculo de la intensidad de las lluvias.

Tabla 3. *Precipitación total mensual*
Fuente: elaboración propia

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2011				201.8	210.8	187.0	110.8	111.4	207.4	368.0	433.4	267.8	2098.4
2012	131.8	124.4	97.0	0.0	12.2	150.4	57.6	45.6	66.2	297.2	193.2	87.0	1262.6
2013	37.8	328.6	90.6	11.6	134.6	110.4	22.4	69.6	99.0	112.8	353.4	146.6	1517.4
2014	71.6	99.8	120.4	77.4	103.2	24.0	10.4	49.6	94.4	103.2	120.6	68.4	943.0
2015	25..	46.0	255.2	188.8	67.8	34.8	48.6	44.8	57.4	160.6	118.0	4.0	1031.2

2016	17.2	75.2	191.2	151.4	121.4	33.0	33.8	0.0	47.2	371.0	255.2	200.8	1497.4
2017	254.0	156.6	40.6	42.6	13.8	150.6	34.2	104.0	124.0	150.6	300.6	218.8	1590.4
2018	215.2	212.2	57.8	0.0	124.4	56.6	83.4	120.6	120.6	188.6	161.2	91.4	1432.0
2019	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			0.0
2020	0.0	99.6	231.2	165.2	109.0	132.4	119.0	134.6	98.6	142.0	273.0	143.4	1648.0
2021	119.6	0.0	2.6	196.0	174.8	162.4	102.0	301.2	131.2	26.2	187.2	110.0	1513.2
2022	247.0	141.4	223.8	298.2	104.4	267.0	141.2	158.6	198.4	279.4	243.4	225.0	2527.8
2023	166.8	88.4	266.0	0.0	0.0	27.8		74.8	45.8	324.8	0.0		994.4
2024	0.6	96.0	115.2	0.0	0.0	217.6	151.2	108.8	74.6	184.2	205.2		1153.4
Promedio mensual	99.0	112.9	130.1	95.2	84.0	111.0	70.4	94.5	96.1	193.5	218.8	142.1	-
Máximo	254.0	328.6	266.0	298.2	210.8	267.0	151.2	301.2	207.4	371.0	433.4	267.8	-
Mínimo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	-

A partir de la información anterior se puede apreciar la caracterización de las lluvias en la zona de interés. En donde se observa un régimen de lluvias bimodal, siendo en los meses de marzo, octubre y noviembre los meses con mayores precipitaciones del año y los meses de mayo y julio los meses más secos del año.

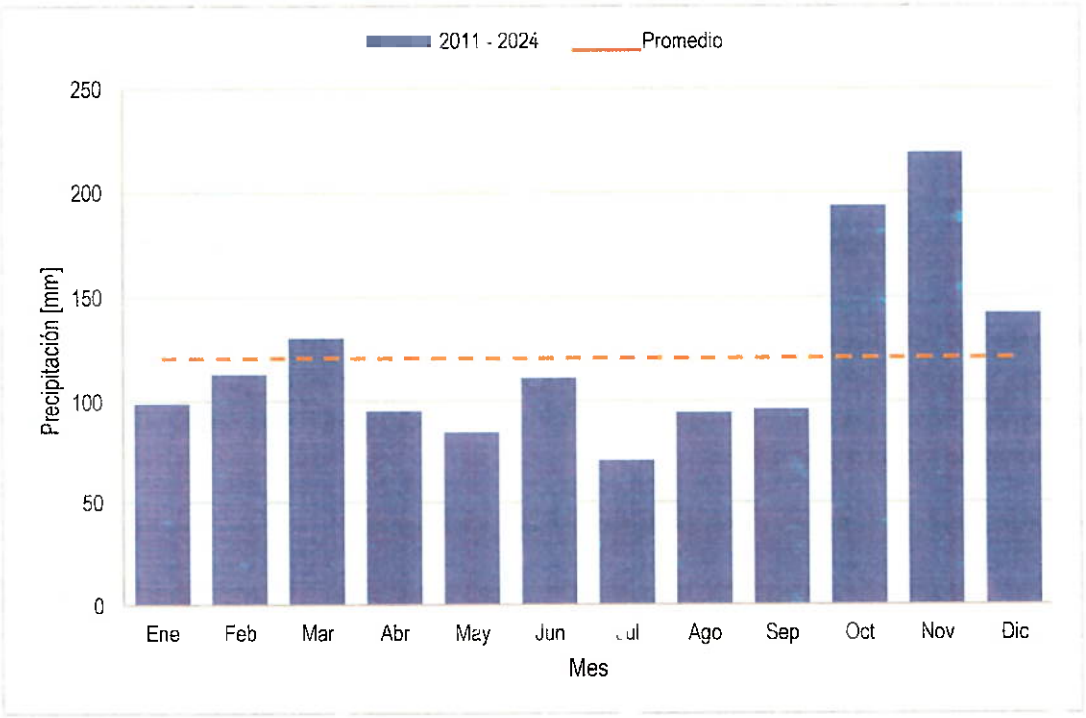
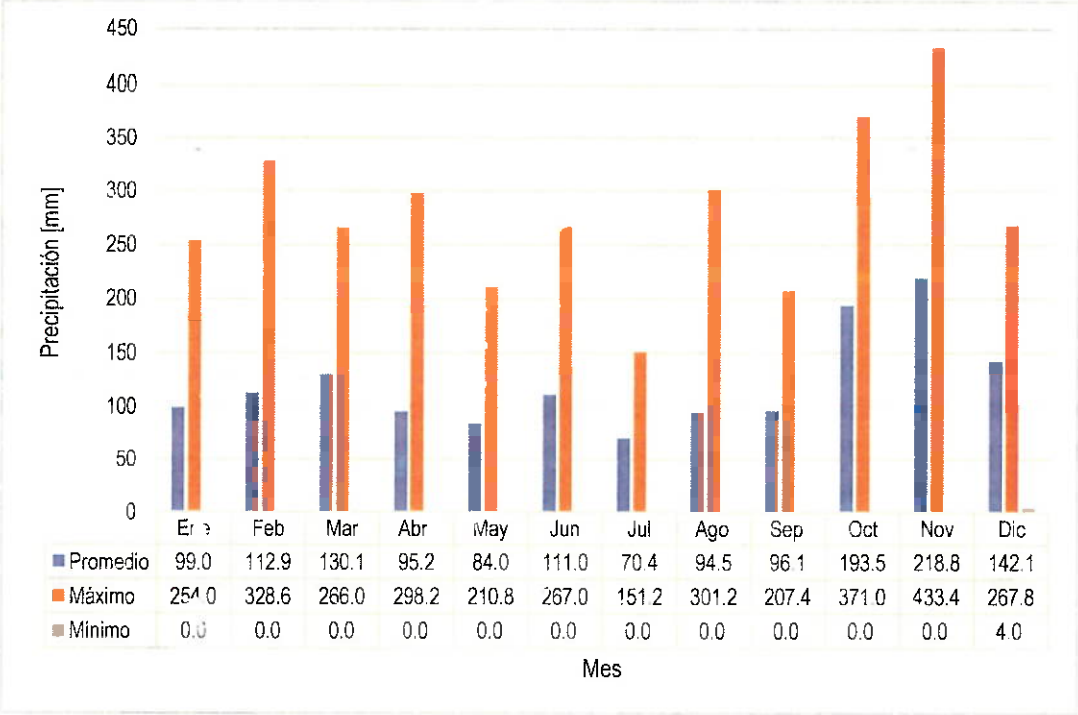


Ilustración 3. *Precipitación promedio multianual*
Fuente: elaboración propia

En la **Ilustración 4** se puede observar la distribución multianual de la precipitación, en donde se observan los registros históricos de precipitaciones máximas, mínimas y promedio.



	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Promedio	99.0	112.9	130.1	95.2	84.0	111.0	70.4	94.5	96.1	193.5	218.8	142.1
Máximo	254.0	328.6	266.0	298.2	210.8	267.0	151.2	301.2	207.4	371.0	433.4	267.8
Mínimo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0

Ilustración 4. *Distribución multianual de la precipitación*
Fuente: elaboración propia

Después de conocer las condiciones de actuales de la zona para el drenaje urbano, se calculan los caudales y velocidades que van a circular por las tuberías de los sumideros y de las redes de alcantarillado además del cálculo de la hidrología urbana de la zona.

Características de la precipitación de la zona

Una vez obtenidos los registros de precipitación de la estación hidrométrica del sitio del proyecto, se toman los valores máximos instantáneos anuales de datos históricos de precipitaciones de la zona. El cálculo hidrológico de las estructuras como alcantarillas u obras de drenajes, deberá basar el análisis en la información disponible sobre lluvias máximas de la zona y en las características físicas de la

misma y así mismo la determinación de caudales dependiendo de la metodología a utilizar; serán de gran importancia los valores de precipitaciones máximas en 24 horas, pues a partir de dichos registros se crearán curvas de comportamiento para diferentes periodos de retorno.

Los valores de precipitación permiten determinar la evolución temporal de los caudales de escorrentía y para ello se necesita información de lluvia que describa su variabilidad temporal, como histogramas.

Metodología de análisis lluvia – caudales

Existen varios métodos para el cálculo de caudales, ellos dependiendo de si se cuenta con datos históricos de caudal en el sitio del proyecto, para lo cual se puede trabajar con los datos históricos de caudales máximos instantáneos de manera que se ajusten a distribuciones probabilísticas y se hagan inferencias estadísticas. O bien, se realice la transposición de los datos de caudal en el caso de que la estación hidrométrica sobre la corriente de agua que cruza la vía no se encuentre exactamente en el sitio del proyecto sino en la misma hoya hidrográfica [5].

Para este caso, no existen registros de aforo de caudales, por lo cual se utilizan los modelos lluvia-escorrentía de acuerdo con los rangos de aplicación según el área de la cuenca y que son utilizados cuando no existe la posibilidad de obtener medidas directas de caudales de drenaje en hoyas hidrográficas, siendo modelos en los cuales se calcula la escorrentía superficial.

De esta manera, a través de datos históricos de lluvia de corta duración, existentes en la cuenca de interés y representativos de ella, aplicados a la hoya hidrográfica con características específicas geométricas, de suelos, vegetación, etc., se calcula el caudal máximo instantáneo de escorrentía superficial sobre la hoya. Se cuenta con dos métodos para ello: el método racional y el método del hidrograma de escorrentía superficial; propiamente el hidrograma unitario del Soil Conservation Service de los Estados Unidos; Su aplicabilidad dependerá directamente de las áreas de drenaje. Para áreas de drenaje inferiores a 80 ha se puede recurrir al método racional, teniendo en cuenta: el periodo de retorno, la intensidad de la lluvia, el tiempo de concentración y el tipo de cobertura, para la transformación de la lluvia en escorrentía [1], [2].

Según el análisis, los tramos de vías en estudio tienen áreas inferiores a 80 ha, por lo tanto, únicamente se utilizó el método racional para la transformación lluvia-escorrentía.

Método racional

El método racional permite hacer estimaciones de los caudales máximos de escorrentía usando las intensidades máximas de precipitación. Básicamente, se formula que el caudal máximo de escorrentía es directamente proporcional a la intensidad máxima de la lluvia para un período de duración igual al tiempo de concentración, aplicando una lluvia de características "homogéneas" sobre al área de la cuenca.

Al utilizar el método racional, se supone que el caudal toma un valor de caudal máximo pico Q_p, cuando, debido a una cierta intensidad de lluvia sobre el área de drenaje, es producido por esa precipitación que se mantiene por un tiempo igual al periodo de concentración del caudal en el punto en consideración [3].

La ecuación que define el método racional considera que toda la cuenca estará contribuyendo a formar el caudal de la escorrentía cuando transcurre todo el tiempo de concentración de la cuenca, así, el caudal calculado en consecuencia corresponde al valor máximo.

Ecuación 1. *Método racional*

$$Q = \frac{c\, i\, A}{3{,}6}$$

Donde:
$\boldsymbol{Q}$: caudal [m /s]
$\boldsymbol{c}$: coeficiente de escorrentía

$\boldsymbol{i}$: intensidad de la lluvia en la zona [mm/h]
$\boldsymbol{A}$: área de influencia [km^2]

Coeficiente de escorrentía

Teniendo en cuenta la cobertura, textura del suelo y pendiente de la zona del proyecto, se define el coeficiente de escorrentía, de acuerdo con los valores

establecidos en la siguiente tabla tomada del manual de drenaje para carreteras de INVÍAS [5].

Tabla 4. *Valores del coeficiente de escorrentíc en áreas urbanas*
Fuente: tabla 2.9 del manual de drenaje de carreteras del INVÍAS [5]

TIPO DE ÁREA DE DRENAJE	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA C
PRADOS	
Suelos arenosos, planos, 2%	0.05 - 0.10
Suelos arenosos, promedio, 2 -7 %	0.15 - 0.20
Suelos pesados (arcillosos), planos, 2%	0.13 - 0.17
Suelos pesados (arcillosos), promedio, 2 -7 %	0.18 - 0.22
Suelos pesados (arcillosos), pendientes, 7%	0.25 - 0.35
DISTRITOS COMERCIALES	
Áreas de centro de ciudad	0.70 - 0.95
Áreas vecinas	0.50 - 0.70
RESIDENCIAL	
Casas individuales separadas	0.30 - 0.50
Casas multifamiliares separadas	0.40 - 0.60
Casas multifamiliares unidas	0.60 - 0.75
Suburbana	0.25 - 0.40
Áreas de apartamentos de vivienda	0.50 - 0.70
INDUSTRIAL	
Áreas livianas	0.50 - 0.80
Áreas pesadas	0.60 - 0.90
PARQUES CEMENTERIOS	0.10 - 0.25
CAMPOS DE JUEGOS	0.20 - 0.35
ÁREAS DE PATIOS DE FERROCARRILES	0.20 - 0.40
ÁREAS NO DESARROLLADAS	0.10 - 0.30
CALLES	
Asfaltadas	0.70 - 0.95
Concreto	0.80 - 0.95
Ladrillo	0.70 - 0.85
CALZADAS Y ALAMEDAS	0.75 - 0.85
TECHOS	0.75 - 0.95

Tabla 5. *Valores del coeficiente de escorrentía en áreas rurales*
Fuente: Tabla 2.10 del manual de drenaje de carreteras del INVÍAS [5]

VEGETACIÓN Y TOPOGRAFÍA Y	TEXTURA DEL SUELO		
	FRANCO ARENOSO	FRANCO LIMO ARCILLOSO	ARCILLOSO
BOSQUES			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.25	0.35	0.50
Montañoso	0.30	0.50	0.60
PASTOS			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.16	0.36	0.55
Montañoso	0.22	0.42	0.60
TIERRAS CULTIVADAS			
Plano	0.30	0.50	0.60
Ondulado	0.40	0.60	0.70
Montañoso	0.52	0.72	0.82
Nota: Plano (pendiente 0 - 5%); Ondulado (pendiente 5 - 10%); Montañoso (pendiente 10 - 30%). Para valores mayores al 30 %, a falta de datos, utilizar los valores para pendientes entre el 10 y el 30 %.			

Para las zonas de analisis, se definieron cuatro valores para el coeficiente de escorrentía que corresponden a zonas residenciales, casas multifamiliares unidas, donde se empleó el valor de 0.75, calles asfaltadas con 0.95, bosques de topografía montañosa con 0.60 y prados con pendientes superiores al 7 % con 0.35

Intensidad de la lluvia

La intensidad de la lluvia se define como el volumen o cantidad de precipitación que cae sobre un lugar en un tiempo determinado, para una frecuencia o periodo de retorno. El método empleado para su cálculo en el presente proyecto fue por medio de la elaboración de curvas sintéticas regionalizadas de Intensidad – Duración - Frecuencia (IDF), a partir de la ecuación de intensidad propuesta por Vargas y Díaz – Granados [6] en la cual se utilizaron los parámetros de regionalización propuestos para la zona Andina. La ecuación propuesta está dada por la siguiente expresión:

Ecuación 2. *Intensidad de la lluvia*

$$i = \frac{a \times T_R^b \times M^d \times N^e}{t^c}$$

Donde:
i: intensidad de la lluvia [mm/h]
T_R: periodo de retorno [años]
M: precipitación máxima promedio anual en 24 h a nivel multianual [mm]
N: promedio mensual de días con lluvia a nivel multianual [días]
t: duración de la lluvia [horas]
a, b, c, d, e: parámetros de regresión

Para la elaboración de las curvas IDF se utilizaron duraciones de lluvia entre 5 y 120 minutos, escogiendo para el cálculo final, el tiempo de concentración en cada una de las áreas aferentes (cuencas), y se evaluaron periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años. Los parámetros propuestos por Vargas y Díaz – Granados [6] para la región Andina se presentan en la **Tabla 6.**

Tabla 6. *Parámetro de regionalización para la región andina*
Fuente: tomado de Vargas y Díaz – Granados [6]

Parámetro	Valor
a	1.22
b	0.19
c	0.66
d	0.83
e	-0.05

Área de drenaje

En base a los informes de las salidas de campo, las imágenes satelitales de Google Earth y la topografía levantada de la zona, se determinó para el tramo completo el ancho drenante, que junto con la longitud del tramo permiten estimar el área de aporte (área tributaria).

Determinación de la intensidad de diseño – Análisis hidrológico

Tabla 7. *Valores de intensidad [mm/h] para la estación*
Fuente: elaboración propia

Duración (t) [min]	Periodo de retorno [años]						
	2	5	10	20	25	50	100
5	217.6	259.0	295.5	337.1	351.7	401.2	457.7
10	137.7	163.9	187.0	213.3	222.6	253.9	289.6
20	87.2	103.8	118.4	135.0	140.9	160.7	183.3
30	66.7	79.4	90.6	103.3	107.8	123.0	140.3
40	55.2	65.7	74.9	85.4	89.1	101.7	116.0

Duración (t) [min]	Periodo de retorno [años]						
	2	5	10	2[illegible]	25	50	100
50	47.6	5[illegible]7	64.6	73.7	76.9	87.8	10[illegible]1
60	42.2	50.2	57.3	65.4	68.2	77.8	88.8
70	38.1	45.4	51.8	59.1	61.6	70.3	80.2
80	34.9	41.6	47.4	54.1	56.4	64.4	73.4
90	32.3	38.4	43.9	50.0	52.2	59.5	67.7
100	30.1	35.9	40.9	46.7	48.7	55.5	63.4
110	28.3	33.7	38.4	4[illegible]8	45.7	52.2	59.[illegible]
120	26.7	31.3	36.3	41.4	43.2	49.3	56.[illegible]

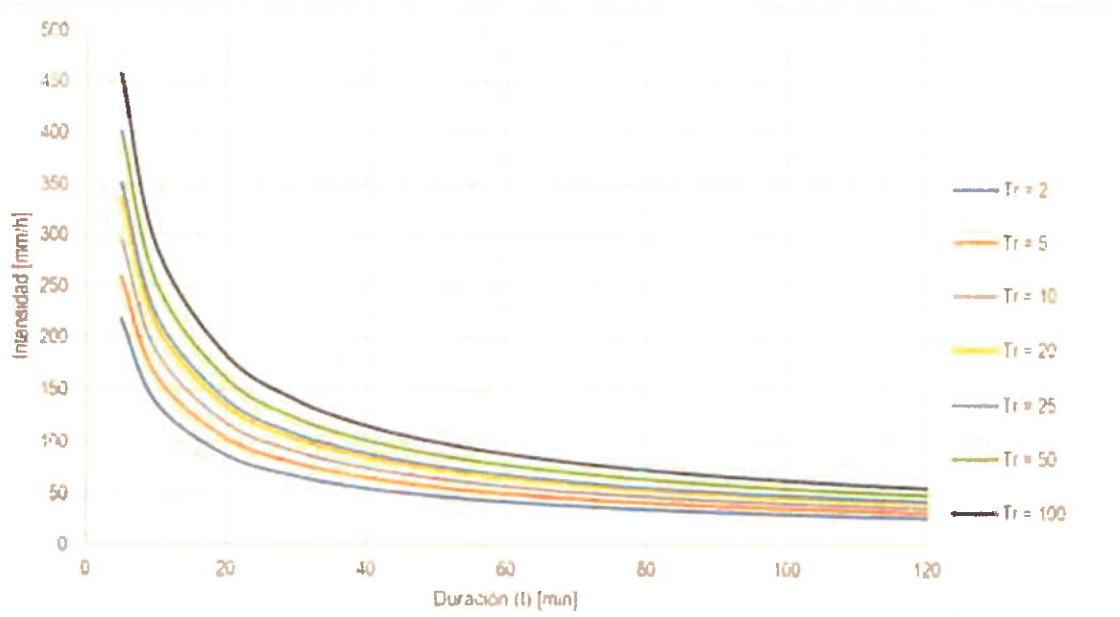


Ilustración 5. *Curvas IDF estación seleccionada*
Fuente: elaboración propia

Para utilizar la ecuación de la curva IDF se debe definir el periodo de retorno, el cual está determinado según el artículo 135 de la resolución 0330/2017 [2], en el cual se determina un periodo de retorno para cada caso. En este caso se adopta un T_R de 3 años para el diseño de la red de alcantarillado.

Tabla 8. *Periodos de retorno*
Fuente: tabla 16 de la resolución 0330 de 2017 [2]

Características del área de drenaje	Período de retorno (años)
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores de 2 hectáreas	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales, con áreas tributarias menores de 2 hectáreas	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 hectáreas	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores de 10 hectáreas	10
Canales abiertos que drenan áreas menores a 1000 hectáreas	50
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores a 1000 hectáreas	100
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan áreas mayores a 1000 hectáreas	100

También se debe tener en cuenta el tiempo de entrada de la cuenca, para obtener la intensidad de la lluvia, para el presente estudio se utilizará la fórmula del tiempo de concentración propuesta por Témez.

Ecuación 3. *Tiempo de entrada de la cuenca*

$$t_e = 3600 \times 0.3 \times \left(\frac{L}{S^{1/4}}\right)^{0.76}$$

Donde:
t_e: tiempo de entrada [s]
L: longitud de la cuenca [km]
S: pendiente media de la cuenca [m/m]

En los tramos donde también se tiene tránsito del agua en las tuberías se debe tener en cuenta el tiempo de viaje (t_v) del agua dentro de la tubería, este valor se obtiene de la velocidad y la longitud de la tubería.

La duración entonces se toma como el tiempo de concentración, este será la suma de. tiempo de entrada y el tiempo de viaje, si es el caso.

Aplicación de la metodología para el análisis de lluvia – caudales

Coeficiente de escurrimiento para el diseño de la red de alcantarillado

Para definir el factor C, de la cobertura, se utiliza la información de la **Tabla 4** y de la **Tabla 5**, donde el coeficiente de escorrentía se determina según el tipo de cobertura y la ubicación de la zona; definiendo entonces un valor de dicho coeficiente dependiendo de las condiciones del lugar.

Para facilitar la definición del coeficiente C, se superpuso las áreas de drenaje con una imagen satelital como se puede observar en de las imágenes anteriormente expuestas de la zona.

El valor de C, asumido para cada área aferente, corresponde a la ponderación de los coeficientes seleccionados para cada cobertura, su obtención se puede revisar en el **Anexo 1** del componente hidrológico.

Tabla 9. *Áreas y coeficientes de escorrentía*
Fuente: elaboración propia

Área aferente No.	Área [ha]	C ponderado
1	0.289	0.71
2	0.124	0.70
3	0.172	0.70
4	0.164	0.69
5	0.093	0.65
6	0.089	0.57
7	0.048	0.48
8	0.218	0.47
9	0.287	0.52
10	0.041	0.85
11	0.017	0.76
12	0.019	0.84
13	0.078	0.79
14	0.036	0.80
15	0.123	0.77
16	0.072	0.79
17	0.056	0.78
18	0.031	0.80
19	0.124	0.82
20	0.064	0.68
21	0.124	0.59
22	0.109	0.77

Área aferente No.	Área [ha]	C ponderado
23	0.143	0.77
24	0.048	0.79

Área de drenaje para la red de alcantarillado

Teniendo en cuenta la red de alcantarillado pluvial y las condiciones topográficas en cada uno de los tramos se logará identificar las áreas aferentes.

Inicialmente se identifica las redes de alcantarillado pluvial que se encuentran alrededor de la vía que se va a intervenir, más adelante se evalúan las áreas aferentes a esta red, con esto se logra construir las diferentes áreas aportantes.

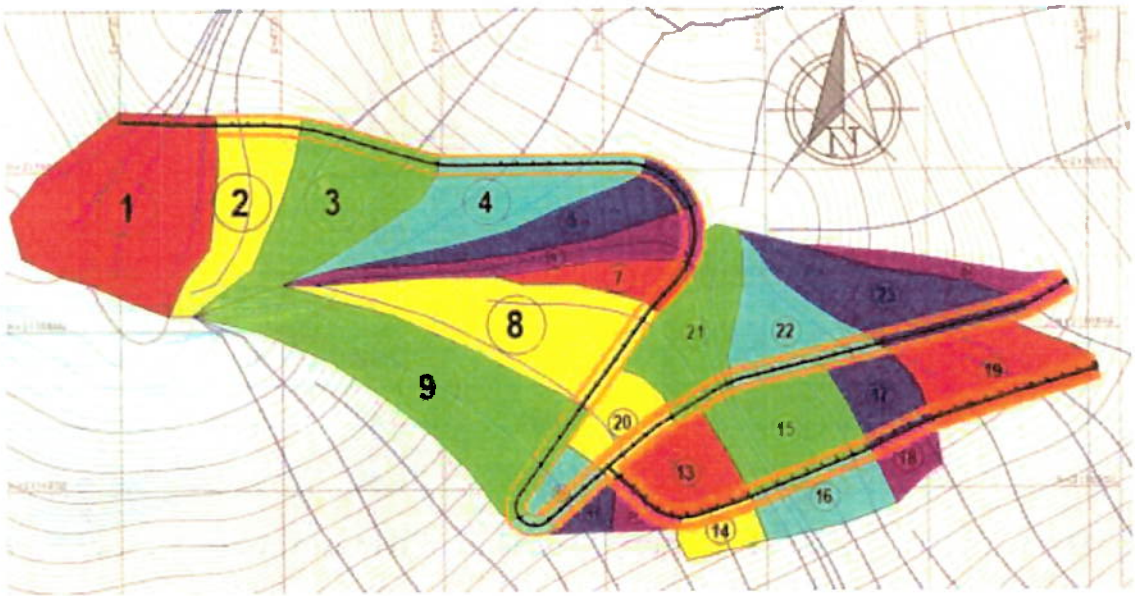


Ilustración 6. *Áreas aferentes*
Fuente: elaboración propia

Aplicación de la metodología para el análisis de lluvias – caudales en las redes de alcantarillado pluvial

Para iniciar con el cálculo del caudal de aguas lluvias de cada uno de los tramos de la red de alcantarillado, se realiza de acuerdo con lo explicado anteriormente.

Con los parámetros necesarios para el cálculo de las aguas lluvias se procede a obtener los caudales de aguas lluvias, como se muestran en la ecuación del método racional.

Alcantarillado pluvial

Tabla 10. *Caudales de escorrentía*
Fuente: elaboración propia

Tubería No.	Tramo No.	Área aferente No.	Área acumulada [ha]	C por derado	I [mm/h]	Caudal de escorrentía [m³/s]
1	1	1	0.289	0.71	86.60	0.050
2		1 y 2	0.412	0.71	86.21	0.070
3		1, 2 y 3	0.584	0.71	85.55	0.098
4		1, 2, 3 y 4	0.748	0.70	86.87	0.127
5		1, 2, 3, 4 y 5	0.841	0.70	86.95	0.141
6		1, 2, 3, 4, 5, y 6	0.930	0.68	86.97	0.154
7		1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7	0.979	0.67	86.52	0.159
8		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8	1.196	0.64	86.67	0.184
9		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9	1.483	0.61	87.26	0.221
10		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9	1.483	0.61	87.21	0.221
11		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9	1.483	0.61	86.73	0.219
12		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11	1.541	0.62	87.00	0.232
13		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12	1.561	0.62	87.15	0.236
14		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12	1.561	0.62	86.72	0.235
15		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14	1.675	0.64	86.47	0.256
16		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16	1.870	0.65	86.94	0.294
17		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18	1.957	0.66	86.18	0.308
18		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19	2.081	0.67	86.08	0.332
19	2	20	0.064	0.68	85.39	0.010

Tubería No.	Tramo No.	Área aferente No.	Área acumulada [ha]	C ponderado	I [mm/h]	Caudal de escorrentía [m³/s]
20		20 y 21	0.188	0.62	85.39	0.028
21		20, 21 y 22	0.297	0.67	85.94	0.048
22		20, 21, 22 y 23	0.440	0.71	86.99	0.075
23		20, 21, 22, 23 y 24	0.488	0.71	86.48	0.084
24		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 y 24	2.569	0.68	87.04	0.420
25	Unión 1 y 2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 y 24	2.569	0.68	87.06	0.420
26		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 y 24	2.569	0.68	87.05	0.420
27		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 y 24	2.569	0.68	87.1	0.420

7. DISEÑO HIDRÁULICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO

Para el diseño de la red de alcantarillado se hicieron los respectivos cálculos de los tramos, tanto del tramo de la red de alcantarillado combinado aguas pluviales y residuales, y de la red de alcantarillado pluvial, que son dos red de alcantarillado diferentes, a continuación se muestran los cálculos realizados y la determinación de los diámetros que puedan cumplir tanto con la normativa del decreto 330/2017 y el Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico, a continuación se encuentran los cálculos en mención.

Tabla 11. *Condiciones para la red de alcantarillado*
Fuente: elaboración propia

Material	PVC
Manning (n) conductos	0.009
Relación calado/diámetro [%]	93

Diámetro mínimo [pulgadas]	10
Tiempo de entrada a la red [min]	10
Periodo de retorno [años]	3

Alcantarillado pluvial

Tabla 12. *Cámaras y cotas*
Fuente: elaboración propia

Tramo No.	Cámara No.	Profundidad [m]	Cota base [msnm]
1	1	2.50	1950.420
	2	1.60	1946.650
	3	1.60	1941.160
	4	1.60	1932.130
	5	1.60	1928.680
	6	2.50	1923.710
	7	2.50	1919.570
	8	3.00	1910.360
	9	2.00	1905.930
	10	1.60	1905.390
	11	1.60	1904.600
	12	4.00	1900.870
	13	2.50	1897.670
	14	1.60	1897.090
	15	2.50	1894.930
	16	1.60	1891.690
	17	1.60	1889.820
	18	1.60	1885.870
2	19	1.60	1902.890
	20	1.60	1902.610
	21	3.00	1898.280
	22	2.50	1892.700
	23	5.50	1887.270
	24	1.60	1883.582
Unión 1 y 2	caída 1	6.50	1878.060
	caída 2	7.50	1870.400
	caída 3	9.00	1861.420
	caída 4	9.00	1852.940
	caída 5	3.60	1848.990

Tabla 13. *Distribución de tuberías y cámaras*
Fuente: elaboración propia

Tramo No.	Tubería No.	Áreas aferentes	Cámara inicio	Cámara fin
1	1	1	1	2

Tramo No.	Tubería No.	Áreas aferentes	Cámara inicio	Cámara fin
	2	1 y 2	2	3
	3	1, 2 y 3	3	4
	4	1, 2, 3 y 4	4	5
	5	1, 2, 3, 4 y 5	5	6
	6	1, 2, 3, 4, 5, y 6	6	7
	7	1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7	7	8
	8	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8	8	9
	9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9	9	10
	10	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9	10	11
	11	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9	11	12
	12	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11	12	13
	13	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12	13	14
	14	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12	14	15
	15	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14	15	16
	16	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16	16	17
	17	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18	17	18
	18	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19	18	24
2	19	20	19	20
	20	20 y 21	20	21
	21	20, 21 y 22	21	22
	22	20, 21, 22 y 23	22	23
	23	20, 21, 22, 23 y 24	23	Caída 1
Unión 1 y 2	24	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 y 24	Caída 1	Caída 2
	25	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 y 24	Caída 2	Caída 3
	26	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 y 24	Caída 3	Caída 4
	27	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 y 24	Caída 4	Caída 5

Tabla 14. *Tiempos de concentración*
Fuente: elaboración propia

Tramo No.	Tubería No.	t_e [s]	t_v [s]	t_c [s]	t_c [min]
1	1	600.00	7.94	607.94	10.13
	2	600.00	12.14	612.14	10.20
	3	600.00	19.32	619.32	10.32
	4	600.00	5.12	605.12	10.09

Tramo No.	Tubería No.	t_e [s]	t_v [s]	t_c [s]	t_c [min]
	5	600.00	4.21	604.21	10.07
	6	600.00	4.07	604.07	10.07
	7	600.00	8.84	608.84	10.15
	8	600.00	7.19	607.19	10.12
	9	600.00	0.96	600.96	10.02
	10	600.00	1.48	601.48	10.02
	11	600.00	6.60	606.60	10.11
	12	600.00	3.72	603.72	10.06
	13	600.00	2.14	602.14	10.04
	14	600.00	6.70	606.70	10.11
	15	600.00	9.30	609.30	10.16
	16	600.00	4.34	604.34	10.07
	17	600.00	12.42	612.42	10.21
	18	600.00	13.57	613.57	10.23
2	19	600.00	21.03	621.03	10.35
	20	600.00	21.08	621.08	10.35
	21	600.00	15.09	615.09	10.25
	22	600.00	3.87	603.87	10.06
	23	600.00	9.24	609.24	10.15
Unión 1 y 2	24	600.00	3.28	603.28	10.05
	25	600.00	3.13	603.13	10.05
	26	600.00	3.23	603.23	10.05
	27	600.00	2.59	602.59	10.04

Tabla 15. *Intensidad, caudal de escorrentía y diámetro de diseño*
Fuente: elaboración propia

Tubería No.	I [mm/h]	Caudal de escorrentía [m³/s]	Diametro [m]	Velocidad [m/s]	Tiempo de viaje [s]	Diámetro de diseño [m]	Diámetro de diseño [in]
1	86.60	0.050	0.125	3.20	7.94	0.227	10
2	86.21	0.070	0.140	3.58	12.14	0.227	10
3	85.55	0.098	0.173	3.28	19.32	0.227	10
4	86.87	0.127	0.183	3.81	5.12	0.227	10
5	86.95	0.141	0.181	4.30	4.21	0.227	10
6	86.97	0.154	0.193	4.13	4.07	0.236	12
7	86.52	0.159	0.193	4.28	8.84	0.235	12
8	86.67	0.184	0.202	4.52	7.19	0.246	12
9	87.26	0.221	0.217	4.67	0.96	0.265	12
10	87.21	0.221	0.219	4.61	1.48	0.267	12
11	86.73	0.219	0.249	3.53	6.60	0.304	14

Tubería No.	I [mm/h]	Caudal de escorrentía [m³/s]	Diámetro [m]	Velocidad [m/s]	Tiempo de viaje [s]	Diámetro de diseño [m]	Diámetro de diseño [in]
12	87.00	0.232	0.232	4.32	3.72	0.283	14
13	87.15	0.236	0.247	3.87	2.14	0.302	14
14	86.72	0.235	0.259	3.51	6.70	0.316	14
15	86.47	0.256	0.247	4.22	9.30	0.301	14
16	86.94	0.294	0.254	4.58	4.34	0.310	14
17	86.18	0.308	0.269	4.25	12.42	0.329	14
18	86.08	0.332	0.293	3.87	13.57	0.358	14
19	85.39	0.010	0.104	0.95	21.03	0.227	10
20	85.39	0.028	0.112	2.19	21.08	0.227	10
21	85.94	0.048	0.126	3.01	15.09	0.227	10
22	86.99	0.075	0.147	3.49	3.87	0.227	10
23	86.48	0.084	0.150	3.73	9.24	0.227	10
24	87.04	0.420	0.333	3.79	3.28	0.407	18
25	87.06	0.420	0.349	3.45	3.13	0.426	20
26	87.05	0.420	0.339	3.65	3.23	0.414	20
27	87.11	0.420	0.310	4.38	2.59	0.378	20

8. DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS OBRAS DE DRENAJE SUPERFICIAL

Información básica

El estudio se realizó con información de imágenes satelitales de Google Earth, complementada con información primaria recolectada por los consultores durante el trabajo de campo.

La información secundaria se obtuvo de los siguientes documentos:

- → Imágenes satelitales Google Earth.
- → Valores medios mensuales de precipitación total mensual, máxima en 24 h, tomados de datos suministrados por estaciones de la zona de proyecto, representativos de la climatología y con un período de registro suficiente para lograr tener una buena confiabilidad en los datos climatológicos resultantes.

Metodología

Para el análisis hidráulico, inicialmente se chequea la longitud del espejo de agua en la vía según las características de "bordillo", la cual está constituida por el bordillo y la sección transversal de la vía, la longitud del espejo de agua permisible depende del ancho de la vía, así como la existencia de bombeo o peralte en la misma. Una vez chequeado el "bordillo" se procede a elegir el tipo de estructura para extraer el agua de la vía y su localización. Entre las diferentes estructuras tenemos: sumideros, alcantarillas o transversales y canales, y finalmente se debe complementar las estructuras para el transporte y disposición final del flujo como lo son las tuberías de alcantarillado y las cámaras de inspección para zonas urbanas o los cabezotes y enrocados cuando no existe estructura de alcantarillado urbano.

→ **Sumideros**

Se deben instalar cuando el espejo del agua supere los límites recomendados en la resolución 0330 de 2017 –RAS.

Tabla 16. *Ancho de inundación admisible según la clasificación de la vía*
Fuente: resolución 0330 de 2017 – RAS

Ancho de la vía (m)	**Ancho de inundación admisible (m)**
< 6	2,00
≥ 6 y < 7	3,00
≥ 7 y < 9	3,50
≥ 9	4,00
** **Nota:** Si el bombeo es a los dos costados de la vía el ancho de inundación admisible deberá dividirse en dos (2).	

→ **Tubería de conexión sumidero - cámara**

Tubería de 10", con pendiente longitudinal del 2% y en PVC. En la memoria de cálculo se chequeo velocidad (menor a 5 m/s) y relación altura diámetro (menor al 90%, garantizando flujo a lámina libre).

→ **Tubería de alcantarillado**

Encargada de conectar cámaras de inspección. Debe instalarse a una profundidad mínima de 1.2 metros para vías con tránsito vehicular (Res. 0330 de 2017), con velocidades máximas hasta de 5 m/s y cuya velocidad mínima será

aquella que genere un esfuerzo cortante igual a 2 Pa. Con una relación altura de lámina diámetro menor al 90% (garantizando flujo a lámina libre).

→ **Cámaras de inspección**

Estructura de conexión e inspección con un diámetro interno mínimo de 1.20 metros para tuberías de conexión entre 200 a 500 mm (según Res. 0330 de 2017 – RAS). Para las cámaras se debe chequear que la pérdida de energía no ocasiones flujo a presión o entrada sumergida en la tubería de salida de la cámara.

→ **Bordillo vía**

Canal artificial conformado por el bordillo y la pendiente transversal de la vía. Para la determinación de la altura de la lámina y el ancho de inundación se emplea la fórmula de Manning adaptada para canales de sección triangular rectangular, en este caso no es necesario emplear cunetas para el drenaje superficial.

Aplicación de la metodología para el análisis de caudales pluviales para el diseño del drenaje superficial de la vía

Diseño hidráulico de sumideros

Con la información recopilada se procede a realizar el diseño hidráulico bajo las condiciones actuales, para cumplir este objetivo principalmente se utilizó el programa Excel, con el cual se representaba las condiciones de los sumideros de acuerdo con su diseño y a la hidrología encontrada en la zona, a continuación, se presente las tablas de resultados de los diseños hidráulicos de los sumideros.

Tabla 17. *Características del flujo en la cuneta*
Fuente: elaboración propia

Tramo No.	Sumidero No.	Q [m³/s]	n vía	Sx [m/m]	SL [m/m]	T[m]	Yn [m]
1	1	0.033	0.014	0.02	0.02	1.946	0.039
	2	0.033	0.014	0.02	0.02	1.946	0.039
	3	0.014	0.014	0.02	0.02	1.402	0.028
	4	0.014	0.014	0.02	0.02	1.402	0.028
	5	0.019	0.014	0.02	0.02	1.586	0.032
	6	0.019	0.014	0.02	0.02	1.586	0.032
	7	0.018	0.014	0.02	0.02	1.557	0.031
	8	0.018	0.014	0.02	0.02	1.557	0.031
	9	0.019	0.014	0.02	0.02	1.589	0.032

Tramo No.	Sumidero No.	Q [m³/s]	n vía	Sx [m/m]	SL [m/m]	T[m]	Yn [m]
	10	0.008	0.014	0.02	0.02	1.154	0.023
	11	0.008	0.014	0.02	0.02	1.154	0.023
	12	0.004	0.014	0.02	0.02	0.857	0.017
	13	0.004	0.014	0.02	0.02	0.857	0.017
	14	0.016	0.014	0.02	0.02	1.500	0.030
	15	0.016	0.014	0.02	0.02	1.500	0.030
	16	0.016	0.014	0.02	0.02	1.476	0.030
	17	0.016	0.014	0.02	0.02	1.476	0.030
	18	0.008	0.014	0.02	0.02	1.138	0.023
	19	0.008	0.014	0.02	0.02	1.138	0.023
	20	0.009	0.014	0.02	0.02	1.223	0.024
	21	0.015	0.014	0.02	0.02	1.450	0.029
	22	0.019	0.014	0.02	0.02	1.588	0.032
	23	0.048	0.014	0.02	0.02	2.252	0.045
	24	0.022	0.014	0.02	0.02	1.568	0.033
	25	0.032	0.014	0.02	0.02	1.933	0.039
	26	0.014	0.014	0.02	0.02	1.412	0.028
	27	0.023	0.014	0.02	0.02	1.704	0.034
2	28	0.027	0.014	0.02	0.02	1.806	0.036
	29	0.035	0.014	0.02	0.02	1.998	0.040
	30	0.012	0.014	0.02	0.02	1.331	0.027

Tabla 18. *Velocidad crítica en la rejilla*
Fuente: elaboración propia

Tramo No.	Sumidero No.	Le [m]	Le [ft]	V0 [ft/s]	V0 [m/s]
	1	3.254	10.675	3.220	0.981
	2	3.254	10.675	3.220	0.981
	3	2.219	7.281	2.658	0.810
	4	2.219	7.281	2.658	0.810
	5	2.564	8.411	2.843	0.867
	6	2.564	8.411	2.843	0.867
	7	2.509	8.230	2.815	0.858
	8	2.509	8.230	2.815	0.858
1	9	2.568	8.426	2.846	0.867
	10	1.769	5.803	2.375	0.724
	11	1.769	5.803	2.375	0.724
	12	1.251	4.103	1.939	0.591
	13	1.251	4.103	1.939	0.591
	14	2.403	7.882	2.759	0.841
	15	2.403	7.882	2.759	0.841
	16	2.357	7.732	2.734	0.833
	17	2.357	7.732	2.734	0.833

Tramo No.	Sumidero No.	Le [m]	Le [ft]	V0 [ft/s]	V0 [m/s]
	18	1.740	5.70?	2.355	0.718
	19	1.740	5.709	2.355	0.718
	20	1.893	6.211	2.460	0.750
	21	2.308	7.574	2.708	0.825
	22	2.567	8.422	2.845	0.867
	23	3.859	12.662	3.660	1.115
	24	2.719	8.922	2.924	0.891
	25	3.229	10.5?.2	3.204	0.977
	26	2.238	7.341	2.668	0.813
	27	2.787	9.14?	2.959	0.902
2	28	2.983	9.787	3.064	0.934
	29	3.355	11.008	3.283	1.001
	30	2.089	6.85?	2.583	0.787

Tabla 19. Caudal captado por el sumidero
Fuente: elaboración propia

Tramo No.	Sumidero No.	Ancho sumidero (W) [m]	Largo sumidero (L) [m]	Velocidad crítica [m/s]	Q_i [m³/S]	Q_s [m³/s]
	1	0.6	0.4	0.981	0.022	0.010
	2	0.6	0.4	0.981	0.022	0.010
	3	0.6	0.4	0.810	0.011	0.002
	4	0.6	0.4	0.810	0.011	0.002
	5	0.6	0.4	0.867	0.015	0.004
	6	0.6	0.4	0.867	0.015	0.004
	7	0.6	0.4	0.858	0.014	0.004
	8	0.6	0.4	0.858	0.014	0.004
	9	0.6	0.4	0.867	0.015	0.004
	10	0.6	0.4	0.724	0.008	0.001
	11	0.6	0.4	0.724	0.008	0.001
1	12	0.6	0.4	0.591	0.004	0.000
	13	0.6	0.4	0.591	0.004	0.000
	14	0.6	0.4	0.841	0.013	0.003
	15	0.6	0.4	0.841	0.013	0.003
	16	0.6	0.4	0.833	0.013	0.003
	17	0.6	0.4	0.833	0.013	0.003
	18	0.6	0.4	0.718	0.007	0.001
	19	0.6	0.4	0.718	0.007	0.001
	20	0.6	0.4	0.750	0.009	0.001
	21	0.6	0.4	0.825	0.012	0.003
	22	0.6	0.4	0.867	0.015	0.004
	23	0.6	0.4	1.115	0.030	0.018

Tramo No.	Sumidero No.	Ancho sumidero (W) [m]	Largo sumidero (L) [m]	Velocidad crítica [m/s]	Q_i [m^3/s]	Q_s [m^3/s]
	24	0.6	0.4	0.891	0.016	0.005
	25	0.6	0.4	0.977	0.022	0.010
2	26	0.6	0.4	0.813	0.012	0.002
	27	0.6	0.4	0.902	0.017	0.006
	28	0.6	0.4	0.934	0.019	0.008
	29	0.6	0.4	1.001	0.024	0.011
	30	0.6	0.4	0.787	0.010	0.002

9. SOCAVACIÓN

Socavación en obras menores

Siguiendo los lineamientos presentados en el numeral 6.4 del Manual de Drenaje para Carreteras se presenta a continuación los cálculos correspondientes a la socavación en obras menores, cuya metodología propuesta es la de Breusers y Raudhivi (1991).

Profundidad de socavación Y_s

Ecuación 4. *Profundidad de socavación en obras menores*

$$\frac{Y_s}{D} = 0.65 \left(\frac{V}{V_c^*}\right)^{1/3}$$

Donde:

Y_s: profundidad de socavación [m]
D: diámetro de la alcantarilla [m]
V: velocidad promedio en la alcantarilla [m/s]
V_c^*: velocidad cortante crítica para el material del suelo [m/s]

Tabla 20. *Cálculo de profundidad de socavación*
Fuente: elaboración propia

Parámetro	Valor	Observación
Y_s	0.29 m	Calculado
D	0.452 m	Tubería de 20"
V	5.64 m/s	Calculado en el Anexo 4

V_c	6.00 m/s	Velocidad máxima concreto ciclópeo (enrocado)

Longitud de socavación L_s

Ecuación 5. *Longitud de socavación en obras menores*

$$\frac{L_s}{D} = 15(F_r)^{2/3}$$

Donde:

L_s: longitud de socavación [m]

F_r: número de Froude

Tabla 21. *Cálculo de longitud de socavación*
Fuente: elaboración propia

Parámetro	Valor	Observación
L_s	1.72 m	Calculado
D	0.452 m	Tubería de 20"
F_r	0.13	Calculado

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

→ Las estructuras que se construyan deben garantizar un correcto funcionamiento hidráulico y deben permitir labores de inspección y mantenimiento. Se recomienda una limpieza de los sumideros debido a que la acumulación de residuos en la rejilla, ya que disminuye la capacidad hidráulica de estas estructuras. Los sumideros planteados tienen la capacidad para evacuar un caudal con periodo de retorno de 3 años, al igual que la red de alcantarillado.

→ Se debe conservar la integridad de los diseños presentados en los planos anexos, con el fin de garantizar el buen comportamiento de las estructuras planteadas.

→ La entrega de la escorrentía a la quebrada se debe realizar mediante un enrocado de 2.0 m de longitud y 1.0 m de ancho para evitar la socavación.

11. BIBLIOGRAFÍA

[1] Ministerio de Desarrollo Económico Dirección de Agua Potable y Saneamiento Basico, *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico*. 2000.

[2] Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, *Resolución 0330*. 2017.

[3] Wikipedia, "Departamento de Caldas," 2022. https://es.wikipedia.org/wiki/Caldas (accessed Oct. 26, 2022).

[4] Wikipedia, "Municipio de Salamina," 2022. https://es.wikipedia.org/wiki/Salamina_(Caldas) (accessed Oct. 26, 2022).

[5] INVÍAS, *Manual de drenaje para carreteras*. 2009.

[6] R. Vargas M and M. Diaz-Granados O, "Curvas sinteticas regionalizadas de Intensidad - Duración - Frecuencia para Colombia," Bogotá, 1997.

12. ANEXOS

Hidrología:

→ Anexo 1. Parámetros morfométricos y coeficientes de escorrentía
→ Anexo 2. Precipitación total mensual
→ Anexo 3. Curvas IDF
→ Anexo 4. Estimación de caudales pluviales

Hidráulica:

→ Anexo 1. Capacidad hidráulica sumideros
→ Anexo 2. Capacidad hidráulica tuberías sumideros
→ Anexo 3. Cálculo de la socavación

13. PLANOS

→ Plano 1. Plano de áreas aferentes
→ Plano 2. Plano de coberturas del suelo
→ Plano 3. Plano planta perfil de obras hidráulicas propuestas
→ Plano 4. Plano de detalles hidráulicos

ALCALDÍA DE MANIZALES

Contrato N° 2411151218: Estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del asentamiento humano Bajo Villa Jardín, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU.

CONTRATISTA: DAVID VALLEJO OSORIO

C.C. 75.096.478

ATRIA

ESTUDIO DE INGENIERIA

DISEÑO HIDRÁULICO

DISEÑADOR: NATALIA PÉREZ VALENCIA

MANIZALES, DICIEMBRE DE 2024

ALCALDÍA DE MANIZALES

ATRIA ESTUDIO DE INGENIERIA

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO 2
LISTA DE ILUSTRACIONES 3
LISTA DE TABLAS 3
LISTA DE ECUACIONES 4
1. INTRODUCCIÓN 5
2. OBJETIVOS Y ALCANCE 5
Objetivo general 5
Objetivos específicos 5
Alcances y limitaciones 6
3. LOCALIZACIÓN 6
4. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA 8
5. RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y TRABAJO DE CAMPO 9
6. CÁLCULO DE CAUDALES PLUVIALES 10
Información temporal 10
Características de la precipitación de la zona 12
Metodología de análisis lluvia – caudales 13
Método racional 14
Coeficiente de escorrentía 14
Intensidad de la lluvia 16
Área de drenaje 17
Determinación de la intensidad de diseño – Análisis hidrológico 17
Aplicación de la metodología para el análisis de lluvia – caudales 20
Coeficiente de escurrimiento para el diseño de la red de alcantarillado 20
Área de drenaje para la red de alcantarillado 20
Aplicación de la metodología para el análisis de lluvias – caudales en las redes de alcantarillado pluvial 20
Alcantarillado pluvial 21

7. DISEÑO HIDRÁULICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO 21
Alcantarillado pluvial 21
8. DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS OBRAS DE DRENAJE SUPERFICIAL 22
Información básica 22
Metodología 23
Aplicación de la metodología para el análisis de caudales pluviales para el diseño del drenaje superficial de la vía 24
Diseño hidráulico de sumideros 24
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 25
10. BIBLIOGRAFÍA 26
11. ANEXOS 26
12. PLANOS 27

LISTA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. LOCALIZACIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO 7
ILUSTRACIÓN 2. LOCALIZACIÓN PUNTUAL DE LA ZONA DE ESTUDIO 8
ILUSTRACIÓN 3. PRECIPITACIÓN PROMEDIO MULTIANUAL 11
ILUSTRACIÓN 4. DISTRIBUCIÓN MULTIANUAL DE LA PRECIPITACIÓN 12
ILUSTRACIÓN 5. CURVAS IDF ESTACIÓN SELECCIONADA 18

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. COORDENADAS DE REFERENCIA 7
TABLA 2. INFORMACIÓN DE LAS ESTACIONES UTILIZADAS 10
TABLA 3. PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL 10
TABLA 4. VALORES DE COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA EN ÁREAS URBANAS 15
TABLA 5. VALORES DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA EN ÁREAS RURALES 16
TABLA 6. PARÁMETRO DE REGIONALIZACIÓN PARA LA REGIÓN ANDINA 17
TABLA 7. VALORES DE INTENSIDAD [MM/H] PARA LA ESTACIÓ 17
TABLA 8. PERIODOS DE RETORNO 19
TABLA 9. ÁREAS Y COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA 20
TABLA 10. CAUDALES DE ESCORRENTÍA 21

TABLA 11. CONDICIONES PARA LA RED DE ALCANTARILLADO 21
TABLA 12. CÁMARAS Y COTAS 21
TABLA 13. DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS Y CÁMARAS 22
TABLA 14. TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN 22
TABLA 15. INTENSIDAD, CAUDAL DE ESCORRENTÍA Y DIÁMETRO DE DISEÑO 22
TABLA 16. ANCHO DE INUNDACIÓN ADMISIBLE SEGÚN LA CLASIFICACIÓN DE LA VÍA 23
TABLA 17. CARACTERÍSTICAS DEL FLUJO EN LA CUNETA 25
TABLA 18. VELOCIDAD CRÍTICA EN LA REJILLA 25
TABLA 19. CAUDAL CAPTADO POR EL SUMIDERO 25

LISTA DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1. MÉTODO RACIONAL 14
ECUACIÓN 2. INTENSIDAD DE LA LLUVIA 16
ECUACIÓN 3. TIEMPO DE ENTRADA DE LA CUENCA 19

1. INTRODUCCIÓN

Con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes del barrio San Sebastián, se procede a realizar los diseños para la construcción de un alcantarillado pluvial como complemento a los estudios para construcción de la vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU, por lo tanto, a continuación, se presentan los capítulos que componen los estudios y diseños de esta red, ajustada a la normativa vigente y trazada en base al diseño geométrico propuesto y a las obras del sistema de alcantarillado actual.

2. OBJETIVOS Y ALCANCE

Objetivo general

Realizar los estudios y diseños para la construcción de las vías vehiculares y peatonales correspondientes al proyecto de legalización urbanística del asentamiento humano Bajo Villa Jardín, localizado en la comuna La Macarena de la ciudad de Manizales y estudios y diseños para la construcción de una vía correspondiente a la licencia de urbanismo 17-2-0617-LU.

Objetivos específicos

- → Realizar el análisis hidrológico del área de estudio de acuerdo con las curvas de intensidad, duración y frecuencia obtenidas a partir de las estaciones meteorológicas localizadas lo más próximo posible al área de estudio y el cálculo de la intensidad de precipitación de la zona de estudio en base a los usos del suelo del área.
- → Identificar los cuerpos y cursos de agua que cruzan las vías en el área de estudio, determinando características físicas como: área de la cuenca, longitud del cauce principal y pendiente.
- → Determinación de caudales de diseño para cada una de las estructuras hidráulicas.
- → Determinar la localización de las obras de drenaje complementarias como resultado del análisis de las condiciones geológicas, geomorfológicas e hidráulicas y de diseño geométrico.

→ Dimensionar las obras hidráulicas: alcantarillas, sumideros y las que sean necesarias, de acuerdo con los estándares solicitados en las especificaciones vigentes.
→ Dimensionar las tuberías de la red de alcantarillado que evacuan las aguas pluviales de las calles y viviendas aferentes y las cámaras de inspección necesarias.

Alcances y limitaciones

Según la información proporcionada se realizará la revisión hidráulica de un tramo de la red de alcantarillado (solo pluvial) de la cabecera municipal, este análisis se realizará teniendo como lineamiento las recomendaciones consignadas en el RAS (Reglamento del sector de Agua potable y Saneamiento básico) [1] así como la normatividad presentada en la Resolución 0330/2017 del Ministerio de Vivienda [2].

En el presente informe técnico se presentan los siguientes alcances, los cuales se desarrollan a lo largo de este.

→ Diseño de elementos de recolección de aguas lluvias.
→ Verificación de las pendientes de las áreas tributarias y diseño del manejo de aguas lluvias y su escorrentía superficial.
→ Diseño de elementos de captación y conducción de aguas lluvias.
→ Los diseños presentados incluirán las áreas tributarias, caudales de diseño, longitudes, pendientes, diámetros, materiales y tipo de tubería.
→ Información de los resultados del cálculo hidráulico.
→ Conclusiones y recomendaciones.

3. LOCALIZACIÓN

La vía objeto de este estudio se localiza en la ciudad de Manizales – Caldas, específicamente en el barrio San Sebastián, cuyas coordenadas se presentan en la **Tabla 1** y se representa en la **Ilustración 1**

Tabla 1. Coordenadas de referencia
Fuente: elaboración propia

Tramo	Norte	Este	Sistema de referencia y origen
Inicio	5° 5'25.76"N	75°29'30.75"O	WGS84
	1054875.390	1175842.852	Magna Origen Oeste
Fin	5° 5'28.58"N	75°29'30.78"O	WGS84
	1054962.244	1175840.833	Magna Origen Oeste

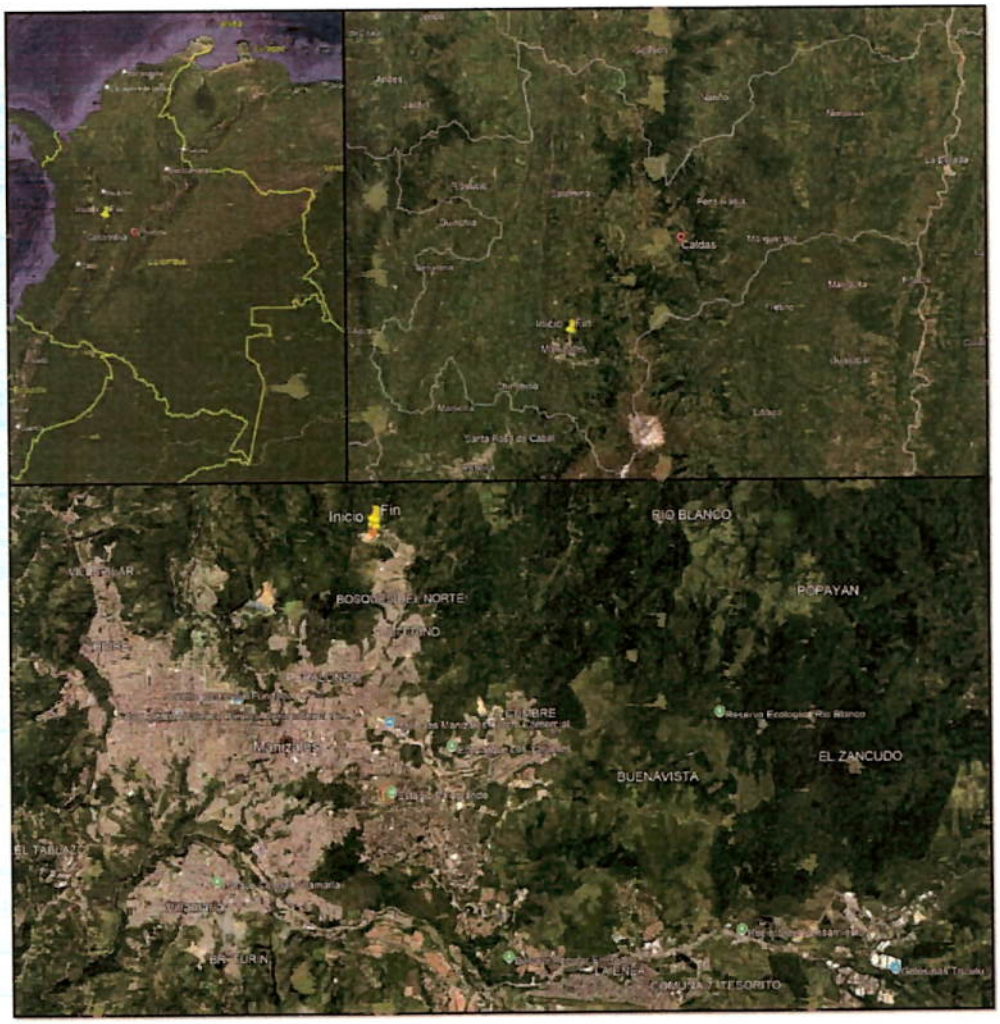


***Ilustración 1**. Localización general de la zona de estudio*
Fuente: elaborado a partir de Google Earth



Ilustración 2. *Localización puntual de la zona de estudio*
Fuente: elaborado a partir de Google Earth

4. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

Para la realización de los estudios hidrológicos e hidráulicos es necesaria la recopilación de información básica existente de cartografía y datos de precipitación de las estaciones pluviométricas y climatológicas que se encuentran en la zona de influencia del proyecto.

En el desarrollo del componente hidrológico, se analiza la información existente de curvas IDF en la zona de influencia o en caso de no existir esta información se buscarán registros de lluvias en la zona de influencia, con lo cual se pretende calcular de acuerdo con los métodos recomendados en la literatura, los caudales diferentes a los tramos a intervenir.

Después de realizar la revisió hidráulica se proponen las obras necesarias par garantizar el buen funcionamiento de la red después de la intervención del tramo.

Con base en los resultados obtenidos en cada uno de los estudios se realizan las recomendaciones pertinentes. A continuación, se desarrolla cada uno de los componentes indicados anteriormente.

Par cumplir con los objetivos planteados se desarrollarán diferentes etapas las cuales se presentan a continuación.

5. RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y TRABAJO DE CAMPO

A continuación, se resume la información hidráulica necesaria para el proyecto:

→ **Información básica**

Para la identificación de las cuencas hidrográficas urbanas aferentes a los tramos viales y la determinación de sus características morfométricas se utilizó las imágenes satelitales de Google Earth y las inspecciones visuales en campo.

→ **Información hidroclimatológica**

Para la caracterización del régimen de lluvias, se recopiló la información climatológica de las estaciones localizadas en el área de las cuencas hidrográficas y en sus proximidades, la información obtenida corresponde a las estaciones operadas por CHEC, Corpocaldas y la UGR

→ **Hidrología**

Características de la precipitación en la zona de estudio con el fin de conocer la intensidad de la precipitación en la zona de estudio. Las estaciones previamente seleccionadas por su proximidad fueron: Antenas – Alto del Guamo 170010301047, Q. El Guamo – CDI San Sebastián 170010302026 y Bosques del Norte 17001010100, sin embargo, mediante un análisis con polígonos de Thiessen se determinó que solo la estación Q. El Guamo – CDI San Sebastián tiene influencia sobre las áreas aferentes delimitadas para la zona de interés.

Tabla 2. *Información de las estaciones utilizadas*
Fuente: elaboración propia

Datos	Estación
Nombre	Q. El Guamo – CDI San Sebastián
Código	170010302026
Operada por	Corpocaldas
Categoría	Hidrometeorológica
Municipio	Manizales
Longitud	75° 29' 13.2'' W
Latitud	5° 5' 12.8'' N
Elevación [msnm]	1659
Años de registro	10

6. CÁLCULO DE CAUDALES PLUVIALES

Información temporal

La información temporal consiste en la precipitación diaria media por las estaciones pluviométricas para la zona de interés. Para el presente estudio se tomó como referencia la estación mencionada con anterioridad.

Con base en la información proporcionada por su operador para la estación en mención, se extrajeron los datos mostrados en la **Tabla 3** con el objeto de analizar y comparar las tendencias de precipitación en su zona de influencia.

La información de la **Tabla 3** corresponde a la suma de las precipitaciones mensuales anuales, es decir cada mes se sumaron las precipitaciones que ocurrieron durante el mes y se hizo el análisis que se presenta a continuación.

Esta información es diferente de la precipitación máxima multianual en 24 horas, debido a que esta corresponde a la suma de precipitaciones que ocurren en un día y es con esta que se toma la precipitación promedio para el cálculo de la intensidad de las lluvias.

Tabla 3. *Precipitación total mensual*
Fuente: elaboración propia

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2015												32.0	32.0
2016	89.0	101.8	110.2	158.2	197.4	48.6	44.6	64.6		354.8	309.6	171.6	1650.4
2017	69.0	283.0	318.4	51.4			71.0	55.0	126.0	219.2	187.2	177.6	1577.8

2018	162.8	212.4	140.8	196.0	201.0	81.2	67.6	106.2	266.2	69.2		26.0	1329.4
2019	273.6	282.2	195.4	235.2	222.0			26.4		173.0	317.0	210.4	1935.2
2020	68.6	86.8	180.2	211.2	99.2	150.0	116.0	135.2	172.0	225.2	204.4	161.0	1812.8
2021	75.4	232.2	310.0	123.2	193.2	147.6	66.8	332.0	153.2	216.4	258.2	111.6	2217.8
2022	156.2	166.4	334.6	301.8	158.6	251.6	134.8	159.0	186.8	234.4	245.6	168.0	2497.8
2023	147.4	97.8	312.4	205.8	203.8	44.0	51.6	69.8	48.4	213.0	162.4	119.2	1675.6
2024	34.8	64.4	102.2	235.8	213.0	208.4	122.6	127.0	79.8	156.2	281.4		1625.6
Promedio mensual	119.4	169.7	222.7	191.0	186.0	133.2	84.4	121.7	147.5	206.8	245.7	130.8	-
Máximo	273.6	283.0	334.6	301.8	222.0	251.6	134.8	332.0	266.2	354.8	317.0	210.4	-
Mínimo	34.8	64.4	102.2	51.4	99.2	44.0	44.6	26.4	48	69.2	162.4	26.0	-

A partir de la información anterior se puede apreciar la caracterización de las lluvias en la zona de interés. En donde se observa un régimen de lluvias bimodal, siendo en los meses de marzo y noviembre los meses con mayores precipitaciones del año y los meses de enero y julio los meses más secos del año.

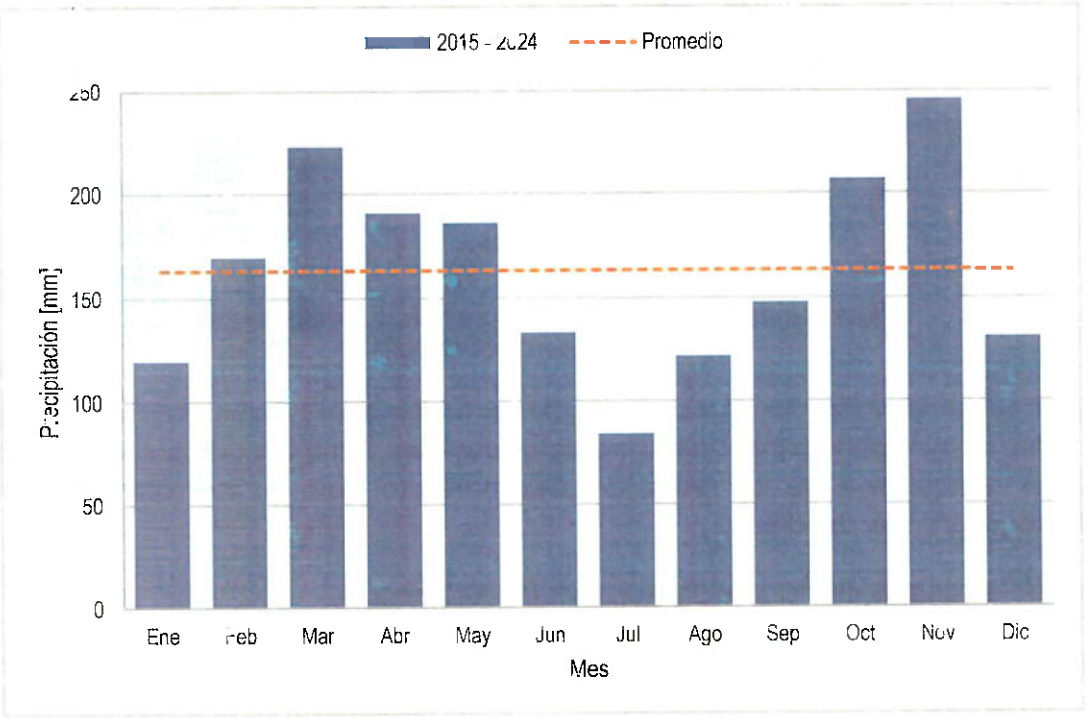
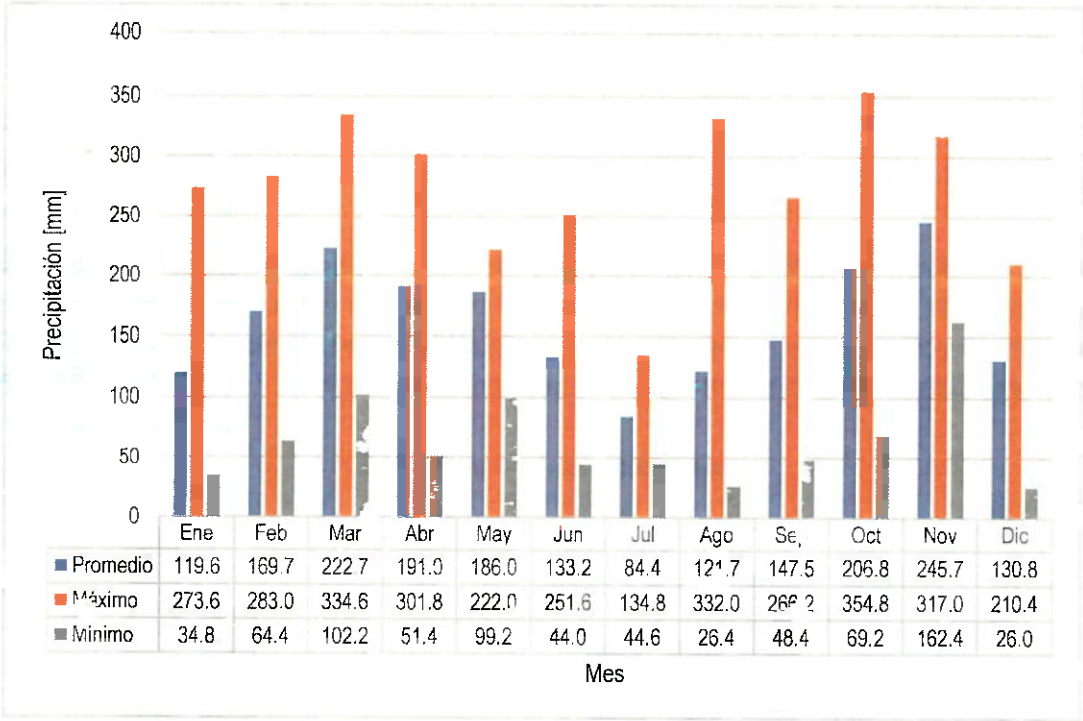


Ilustración 3. *Precipitación promedio multianual*
Fuente: elaboración propia

En la **Ilustración 4** se puede observar la distribución multianual de la precipitación, en donde se observan los registros históricos de precipitaciones máximas, mínimas y promedio.



	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Promedio	119.6	169.7	222.7	191.0	186.0	133.2	84.4	121.7	147.5	206.8	245.7	130.8
Máximo	273.6	283.0	334.6	301.8	222.0	251.6	134.8	332.0	266.2	354.8	317.0	210.4
Mínimo	34.8	64.4	102.2	51.4	99.2	44.0	44.6	26.4	48.4	69.2	162.4	26.0

Ilustración 4. *Distribución multianual de la precipitación*
Fuente: elaboración propia

Después de conocer las condiciones de actuales de la zona para el drenaje urbano, se calculan los caudales y velocidades que han a circular por las tuberías de los sumideros y de las redes de alcantarillado además del cálculo de la hidrología urbana de la zona.

Características de la precipitación de la zona

Una vez obtenidos los registros de precipitación de la estación hidrométrica del sitio del proyecto, se toman los valores máximos instantáneos anuales de datos históricos de precipitaciones de la zona. El cálculo hidrológico de las estructuras como alcantarillas u obras de drenaje, deberá basar el análisis en la información disponible sobre lluvias máximas de la zona y en las características físicas de la

misma y así mismo la determinación de caudales dependiendo de la metodología a utilizar; serán de gran importancia los valores de precipitaciones máximas en 24 horas, pues a partir de dichos registros se crearán curvas de comportamiento para diferentes periodos de retorno.

Los valores de precipitación permiten determinar la evolución temporal de los caudales de escorrentía y para ello se necesita información de lluvia que describa su variabilidad temporal, como histogramas.

Metodología de análisis lluvia – caudales

Existen varios métodos para el cálculo de caudales, ellos dependiendo de si se cuenta con datos históricos de caudal en el sitio del proyecto, para lo cual se puede trabajar con los datos históricos de caudales máximos instantáneos de manera que se ajusten a distribuciones probabilísticas y se hagan inferencias estadísticas. O bien, se realice la transposición de los datos de caudal en el caso de que la estación hidrométrica sobre la corriente de agua que cruza la vía no se encuentre exactamente en el sitio del proyecto sino en la misma hoya hidrográfica [5].

Para este caso, no existen registros de aforo de caudales, por lo cual se utilizan los modelos lluvia-escorrentía de acuerdo con los rangos de aplicación según el área de la cuenca y que son utilizados cuando no existe la posibilidad de obtener medidas directas de caudales de drenaje en hoyas hidrográficas, siendo modelos en los cuales se calcula la escorrentía superficial.

De esta manera, a través de datos históricos de lluvia de corta duración, existentes en la cuenca de interés y representativos de ella, aplicados a la hoya hidrográfica con características específicas geométricas, de suelos, vegetación, etc., se calcula el caudal máximo instantáneo de escorrentía superficial sobre la hoya. Se cuenta con dos métodos para ello: el método racional y el método del hidrograma de escorrentía superficial; propiamente el hidrograma unitario del Soil Conservation Service de los Estados Unidos; Su aplicabilidad dependerá directamente de las áreas de drenaje. Para areas de drenaje inferiores a 80 ha se puede recurrir al método racional, teniendo en cuenta: el periodo de retorno, la intensidad de la lluvia, el tiempo de concentración y el tipo de cobertura, para la transformación de la lluvia en escorrentía [1], [2].

Según el análisis, los tramos de vías en estudio tienen áreas inferiores a 80 ha, por lo tanto, únicamente se utilizó el método racional para la transformación lluvia-escorrentía.

Método racional

El método racional permite hacer estimaciones de los caudales máximos de escorrentía usando las intensidades máximas de precipitación. Básicamente, se formula que el caudal máximo de escorrentía es directamente proporcional a la intensidad máxima de la lluvia para un período de duración igual al tiempo de concentración, aplicando una lluvia de características "homogéneas" sobre al área de la cuenca.

Al utilizar el método racional, se supone que el caudal toma un valor de caudal máximo pico Q_p, cuando, debido a una cierta intensidad de lluvia sobre el área de drenaje, es producido por esa precipitación que se mantiene por un tiempo igual al periodo de concentración del caudal en el punto en consideración [5].

La ecuación que define el método racional considera que toda la cuenca estará contribuyendo a formar el caudal de la escorrentía cuando transcurre todo el tiempo de concentración de la cuenca, así, el caudal calculado en consecuencia corresponde al valor máximo.

Ecuación 1. *Método racional*

$$Q = \frac{c\, i\, A}{3{,}6}$$

Donde:
Q: caudal [m³/s]
c: coeficiente de escorrentía
i: intensidad de la lluvia en la zona [mm/h]
A: área de influencia [km²]

Coeficiente de escorrentía

Teniendo en cuenta la cobertura, textura del suelo y pendiente de la zona del proyecto, se definió el coeficiente de escorrentía, de acuerdo con los valores

establecidos en la siguiente tabla tomada del manual de drenaje para carreteras de INVÍAS [5].

Tabla 4. *Valores del coeficiente de escorrentía en áreas urbanas*
Fuente: tabla 2.9 del manual de drenaje de carreteras del INVÍAS [5]

TIPO DE ÁREA DE DRENAJE	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA C
PRADOS	
Suelos arenosos, planos, 2%	0.05 - 0.10
Suelos arenosos, promedio, 2 -7 %	0.15 - 0.20
Suelos pesados (arcillosos), planos, 2%	0.13 - 0.17
Suelos pesados (arcillosos), promedio, 2 -7 %	0.18 - 0.22
Suelos pesados (arcillosos), pendientes, 7%	0.25 - 0.35
DISTRITOS COMERCIALES	
Areas de centro de ciudad	0.70 - 0.95
Areas vecinas	0.50 - 0.70
RESIDENCIAL	
Casas individuales separadas	0.30 - 0.50
Casas multifamiliares separadas	0.40 - 0.60
Casas multifamiliares unidas	0.60 - 0.75
Suburbana	0.25 - 0.40
Areas de apartamentos de vivienda	0.50 - 0.70
INDUSTRIAL	
Areas livianas	0.50 - 0.80
Areas pesadas	0.60 - 0.90
PARQUES CEMENTERIOS	0.10 - 0.25
CAMPOS DE JUEGOS	0.20 - 0.35
AREAS DE PATIOS DE FERROCARRILES	0.20 - 0.40
AREAS NO DESARROLLADAS	0.10 - 0.30
CALLES	
Asfaltadas	0.70 - 0.95
Concreto	0.80 - 0.95
Ladrillo	0.70 - 0.85
CALZADAS Y ALAMEDAS	0.75 - 0.85
TECHOS	0.75 - 0.95

Tabla 5. *Valores del coeficiente de escorrentía en áreas rurales*
Fuente: tabla 2.10 del manual de drenaje de carreteras del INVÍAS [5]

VEGETACIÓN Y TOPOGRAFÍA Y	TEXTURA DEL SUELO		
	FRANCO ARENOSO	FRANCO LIMO ARCILLOSO	ARCILLOSO
BOSQUES			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.25	0.35	0.50
Montañoso	0.30	0.50	0.60
PASTOS			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.16	0.36	0.55
Montañoso	0.22	0.42	0.60
TIERRAS CULTIVADAS			
Plano	0.30	0.50	0.60
Ondulado	0.40	0.60	0.70
Montañoso	0.52	0.72	0.82
Nota: Plano (pendiente 0 - 5%); Ondulado (pendiente 5 - 10%); Montañoso (pendiente 10 - 30%). Para valores mayores al 30 %, a falta de datos, utilizar los valores para pendientes entre el 10 y el 30 %.			

Para las zonas de análisis, se definieron dos valores para el coeficiente de escorrentía que corresponden a zonas residenciales, casas multifamiliares unidas, donde se empleó el valor de 0.75, y calles asfaltadas con 0.95.

Intensidad de la lluvia

La intensidad de la lluvia se define como el volumen o cantidad de precipitación que cae sobre un lugar en un tiempo determinado, para una frecuencia o periodo de retorno. El método empleado para su cálculo en el presente proyecto fue por medio de la elaboración de curvas sintéticas regionalizadas de Intensidad – Duración - Frecuencia (IDF), a partir de la ecuación de intensidad propuesta por Vargas y Díaz – Granados [6] en la cual se utilizaron los parámetros de regionalización propuestos para la zona Andina. La ecuación propuesta está dada por la siguiente expresión:

Ecuación 2. *Intensidad de la lluvia*

$$i = \frac{a \times T_R^b \times M^d \times N^e}{t^c}$$

Donde:
i: intensidad de la lluvia [mm/h]
T_R: periodo de retorno [años]
M: precipitación máxima promedio anual en 24 h a nivel multianual [mm]
N: promedio mensual de días con lluvia a nivel multianual [días]
t: duración de la lluvia [horas]
a, b, c, d, e: parámetros de regresión

Para la elaboración de las curvas IDF se utilizaron duraciones de lluvia entre 5 y 120 minutos, escogiendo para el cálculo final, el tiempo de concentración en cada una de las áreas aferentes (cuencas), y se evaluaron periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años. Los parámetros propuestos por Vargas y Díaz – Granados [6] para la región Andina se presentan en la **Tabla 6.**

Tabla 6. *Parámetro de regionalización para la región andina*
Fuente: tomado de Vargas y Díaz – Granados [6]

Parámetro	Valor
a	1.22
b	0.19
c	0.66
d	0.80
e	-0.05

Área de drenaje

En base a los informes de las salidas de campo, las imágenes satelitales de Google Earth y la topografía levantada de la zona se determinó para el tramo completo el ancho drenante, que junto con la longitud del tramo permiten estimar el área de aporte (área tributaria).

Determinación de la intensidad de diseño – Análisis hidrológico

Tabla 7. *Valores de intensidad [mm/h] para la estació*
Fuente: elaboración propia

Duración (t) [min]	Periodo de retorno [años]						
	2	5	10	20	25	50	100
5	210.1	250.0	285.2	325.3	339.4	387.2	441.7
10	132.9	158.2	180.5	205.9	214.8	245.1	279.5
20	84.1	100.1	114.2	130.3	136.0	155.1	176.9
30	64.4	76.6	87.4	99.7	104.0	118.7	135.4
40	53.2	63.4	72.3	82.5	86.0	98.2	112.0

Duración (t) [min]	Periodo de retorno [años]						
	2	5	10	20	25	50	100
50	46.0	54.7	62.4	71.2	74.3	84.7	96.6
60	40.7	48.5	55.3	63.1	65.8	75.1	85.7
70	36.8	43.8	50.0	57.0	59.5	67.8	77.4
80	33.7	40.1	45.8	52.2	54.5	62.1	70.9
90	31.2	37.1	42.3	48.3	50.4	57.5	65.6
100	29.1	34.6	39.5	45.0	47.0	53.6	61.2
110	27.3	32.5	37.1	42.3	44.1	50.3	57.4
120	25.8	30.7	35.0	39.9	41.7	47.5	54.2

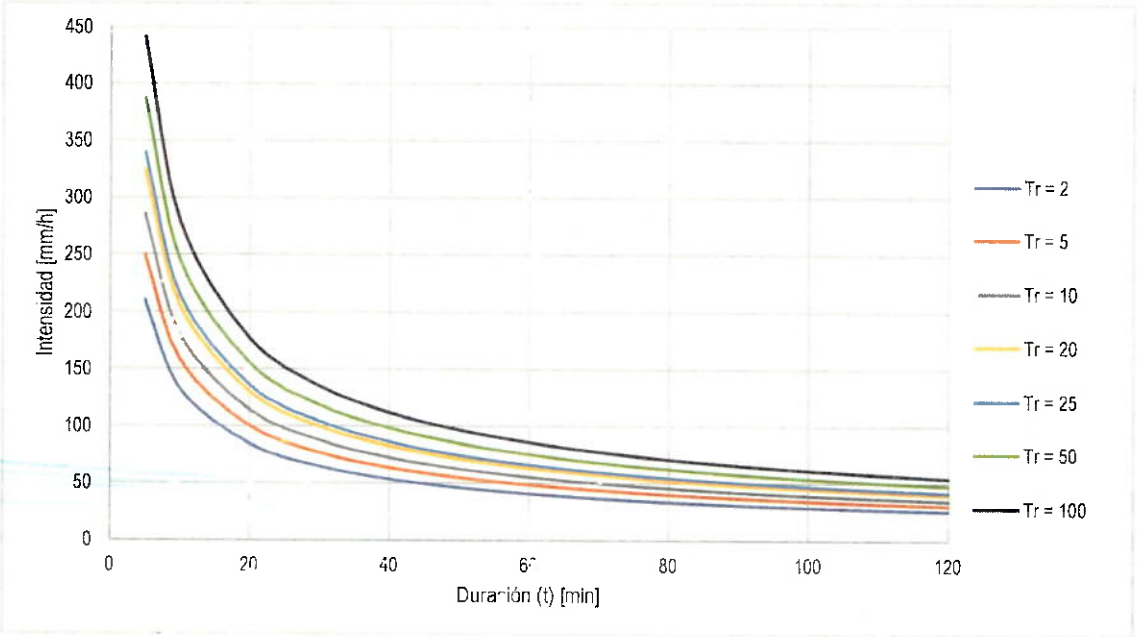


Ilustración 5. *Curvas IDF estación seleccionada*
Fuente: elaboración propia

Para utilizar la ecuación de la curva IDF se debe definir el periodo de retorno, el cual está determinado según el artículo 135 de la resolución 0330/2017 [2], en el cual se determina un periodo de retorno para cada caso. En este caso se adopta un T_R de 10 años para el diseño de la red de alcantarillado.

Tabla 8. *Periodos de retorno*
Fuente: tabla 16 de la resolucion 0330 de 2017 [2]

Características del área de drenaje	Período de retorno (años)
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores de 2 hectáreas	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales, con áreas tributarias menores de 2 hectáreas	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 hectáreas	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores de 10 hectáreas	10
Canales abiertos que drenan áreas menores a 1000 hectáreas	50
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores a 1000 hectáreas	100
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan áreas mayores a 1000 hectáreas	100

También se debe tener en cuenta el tiempo de entrada de la cuenca, para obtener la intensidad de la lluvia, para el presente estudio se utilizará la fórmula del tiempo de concentración propuesta por Témez.

Ecuación 3. *Tiempo de entrada de la cuenca*

$$t_e = 3600 \times 0.3 \times \left(\frac{L}{S^{1/4}}\right)^{0.76}$$

Donde:
t_e: tiempo de entrada [s]
L: longitud de la cuenca [km]
S: pendiente media de la cuenca [m/m]

En los tramos donde también se tiene tránsito del agua en las tuberías se debe tener en cuenta el tiempo de viaje (t_v) del agua dentro de la tubería, este valor se obtiene de la velocidad y la longitud de la tubería.

La duración entonces se toma como el tiempo de concentración, este será la suma del tiempo de entrada y el tiempo de viaje, si es el caso.

Aplicación de la metodología para el análisis de lluvia – caudales

Coeficiente de escurrimiento para el diseño de la red de alcantarillado

Para definir el factor C, de la cobertura, se utiliza la información de la **Tabla 4** y de la **Tabla 5**, donde el coeficiente de escorrentía se determina según el tipo de cobertura y la ubicación de la zona; definiendo entonces un valor de dicho coeficiente dependiendo de las condiciones del lugar.

Para facilitar la definición del coeficiente C, se superpuso las áreas de drenaje con una imagen satelital como se puede observar en de las imágenes anteriormente expuestas de la zona.

Tabla 9. *Áreas y coeficientes de escorrentía*
Fuente: elaboración propia

Área aferente No.	Área [ha]	C
1	0.160	0.85
2	0.286	0.89

Área de drenaje para la red de alcantarillado

Teniendo en cuenta la red de alcantarillado pluvial y las condiciones topográficas en cada uno de los tramos se logró identificar las áreas aferentes.

Inicialmente se identifica las redes de alcantarillado pluvial que se encuentran alrededor de la vía que se va a intervenir, más adelante se evalúan las áreas aferentes a esta red, con esto se logra construir las diferentes áreas aportantes.

Aplicación de la metodología para el análisis de lluvias – caudales en las redes de alcantarillado pluvial

Para iniciar con el cálculo del caudal de aguas lluvias de cada uno de los tramos de la red de alcantarillado, se realiza de acuerdo con lo explicado anteriormente.

Con los parámetros necesarios para el cálculo de las aguas lluvias se procede a obtener los caudales de aguas lluvias, como se muestran en la ecuación del método racional.

Alcantarillado pluvial

Tabla 10. Caudales de escorrentia
Fuente: elaboración propia

Tubería No.	Área aferente No.	Área acumulada [ha]	C ponderado	I [mm/h]	Caudal de escorrentía [m³/s]
1	1	0.160	0.85	142.43	0.054
2	2	0.286	0.89	140.94	0.099
3	2	0.286	0.89	142.66	0.100
4	2	0.286	0.89	142.43	0.100

7. DISEÑO HIDRÁULICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO

Para el diseño de la red de alcantarillado se hicieron los respectivos cálculos de los tramos, tanto del tramo de la red de alcantarillado combinado aguas pluviales y residuales, y de la red de alcantarillado pluvial, que son dos red de alcantarillado diferentes, a continuación se muestran los cálculos realizados y la determinación de los diámetros que puedan cumplir tanto con la normativa del decreto 330/2017 y el Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico, a continuación se encuentran los cálculos en mención.

Tabla 11. Condiciones para la red de alcantarillado
Fuente: elaboración propia

Material	PVC
Manning (n) conductos	0.009
Relación calado/diámetro [%]	73
Diámetro mínimo [pulgadas]	10
Tiempo de entrada a la red [min]	10
Periodo de retorno [años]	3

Alcantarillado pluvial

Tabla 12. Cámaras y cotas
Fuente: elaboración propia

Cámara No.	Profundidad [m]	Cota base [msnm]
1	1.60	2100.230
2	1.60	2098.020
3	1.60	2097.280
4	2.30	2096.870

Cámara No.	Profundidad [m]	Cota base [msnm]
existente 1	3.00	2096.530

Tabla 13. *Distribución de tuberías y cámaras*
Fuente: elaboración propia

Tubería No.	Áreas aferentes	Cámara inicio	Cámara fin
1	1	1	Existente 1
2	2	2	3
3	2	3	4
4	2	4	Existente 1

Tabla 14. *Tiempos de concentración*
Fuente: elaboración propia

Tubería No.	t_e [s]	t_v [s]	t_c [s]	t_c [min]
1	600.00	7.37	607.37	10.12
2	600.00	17.14	617.14	10.29
3	600.00	5.89	605.89	10.10
4	600.00	7.36	607.36	10.12

Tabla 15. *Intensidad, caudal de escorrentía y diámetro de diseño*
Fuente: elaboracion propia

Tubería No.	I [mm/h]	Caudal de escorrentía [m³/s]	Diámetro [m]	Velocidad [m/s]	Tiempo de viaje [s]	Diámetro de diseño [m]	Diámetro de diseño [in]
1	142.43	0.054	0.132	3.09	7.37	0.227	10
2	140.94	0.099	0.222	2.01	17.14	0.227	10
3	142.66	0.100	0.210	2.29	5.89	0.227	10
4	142.43	0.100	0.221	2.06	7.36	0.227	10

8. DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS OBRAS DE DRENAJE SUPERFICIAL

Información básica

El estudio se realizó con información de imágenes satelitales de Google Earth, complementada con información primaria recolectada por los consultores durante el trabajo de campo.

La información secundaria se obtuvo de los siguientes documentos:

→ Imágenes satelitales Google Earth.

→ Valores medios mensuales de precipitación total mensual, máxima en 24 h, tomados de datos suministrados por estaciones de la zona de proyecto, representativos de la climatología y con un período de registro suficiente para lograr tener una buena confiabilidad en los datos climatológicos resultantes.

Metodología

Para el análisis hidráulico, inicialmente se chequea la longitud del espejo de agua en la vía según las características de "bordillo", la cual está constituida por el bordillo y la sección transversal de la vía, la longitud del espejo de agua permisible depende del ancho de la vía, así como la existencia de bombeo o peralte en la misma. Una vez chequeado el "bordillo" se procede a elegir el tipo de estructura para extraer el agua de la vía y su localización. Entre las diferentes estructuras tenemos: sumideros, alcantarillas o transversales y canales, y finalmente se debe complementar las estructuras para el transporte y disposición final del flujo como lo son las tuberías de alcantarillado y las cámaras de inspección para zonas urbanas o los cabezotes y enrocados cuando no existe estructura de alcantarillado urbano.

→ **Sumideros**

Se deben instalar cuando el espejo del agua supere los límites recomendados en la resolución 0330 de 2017 –RAS.

Tabla 16. *Ancho de inundación admisible según la clasificación de la vía*
Fuente: resolución 0330 de 2017 - RAS

Ancho de la vía (m)	**Ancho de inundación admisible (m)**
< 6	2,00
≥ 6 y < 7	3,00
≥ 7 y < 9	3,50
≥ 9	4,00
** **Nota: Si el bombeo es a los dos costados de la vía el ancho de inundación admisible deberá dividirse en dos (2).**	

→ **Tubería de conexión sumidero – cámara**

Tubería de 10", con pendiente longitudinal del 2% y en PVC. En la memoria de cálculo se chequeo velocidad (menor a 5 m/s) y relación altura diámetro (menor al 90%, garantizando flujo a lámina libre).

→ **Tubería de alcantarillado**

Encargada de conectar cámaras de inspección. Debe instalarse a una profunaidad mínima de 1.2 metros para vías con tránsito vehicular (Res. 0330 de 2017), con velocidades máximas hasta de 5 m/s y cuya velocidad mínima será aquella que genere un esfuerzo cortante igual a 2 Pa. Con una relación altura de lámina diámetro menor al 90% (garantizando flujo a lámina libre).

→ **Cámaras de inspección**

Estructura de conexión e inspección con un diámetro interno mínimo de 1.20 metros para tuberías de conexión entre 200 a 500 mm (según Res. 0330 de 2017 – RAS). Para las cámaras se debe chequear que la perdida de energía no ocasiones flujo a presión o entrada sumergida en la tubería de salida de la cámara.

→ **Bordillo vía**

Canal artificial conformado por el bordillo y la pendiente transversal de la vía. Para la determinación de la altura de la lámina y el ancho de inundación se emplea la fórmula de Manning adaptada para canales de sección triangular rectangular, en este caso no es necesario emplear cunetas para el drenaje superficial.

Aplicación de la metodología para el análisis de caudales pluviales para el diseño del drenaje superficial de la vía

Diseño hidráulico de sumideros

Con la información recopilada se procede a realizar el diseño hidráulico bajo las condiciones actuales, para cumplir este objetivo principalmente se utilizó el programa Excel, con el cual se representaba las condiciones de los sumideros de acuerdo con su diseño y a la hidrología encontrada en la zona, a continuación, se presente las tablas de resultados de los diseños hidráulicos de los sumideros.

Tabla 17. Características del flujo en la cuneta
Fuente: elaboración propia

Sumidero No.	Q [m³/s]	n vía	Sx [m/m]	SL [m/m]	T[m]	Yn [m]
1	0.021	0.014	0.02	0.02	1.642	0.033
2	0.021	0.014	0.02	0.02	1.642	0.033
3	0.019	0.014	0.02	0.02	1.600	0.032
4	0.019	0.014	0.02	0.02	1.600	0.032
5	0.019	0.014	0.02	0.02	1.600	0.032
6	0.019	0.014	0.02	0.02	1.600	0.032

Tabla 18. Velocidad crítica en la rejilla
Fuente: elaboración propia

Sumidero No.	Le [m]	Le [ft]	V0 [ft/s]	V0 [m/s]
1	2.669	8.755	2.898	0.883
2	2.669	8.755	2.898	0.883
3	2.590	8.497	2.857	0.871
4	2.590	8.497	2.857	0.871
5	2.590	8.497	2.857	0.871
6	2.590	8.497	2.857	0.871

Tabla 19. Caudal captado por el sumidero
Fuente: elaboración propia

Sumidero No.	Ancho sumidero (W) [m]	Largo sumidero (L) [m]	Velocidad crítica [m/s]	Qi [m³/S]	Qs [m³/s]
1	0.6	0.4	0.883	0.016	0.005
2	0.6	0.4	0.883	0.016	0.005
3	0.6	0.4	0.871	0.015	0.004
4	0.6	0.4	0.871	0.015	0.004
5	0.6	0.4	0.871	0.015	0.004
6	0.6	0.4	0.871	0.015	0.004

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La red de alcantarillado existente no es una alternativa técnicamente posible para servir en la conducción de la red de alcantarillado combinado propuesto, pues los diámetros existentes son incapaces de evacuar los caudales demandados, además de que no cumple con el diámetro mínimo señalado por el RAS, el cual corresponde a 10" (250 mm). En cuanto a la localización de la red existente tampoco es posible seguirla, puesto que, no habría una forma óptima de conectar los sumideros propuestos a la red, y

tampoco se extiende hacia la parte baja de la vereda, donde actualmente no llega esta red.

→ Las estructuras que se construyan deben garantizar un correcto funcionamiento hidráulico y deben permitir labores de inspeccion y mantenimiento. Se recomienda una limpieza de los sumideros debido a que la acumulación de residuos en la rejilla, ya que disminuye la capacidad hidráulica de estas estructuras. Los sumideros planteados tienen la capacidad para evacuar un caudal con periodo de retorno de 3 años, al igual que la red de alcantarillado.

→ Se debe conservar la integridad de los diseños presentados en los planos anexos, con el fin de garantizar el buen comportamiento de las estructuras planteadas.

10. BIBLIOGRAFÍA

[1] Minisierio de Desarrollo Económico Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico*. 2000.

[2] Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, *Resolución 0330*. 2017.

[3] Wikipedia, "Departamento de Caldas," 2022. https://es.wikipedia.org/wiki/Caldas (accessed Oct. 26, 2022).

[4] Wikipedia, "Municipio de Salamina," 2022. https://es.wikipedia.org/wiki/Salamina_(Caldas) (accessed Oct. 26, 2022).

[5] INVÍAS, *Manual de drenaje para carreteras*. 2009.

[6] R. Vargas M and M. Diaz-Granados O, "Curvas sinteticas regionalizadas de Intensidad - Duración - Frecuencia para Colombia," Bogotá, 1997.

11. ANEXOS

Hidrología:

→ Anexo 1. Parámetros morfométricos y coeficientes de escorrentía
→ Anexo 2. Precipitación total mensual

→ Anexo 3. Curvas IDF
→ Anexo . Estimación de caudales pluviales

Hidráulica:

→ Anexo 1. Capacidad hidráulica sumideros
→ Anexo 2. Capacidad hidráulica tuberías sumideros

12. PLANOS

→ Plano 1 Plano de áreas aferentes
→ Plano 2. Plano de coberturas del suelo
→ Plano 3 Plano planta perfil de obras hidráulicas propuestas
→ Plano 4. Plano de detalles hidráulicos

PRESUPUESTO DE OBRA

Obra:	Presupuesto Villa Jardin-pavimento flexible	FECHA:	26-jun-25

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT.	VR. UNIT	VR.TOTAL
1	**PRELIMINARES**				**2,858,536.00**
1.1	LOCALIZACION-REPLANTEO VIAS URBANAS	ML	632	4,523.00	2,858,536.00
				SUBTOTAL CAP 1 PRELIMINARES:	**2.858,536.00**
2	**EXCAVACIONES Y MOVIMIENTOS DE TIERRA**				**1,002,902,121**
2.1	EXCAVACIÓN EN MATERIAL COMÚN DE PRÉSTAMOS	M3	4804.85	3,733.00	17,936,505.00
2.2	RETIRO ACARREO MATERIAL VOLQUETA KILOM	M3K	7687.76	1,720.00	13,222,947.00
2.3	MURO DE TIERRA ESTABILIZADA MECANICAMENTE CON GEOSINTETICO TIPO_____ Y RELLENO TIPO _____	M3		98,336.00	0.00
2.4	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR DE LA EXPLANACIÓN Y CANALES	M3	35387.74	14,672.00	519,208,921.00
2.5	DESMONTE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS	M2	139198.323	3,251.00	452,533,748.00
				SUBTOTAL CAP. 2 EXCAVACIONES Y MOVIMIENTOS DE TIERRA:	**1,002,902,121**
3	**ESTRUCTURA DE PAVIMENTO**				**1,113,615,055**
3.1	SUB-BASE COMP.MAT.SELEC-INV NORTE ST	M3	1052	80,300.00	84,486,120.00
3.2	BASE COMP.MAT TRITURAD GRANUL NORTE	M3	351	84,340.00	29,603,340.00
3.3	ANDEN CONCRETO 10CM 3000 PSI	M2	6753	109,092.00	736,698,276.00
3.4	SARDINEL EN CONCRETO 40X15 TRAPEZOIDAL	ML	1348	49,009.00	66,064,132.00
3.5	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO (ANALIZADO PARA UN TRANSITO NT3)	M3	263	748,149.00	196,763,187.00
				SUBTOTAL CAP. 3 ESTRUCTURA DE PAVIMENTO:	**1,113,615,055**
4	**ACUEDICTOS Y ALCANTARILLADOS**				**659,868,478**
4.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION TUBERÍA PVC CORRUGADA DE 250 M.M. (10") PARA ALCANTARILLADO	ml	558	182,115.00	101,620,170.00
4.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION TUBERÍA PVC CORRUGADA DE 315 M.M. (12") PARA ALCANTARILLADO	ml	87.2	248,570.00	21,675,304.00
4.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION TUBERÍA PVC CORRUGADA DE 350 M.M. (14") PARA ALCANTARILLADO	ml	147.5	353,558.00	52,149,805.00
4.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION TUBERÍA PVC CORRUGADA DE 400 M.M. (16") PARA ALCANTARILLADO	ml	183	445,177.00	81,449,091.00
4.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION TUBERÍA PVC CORRUGADA DE 450 M.M. (18") PARA ALCANTARILLADO	ml	234	560,147.00	131,074,398.00
4.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION TUBERÍA PVC CORRUGADA DE 500 M.M. (20") PARA ALCANTARILLADO	ml	13	721,888.00	9,384,544.00
4.7	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION TUBERÍA PVC CORRUGADA DE 24" PARA ALCANTARILLADO	ml	34	1,010,813.00	34,367,642.00
4.8	TRANSPORTE E INSTALACION CÁMARA CIRCULAR DE INSPECCIÓN/CAIDA D=1.20 M. EN CONCRETO CLASE II	ml	120.7	235,807.00	28,461,905.00
4.9	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION BASE-CAÑUELA CÁMARA CIRCULAR INSPEC D=1.20 M EN CONCRETO CLASE II	und	46	583,136.00	26,838,056.00
4.10	TRANSPORTE E INSTALACION ARO-TAPA HD DE 0.60 M. PARA CÁMARA CIRCULAR DE INSPECCIÓN-ANTI RUIDO PARA TRAFICO PESADO 40 TON	und	46	181,099.00	8,330,554.00
4.11	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION SUMIDERO DOBLE REJA TIPO SIFÓN EN CONCRETO CLASE II-TAPA EN POLIPROPILENO D=0,58M	und	46	2,017,671.00	92,812,866.00
4.12	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION ENROCADOS CON LIGANTE DE CONCRETO 3000 PSI PARA PROTECCION DE ENTREGAS O REVESTIMIENTO DE CAUCES - DOCIFICACION: CONCRETO 40%, PIEDRA 60%	m3	2	544,268.00	1,088,536.00
4.13	EXCAVACIÓN EN ZANJA - CONGLOMERADO - 2.01 A 4.00 M	m3		67,368.00	0.00
4.14	EXCAVACIÓN EN ZANJA - MATERIAL COMÚN - 0.0 A 2.0 M	m3		43,185.00	0.00

4.15	EXCAVACIÓN EN ZANJA - MATERIAL COMÚN 2.01 A 4.00 M	m3		52,217.00	.00
4.16	RELLENO EN MATERIAL SELECCIONADO PROVENIENTE DE LA EXCAVACION (APISONADO)	m3		42,529.00	0.00
4.17	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3		72,064.00	0.00
4.18	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN ENTIBADO HORIZONTAL/VERTICAL TIPO 1	ml	1256.7	51,795.00	64,713,767.00
4.19	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE EN VOLQUETA, CARGUE MECANICO	m3		32,830.00	0.00
4.20	Suministro, Transporte e Instalación de Sustituciones en Arena limpia para Tuberias	m3	125.67	46,963.00	5,901,840.00
4.21	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION CABEZAL DE ENTREGA DE AGUAS LLUVIAS EN CONCRETO 315 mm (24"). (Incluye acero de refuerzo)	und	1		0.00
				SUBTOTAL CAP. 4 ACUEDICTOS Y ALCANTARILLADOS:	**659,868,478**

5	**SEÑALIZACION Y CONTROL DE TRANSIT**				**14,154,501**
5.1	MARCA VIAL EN PINTURA ACRILICA	M2	50	19,042.00	952,100.00
5.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION SEÑALES VERTICALES DOBLE GRADO DIAMANTE SR-39. CON POSTE	UND	2	819,911.00	1,639,822.00
5.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION SEÑALES VERTICALES DOBLE GRADO DIAMANTE SP-69. CON POSTE	UND	1	819,911.00	819,911.00
5.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION SEÑALES VERTICALES DOBLE GRADO DIAMANTE SP-31. CON POSTE	UND	1	819,911.00	819,911.00
5.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION SEÑALES VERTICALES DOBLE GRADO DIAMANTE SR-56. CON POSTE	UND	4	819,911.00	3,279,644.00
5.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION SEÑALES VERTICALES DOBLE GRADO DIAMANTE SR-01. CON POSTE	UND	1	819,911.00	819,911.00
5.7	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION SEÑALES VERTICALES DOBLE GRADO DIAMANTE SP-20. CON POSTE	UND	2	819,911.00	1,639,822.00
5.8	LINEA DEMARCACION ACRILICA A=12CM	ML	1905	2,196.00	4,183,380.00
				SUBTOTAL CAP. 5 SEÑALIZACION Y CONTROL DE TRANSITO:	**14,154,501**

6	**ITEMS COMPLEMENTARIOS**				**0**
6.1	LIMPIEZA GENERAL	M2		1,849.00	0.00
				SUBTOTAL CAP. 6 ITEMS COMPLEMENTARIOS:	**0**

7	**CONTENCION**				**301,766,860**
7.1	MURO CONCRETO CONTENCION 0 H=3,5M 50000	M3	72.6	1,597,230.00	115,958,838.00
7.2	PILOTE CONCRETO REFORZADO	M3	40.7	940,124.00	38,263,067.00
7.3	VIGA CIMIENTO ENLACE 4000 PSI 28.0MPA	M3	9.76	1,525,260.00	14,887,514.00
7.4	ACERO REFUERZO FLEJADO 60000 PSI 420Mpa	KLS	17037.94	7,786.00	132,657,401.00
				SUBTOTAL CAP. 7 CONTENCION:	**301,766,860**

VALOR COSTOS DIRECTOS	**3,095,165,551.00**

VALOR COSTOS DIRECTOS		**3,095,165,551**
ADMINISTRACION	22.00%	680,936,421
IMPREVISTOS	3.00%	92,854,967
UTILIDAD	5.00%	154,758,278
TOTAL AIU	**30.00%**	**928,549,666**
IVA SOBRE LA UTILIDAD	19.00%	29,404,073
VALOR TOTAL PRESUPUESTO		**4,053,119,290**

VALOR TOTAL PRESUPUESTO	4,053,119,290

VALOR TOTAL :
CUATRO MIL CINCUENTA Y TRES MILLONES CIENTO DIECINUEVE MIL DOSCIENTOS NOVENTA PESOS

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Presupuesto Villa Jardin-pavimento flexible	FECHA:	26-jun-25

MEZCLA CONCRETO 1:2:4 2E J PSI - 20,0 Mpa					Unidad: M3
					ITEM: BASICO
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
AGUA	LTS	180	3	30.00	5,562.00
CEMENTO GRIS	KI	310	3	785.00	250,650.50
ARENA GRUESA	M3	0.5	3	60,000.0	30,900.00
GRAVA TRITURADA .3/4	M3	0.98	3	52,571.00	53,065.16
GASOLINA CORRIENTE	GL	0.1		8,890.00	889.00
ACEITE MOTOR 4 TIEMPOS	GLN	0.006		86,625.00	519.75
				SUBTOTAL MATERIALES	**341,586.41**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 3 AYUDANTE	HC	1.66		37,776.00	62,708.16
MANO OBRA OFICIAL ALBANILERIA	HRS	0.5		12,610.00	6,305.00
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**69,013.16**
EQUIPO					
MEZCLADORA DE 9 PIES CUB OS	DIA	0.06		30,000.00	1,800.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	1.999		1,600.00	3,198.40
				SUBTOTAL EQUIPO	**4,998.40**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO	415,597.97	**415,598.00**

MORTERO 1:2					Unidad: M3
					ITEM: BASICO
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
AGUA	LTS	250		30.00	7,500.00
ARENA MEDIANA	M3	0.93		60,000.00	55,800.00
CEMENTO GRIS	KLS	505		785.00	396,425.00
				SUBTOTAL MATERIALES	**459,725.00**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 2 AYUDANTE	HC	1.87		25,184.00	47,094.08
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**47,094.08**
EQUIPO					
HERRAMIENTA MEN R	GLB	0.7690		1,600.00	1,230.40
				SUBTOTAL EQUIPO	**1,230.40**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO	508,049.73	**508,049.00**

MEZCLA CONCRETO 1:2:1 4000 PSI - 28,0 Mpa					Unidad 3
					ITEM: BASICO
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
AGUA	LTS	210	3	30.00	6,485.00
CEMENTO GRIS	KLS	480	3	785.00	388,104.00
ARENA GRUESA	M3	0.87	3	60,000.00	53,766.00
GRAVA TRITURADA .3/4	M3	0.47	3	52,571.00	25,449.62
GASOLINA CORRIENTE	GLN	0.1		8,890.00	889.00
ACEITE MOTOR 4 TIEMPOS	GLN	0.006		86,625.00	519.75
				SUBTOTAL MATERIALES	**475,217.37**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 3 AYUDANTE	HC	1.77		37,776.00	66,863.52
MANO OBRA OFICIAL ALBANILERIA	HRS	0.5		12,610.00	6,305.00
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**73,168.52**
EQUIPO					
MEZCLADORA DE 9 PIES CUBICOS	DIA	0.0763		30,000.00	2,289.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	2.783		1,600.00	4,452.80
				SUBTOTAL EQUIPO	**6,741.80**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO	555,127.69	**555,128.00**

MEZCLA CONCRETO 1:2:3 3100 PSI - 22,0 Mpa					Unidad: M3
					ITEM: BASICO
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP. %	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
AGUA	LT	190	3	30.00	5,871.00
CEMENTO GRIS	KLS	350	3	785.00	282,992.50
ARENA GRUESA	M3	0.56	3	60,000.00	34,608.00
GRAVA TRITURADA .3/4	M3	0.84	3	52,571.00	45,484.42
GASOLINA CORRIENTE	GLN	0.1		8,890.00	889.00
ACEITE MOTOR 4 TIEMPOS	GL	0.006		86,625.00	519.75
				SUBTOTAL MATERIALES	**370,364.67**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 3 AYUDANTE	HC	1.92		37,776.00	72,529.92
MANO OBRA OFICIAL ALBANILERIA	HRS	0.5		12,610.00	6,305.00
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**78,834.92**
EQUIPO					
MEZCLADORA DE 9 PIES CUBICOS	DIA	0.06		30,000.00	1,800.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	2.5832		1,600.00	4,133.12
				SUBTOTAL EQUIPO	**5,933.12**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO	455,132.71	**455,133.00**

LOCALIZACION-REPLAN . O VIAS URBANAS					Unidad: ML
					ITEM: 1.1
DESCRIPCION	UND	CANT	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
INSUMOS COMPLEMENTA. IOS	GLB	0.5		600.00	300.00
PLANO	UND	0.02		10,000.00	200.00
				SUBTOTAL MATERIALES	**500.00**
MANO DE OBRA					
M.O. TOPOGRAFIA 2 CADENERO-1 TOP	HC	0.03		98,097.00	2,942.91
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**2,942.91**
EQUIPO					
CAMPERO-CAMIONETA TRANSPORTE MATERIALES	DIA	0.004		250,000.00	1,000.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.05		1,600.00	80.00
				SUBTOTAL EQUIPO	**1,080.00**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO	4,522.91	**4,523.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			0.0%		-
IMPREVISTOS			0.0%		-
UTILIDAD			0.0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19.0%		-
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					-
			VALOR TOTAL ITEM	4,523.00	**4,523.00**

EXCAVACION EN MATERIAL COMUN DE PRESTAMOS					Unidad: M3
					ITEM: 2.1
DESCRIPCION	UND	CANT	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 1 AYU ANTE	HC	0.04		12, 32.00	503.68
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	503.68
EQUIPO					
RETROEXCAVADORA JD- 10	HRS	0.0367		88,000.00	3,229.60
				SUBTOTAL EQUIPO	**3,229.60**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO	3,733.28	**3,733.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			0.0%		-
IMPREVISTOS			0.0%		-
UTILIDAD			0.0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19.0%		-
TOTAL COSTOS INDIRE OS					-
			VALOR TOTAL ITEM	3,733.00	**3,733.00**

RETIRO ACARREO MATE IAL VOLQUETA KILOM					Unidad: M3K
					ITEM: 2.4
DESCRIPCION	UND	CANT	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL

EQUIPO					
VOLQUETA(ACARREO)	M3K	1.3	0	1,320.00	1,716.00
				SUBTOTAL EQUIPO	**1,716.00**
OTROS					
				SUBTOTAL TRANSPORTE	-
			COSTO DIRECTO	1,716.00	**1,720.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			0%		-
IMPREVISTOS			0%		-
UTILIDAD			0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD			0%		-
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					-
			VALOR TOTAL ITEM	1,720.00	**1,720.00**

MURO DE TIERRA ESTABILIZADA MECANICAMENTE CON GEOSINTETICO TIPO_____ Y RELLENO TIPO__ ___					**Unidad: M3** **ITEM: 2.5**
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
GEOTEXTIL TEJIDO	M2	2.01	0	10,620.90	21,348.00
AGUA	LTS	30	0	30.00	900.00
ARENA FINA	M3	1	5	60,000.00	63,000.00
				SUBTOTAL MATERIALES	85,248.00
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 1 AYUDANTE	HC	0.9		12,592.00	11,332.80
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**11,332.80**
EQUIPO					
TRANSPORTE	GLB	1.56		1,000.00	1,560.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.122		1,600.00	195.20
				SUBTOTAL EQUIPO	**1,755.20**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO	98,336.00	**98,336.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			0.0%		-
IMPREVISTOS			0.0%		-
UTILIDAD			0.0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19.0%		-
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					-
			VALOR TOTAL ITEM	98,336.00	**98,336.00**

EXCAVACION SIN CLASIFICAR DE LA EXPLANACION Y CANALES					**Unidad: M3** **ITEM:**
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
				SUBTOTAL MATERIALES	-

MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 1 AYUDANTE-1 OFI	HC	0.0292		27,290.00	796.86
			SUBTOTAL MANO DE OBRA		**796.86**
EQUIPO					
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.0219		1,600.00	35.04
COMPACTADOR DE RODILLO POTENCIA. 80HP, PESO	HORA	0.0188		173,594.00	3,263.56
MOTONIVELADORA POTENCIA 215 HP, ANCHO DE CU	HORA	0.0188		186,947.00	3,514.60
BULDOZER, POTENCIA AL VOLANTE DE 140 HP, MOTO	HORA	0.0143		213,743.00	3,056.52
RETROEXCAVADORA SOBRE ORUGA, POTENCIA 158	HORA	0.0188		213,075.00	4,005.81
				SUBTOTAL EQUIPO	**13,875.53**
OTROS					
				SUBTOTAL TRANSPORTE	-
			COSTO DIRECTO	14,672.39	**14,672.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			0%		-
IMPREVISTOS			0%		-
UTILIDAD			0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19%		-
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					-
			VALOR TOTAL ITEM	14,672.00	**14,672.00**

DESMONTE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS					**Unidad: M2** **ITEM:**
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
				SUBTOTAL MATERIALES	-
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 4 AYUDANTE	HC	0.0133		40,083.00	533.10
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**533.10**
EQUIPO					
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.0167		1,600.00	26.72
MOTOSIERRA, 4.5 HP, LONGITUD DE ESPADA 45-90 CI	HRS	0.0133		5,361.11	71.30
CARGADOR: POTENCIA EN EL VOLANTE 125 HP, CLAS	HRS	0.0133		196,985.26	2,619.90
				SUBTOTAL EQUIPO	**2,717.92**
OTROS					
				SUBTOTAL TRANSPORTE	-
			COSTO DIRECTO	3,251.02	**3,251.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			0%		-
IMPREVISTOS			0%		-
UTILIDAD			0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19%		-
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					-
			VALOR TOTAL ITEM	3,251.00	**3,251.00**

SUB-BASE COMPAC.MAT.SELEC-INV NORTE ST	**Unidad: M3** **ITEM: 3.1**

DESCRIPCION	UNI	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
SUB-BASE TRITURADA ORTE	M3	1.3	5	4 480.00	68,222.70
AGUA	LTS	24	0	30.00	720.00
				SUBTOTAL MATERIALES	**68,942.70**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 3 AYUDANTE	HC	0.022		37,776.00	831.07
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**831.07**
EQUIPO					
MOTONIVELADORA CAT 12-F	HRS	0.022		139,500.00	3,069.00
VIBROCOMPACTADOR CA-15	HRS	0.022		107,100.00	2,356.20
CARROTANQUE AGUA	DIA	0.018		277,000.00	4,986.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.078		1,600.00	124.80
				SUBTOTAL EQUIPO	**10,536.00**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO	80,309.77	**80,310.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			0.0%		-
IMPREVISTOS			0.0%		-
UTILIDAD			0.0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19.0%		-
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					-
			VALOR TOTAL ITEM	**80,310.00**	**80,310.00**

BASE COMP.MAT. TRITURAD GRANUL NORTE					**Unidad: M3**
					ITEM: 3.2
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
BASE TRITURADA NORTE	M3	1.3	5	52,930.00	72,249.45
AGUA	LTS	24	0	30.00	720.00
				SUBTOTAL MATERIALES	**72,969.45**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 3 AYUDANTE	HC	0.022		37,776.00	831.07
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**831.07**
EQUIPO					
MOTONIVELADORA CAT-12-F	HRS	0.022		139,500.00	3,069.00
VIBROCOMPACTADOR CA-15	HRS	0.022		107,100.00	2,356.20
CARROTANQUE AGUA	DIA	0.018		277,000.00	4,986.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.08		1,600.00	128.00
				SUBTOTAL EQUIPO	**10,539.20**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO	84,339.72	**84,340.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			0.0%		-
IMPREVISTOS			0.0%		-
UTILIDAD			0.0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19.0%		-

TOTAL COSTOS INDIRECTOS					-
			VALOR TOTAL ITEM	84,340.00	84,340.00

ANDEN CONCRETO 10CM 3000 PSI					Unidad: M2
					ITEM: 3.4
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
ANTISOL ROJO	KLS	0.2		18,500.00	3,700.00
PUNTILLA 2 CC	LBS	0.05		3,900.00	195.00
TABLA 1x10x300 OTOBO	UND	0.5		13,007.00	6,503.50
LISTON 1 x4x300 OTOBO	UND	0.17		26,333.00	4,476.61
DESENCOFRANTE PARA FORMALETA	CUN	0.002		192,756.00	385.51
MEZCLA CONCRETO 1:2:3 3100 PSI 210 MPa	M3	0.1		455,133.00	45,513.30
				SUBTOTAL MATERIALES	**60,773.92**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 2 AYUDANTE-1 OFI	HC	1.2		39,882.00	47,858.40
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**47,858.40**
EQUIPO					
VIBRADOR A GASOLINA	DIA	0.01		30,146.00	301.46
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.099		1,600.00	158.40
				SUBTOTAL EQUIPO	**459.86**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO	109,092.18	109,092.00
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			0.0%		-
IMPREVISTOS			0.0%		-
UTILIDAD			0.0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19.0%		-
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					-
			VALOR TOTAL ITEM	109,092.00	109,092.00

SARDINEL EN CONCRETO 40X15 TRAPEZOIDAL					Unidad: ML
					ITEM: 3.5
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
ANTISOL ROJO	KLS	0.1		18,500.00	1,850.00
DESENCOFRANTE PARA FORMALETA	CUN	0.001	0	192,756.00	192.75
MEZCLA CONCRETO 1:2:3 3100 PSI 210 MPa	M3	0.07		455,133.00	31,859.31
				SUBTOTAL MATERIALES	**33,902.06**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 2 AYUDANTE-1 OFI	HC	0.32		39,882.00	12,762.24
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**12,762.24**
EQUIPO					
VIBRADOR A GASOLINA	DIA	0.03		30,146.00	904.38
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.05		1,600.00	80.00
FORMALETA MET.SARDINEL TRAPEZOIDAL	DIA	0.85		1,600.00	1,360.00
				SUBTOTAL EQUIPO	**2,344.38**
OTROS					

				SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO	49,008.68	**49,009.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			0.0%		-
IMPREVISTOS			0.0%		-
UTILIDAD			0.0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19.0%		-
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					-
			VALOR TOTAL ITEM	49,009.00	**49,009.00**

PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO (ANALIZADO PARA UN TRANSITO NT3)					**Unidad: M3**
					ITEM:
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
CONCRETO HIDRÁULICO PARA PAVIMENTO MR-43 (4	M3	1.01	0	655,690.10	662,246.90
EMULSION ACUOSA DE PARAFINA PARA CURADO DE	KG	1.316	0	8,207.00	10,800.41
SELLO DE POLIURETANO EN CINTA PARA JUNTAS EN	M	1.808	0	1,491.00	2,695.72
BARRAS DE UNIÓN DE 1/2"	KG	0.52	0	5,776.00	3,003.52
BARRAS DE TRANSFERENCIA DE CARGA (1")	KG	6.565	0	4,594.00	30,159.61
				SUBTOTAL MATERIALES	**708,906.16**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 1 AYUDANTE-1 OFI	HC	0.7297		27,290.00	19,913.51
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**19,913.51**
EQUIPO					
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.5449		1,600.00	871.84
VIBRADOR DE CONCRETO, POTENCIA APROXIMADA D	HORA	0.16		8,455.00	1,352.80
REGLA VIBRATORIA DE CONCRETO, DE LONGITUD DE	HORA	0.16		7,570.00	1,211.20
FORMALETA METÁLICA PARA PAVIMENTO EN CONCR	HORA	0.16		1,812.00	289.92
CORTADORA DE PAVIMENTO, PROFUNDIDAD DE COR	HORA	0.16		16,363.00	2,618.08
COMPRESOR (BARRIDO Y SOPLADO)	HORA	0.16		77,201.00	12,352.16
ASPERSOR MANUAL DE 20 LITROS	HORA	0.16		3,959.00	633.44
				SUBTOTAL EQUIPO	**19,329.44**
OTROS					
				SUBTOTAL TRANSPORTE	-
			COSTO DIRECTO	**748,149.11**	**748,149.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			0%		-
IMPREVISTOS			0%		-
UTILIDAD			0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19%		-
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					-
			VALOR TOTAL ITEM	748,149.00	**748,149.00**

CABEZAL-CAJAS ALCANTARILLADO 3000 PSI					**Unidad: M3**
					ITEM: 4.1
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
CUARTON 2"x4"X3M UNIDAD	UND	0.5		15,500.00	7,750.00

GUADUA [TACO] 2.50-3M	UND	2		10,500.00	21,000.00
PUNTILLA 2 CC	LBS	1.5		3,900.00	5,850.00
TABLA 1x10x300 OTOBO	UND	2.1		13,007.00	27,314.70
MEZCLA CONCRETO 1:2:3 3100 PSI 210 MPa	M3	1	2	455,133.00	464,235.66
				SUBTOTAL MATERIALES	**526,150.36**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 2 AYUDANTE-1 OFI	HC	6		39,882.00	239,292.00
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**239,292.00**
EQUIPO					
VIBRADOR A GASOLINA	DIA	0.03		30,146.00	904.38
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.30		1,600.00	433.20
				SUBTOTAL EQUIPO	**1,337.58**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO	766,829.94	**766,830.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			0.0%		-
IMPREVISTOS			0.0%		-
UTILIDAD			0.0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19.0%		-
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					-
			VALOR TOTAL ITEM	766,830.00	**766,830.00**

CAJA INSPECCION 100X100 CM [CONCRETO]					**Unidad: UND**
					ITEM: 4.2
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
ALAMBRE NEGRO # 18	KLS	0.05	5	5,756.00	302.19
HIERRO 3/8" 37.000 [CH]	KLS	4.72	5	4,000.00	19,824.00
ROCA MUERTA	M3	0.25		8,800.00	2,200.00
TABLA 1x10x300 OTOBO	UND	5.35		13,007.00	69,587.45
MEZCLA CONCRETO 1:2:4 2850 PSI-20.0MPa	M3	0.6		415,598.00	249,358.80
MORTERO 1:2	M3	0.05		508,049.00	25,402.45
				SUBTOTAL MATERIALES	**366,674.89**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 1 AYUDANTE	HC	0.384		12,592.00	4,835.32
M.O. ALBANILERIA 1 AYUDANTE-1 OFI	HC	6		27,290.00	163,740.00
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**168,575.32**
EQUIPO					
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.005		1,600.00	8.00
				SUBTOTAL EQUIPO	**8.00**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO	535,258.21	**535,258.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			0.0%		-
IMPREVISTOS			0.0%		-
UTILIDAD			0.0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19.0%		-
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					-

				VALOR TOTAL ITEM 535,258.00	535,258.00

DESCOLMATACION CUNETAS,ZA	AS,DESCOLES (MANUAL)				Unidad: ML
					ITEM: 4.3
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 1 AYUDANTE	HC	0.2		12,592.00	2,518.40
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**2,518.40**
EQUIPO					
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.148		1,600.00	236.80
				SUBTOTAL EQUIPO	**236.80**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
				COSTO DIRECTO 2,755.20	**2,755.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			0.0%		-
IMPREVISTOS			0.0%		-
UTILIDAD			0.0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19.0%		-
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					-
				VALOR TOTAL ITEM 2,755.00	**2,755.00**

MARCA VIAL EN PINTURA ACRILICA					Unidad: M2
					ITEM: 5.1
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
DISOLVENTE TIPO TRAFICO	GLN	0.005		22,000.00	110.00
PINTURA DEMARCACION	GLN	0.12	1	80,000.00	9,696.00
ESFERAS REFLECTIVAS	KLS	0.45	1	14,780.00	6,717.51
				SUBTOTAL MATERIALES	16,523.51
MANO DE OBRA					
M.O. PINTURA 1 AYUDANTE-1 OFI	HC	0.032		28,997.00	927.90
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	927.90
EQUIPO					
MAQUINA APLICADORA DE PINTURA	DIA	0.021		75,000.00	1,575.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.01		1,600.00	16.00
				SUBTOTAL EQUIPO	1,591.00
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
				COSTO DIRECTO 19,042.41	**19,042.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			0.0%		-
IMPREVISTOS			0.0%		-
UTILIDAD			0.0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19.0%		-
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					-
				VALOR TOTAL ITEM 19,042.00	**19,042.00**

SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION SEÑALES VERTICALES DOBLE GRADO DIAMANTE SR-39. CON POSTE					Unidad: UND ITEM: 5.2
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
MEZCLA CONCRETO 1:2:3 3100 PSI 210 MPa	M3	0.035	0	455,133.00	15,929.65
SEÑAL SR, SP Y/O SI, TABLERO EN LÁMINA GALVANIZ	UND	1	0	642,083.00	642,083.00
POSTE ANG DE2X 2 1 4 DE 3	U/D	1	0	135,792.00	135,792.00
				SUBTOTAL MATERIALES	**793,804.65**
MANO DE OBRA					
M.O ALBANILERIA 2 AYUDANTE-1 OFI	HC	0.3585		39,882.00	14,297.69
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**14,297.69**
EQUIPO					
CAMION TRANSPORTE CARGA 1.0 - 5.0 TON	VJE	0.0374		300,000.00	11,220.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.368		1,600.00	588.80
				SUBTOTAL EQUIPO	**11,808.80**
OTROS					
				SUBTOTAL TRANSPORTE	-
			COSTO DIRECTO	819,911.14	**819,911.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			0%		-
IMPREVISTOS			0%		-
UTILIDAD			0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19%		-
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					-
			VALOR TOTAL ITEM	819,911.00	**819,911.00**

SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION SEÑALES VERTICALES DOBLE GRADO DIAMANTE SP-39. CON POSTE					Unidad: UND ITEM: 5.3
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
MEZCLA CONCRETO 1:2:3 3100 PSI 210 MPa	M3	0.035	0	455,133.00	15,929.65
SEÑAL SR, SP Y/O SI, TABLERO EN LÁMINA GALVANIZ	UND	1	0	642,083.00	642,083.00
POSTE ANG DE2X 2 1 4 DE 3	U/D	1	0	135,792.00	135,792.00
				SUBTOTAL MATERIALES	**793,804.65**
MANO DE OBRA					
M.O ALBANILERIA 2 AYUDANTE-1 OFI	HC	0.3585		39,882.00	14,297.69
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**14,297.69**
EQUIPO					
CAMION TRANSPORTE CARGA 1.0 - 5.0 TON	VJE	0.0374		300,000.00	11,220.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.368		1,600.00	588.80
				SUBTOTAL EQUIPO	**11,808.80**
OTROS					
				SUBTOTAL TRANSPORTE	-
			COSTO DIRECTO	819,911.14	**819,911.00**

COSTOS INDIRECTOS			
ADMINISTRACION	0%		-
IMPREVISTOS	0%		-
UTILIDAD	0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD	19%		-
TOTAL COSTOS INDIRECTOS			-
	VALOR TOTAL ITEM	819,911.00	**819,911.00**

SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION SEÑALES VERTICALES DOBLE GRADO DIAMANTE SP-31. CON POSTE					**Unidad: UND** **ITEM: 5.4**
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP %	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
MEZCLA CONCRETO 1:2:3 3100 PSI 210 MPa	M3	0.035	0	455,133.00	15,929.65
SEÑAL SR, SP Y/O SI, TABLERO EN LÁMINA GALVANIZ	UND	1	0	642,083.00	642,083.00
POSTE ANG DE2X 2 1 4 DE 3	U/D	1	0	135,792.00	135,792.00
				SUBTOTAL MATERIALES	**793,804.65**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 2 AYUDANTE-1 OFI	HC	0.3585		39,882.00	14,297.69
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**14,297.69**
EQUIPO					
CAMION TRANSPORTE CARGA 1.0 - 5.0 TON	VJE	0.0374		300,000.00	11,220.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.368		1,600.00	588.80
				SUBTOTAL EQUIPO	**11,808.80**
OTROS					
				SUBTOTAL TRANSPORTE	-
		COSTO DIRECTO		819,911.14	**819,911.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			0%		-
IMPREVISTOS			0%		-
UTILIDAD			0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19%		-
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					-
		VALOR TOTAL ITEM		819,911.00	**819,911.00**

SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION SEÑALES VERTICALES DOBLE GRADO DIAMANTE SR-56. CON POSTE					**Unidad: UND** **ITEM: 5.5**
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
MEZCLA CONCRETO 1:2:3 3100 PSI 210 MPa	M3	0.035	0	455,133.00	15,929.65
SEÑAL SR, SP Y/O SI, TABLERO EN LÁMINA GALVANIZ	UND	1	0	642,083.00	642,083.00
POSTE ANG DE2X 2 1 4 DE 3	U/D	1	0	135,792.00	135,792.00
				SUBTOTAL MATERIALES	**793,804.65**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 2 AYUDANTE-1 OFI	HC	0.3585		39,882.00	14,297.69
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**14,297.69**
EQUIPO					
CAMION TRANSPORTE CARGA 1.0 - 5.0 TON	VJE	0.0374		300,000.00	11,220.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.368		1,600.00	588.80

				SUBTOTAL EQUIPO	11,80..80
OTROS					
				SUBTOTAL TRANSPORTE	-
			COSTO DIREC O	819,911.14	**819,91..00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			0%		-
IMPREVISTOS			0%		-
UTILIDAD			0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19%		-
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					-
			VALOR TOTAL ITEM	819,911.00	**819,911.00**

SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION SEÑALES VERTICALES DOBLE GRADO DIAMANTE SR-01. CON POSTE					Unidad: UND ITEM: 5.6
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
MEZCLA CONCRETO 1:2:3 3100 PSI 210 MPa	M3	0.035	0	455,133.00	15,929.65
SEÑAL SR, SP Y/O SI, TABLERO EN LÁMINA GALVANIZ	UND	1	0	642,083.00	642,083.00
POSTE ANG DE2X 2 1 4 DE 3	UD	1	0	135,792.00	135,792.00
				SUBTOTAL MATERIALES	**793,804.65**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 2 AYUDANTE-1 OFI	HC	0.3585		39,882.00	14,297.69
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**14,29..69**
EQUIPO					
CAMION TRANSPORTE CARGA 1.0 - 5.0 TON	VJE	0.0374		300,000.00	11,220.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.368		1,600.00	588.80
				SUBTOTAL EQUIPO	**11,808.80**
OTROS					
				SUBTOTAL TRANSPORTE	
			COSTO DIRECTO	819,911.14	**819,9..00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			0%		-
IMPREVISTOS			0%		-
UTILIDAD			0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19%		-
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					-
			VALOR TOTAL ITEM	819,911.00	**819,911.00**

SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION SEÑALES VERTICALES DOBLE GRADO DIAMANTE SP-20. CON POSTE					Unidad: UND ITEM: 5.7
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
MEZCLA CONCRETO 1:2:3 3100 PSI 210 MPa	M3	0.035	0	455,133.00	15,929.65
SEÑAL SR, SP Y/O SI, TABLERO EN LÁMINA GALVANIZ	UND	1	0	642,083.00	642,08..00
POSTE ANG DE2X 2 1 4 DE 3	UD	1	0	135,792.00	135,792.00
				SUBTOTAL MATERIALES	**793,804.65**

MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 2 AYUDANTE-1 OFI	HC	0.3585		39,882.00	14,297.69
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**14,297.69**
EQUIPO					
CAMION TRANSPORTE CARGA 1.0 - 5.0 TON	VJE	0.0374		300,000.00	11,220.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.368		1,600.00	588.80
				SUBTOTAL EQUIPO	**11,808.80**
OTROS					
				SUBTOTAL TRANSPORTE	-
			COSTO DIRECTO	819,911.14	**819,911.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			0%		-
IMPREVISTOS			0%		-
UTILIDAD			0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19%		-
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					-
			VALOR TOTAL ITEM	819,911.00	**819,911.00**

LINEA DEMARCACION ACRILICA A=12CM					**Unidad: ML** **ITEM:**
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
ESFERAS REFLECTIVAS	KLS	0.054	1	14,780.00	806.10
DISOLVENTE TIPO TRAFICO	GLN	0.005		22,000.00	110.00
PINTURA DEMARCACION	GLN	0.014	1	80,000.00	1,131.20
				SUBTOTAL MATERIALES	2,047.30
MANO DE OBRA					
M.O. PINTURA 1 AYUDANTE-1 OFI	HC	0.002		28,997.00	57.99
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	57.99
EQUIPO					
MAQUINA APLICADORA DE PINTURA	DIA	0.001		75,000.00	75.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	0.01		1,600.00	16.00
				SUBTOTAL EQUIPO	91.00
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO	2,196.29	**2,196.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			0.0%		-
IMPREVISTOS			0.0%		-
UTILIDAD			0.0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19.0%		-
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					-
			VALOR TOTAL ITEM	2,196.00	**2,196.00**

LIMPIEZA GENERAL					**Unidad: M2** **ITEM: 6.1**
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL

MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 1 AYUDANTE	HC	0.02		12,592.00	251.84
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**251.84**
EQUIPO					
HERRAMIENTA M NOR	GLB	0.998		1,600.00	1,596.80
				SUBTOTAL EQUIPO	**1,596.80**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO	1,848.64	**1,849.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			0.0%		-
IMPREVISTOS			0.0%		-
UTILIDAD			0.0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19.0%		-
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					-
			VALOR TOTAL ITEM	1,849.00	**1,849.00**

MURO CONCRETO CONTENCION C H=3,5M 50000					**Unidad: M3**
					ITEM: 7.1
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
PUNTILLA 2 CC	LBS	5	0	3,900.00	19,500.00
TABLA 1x10x300 OTOBO	UND	5	0	13,007.00	65,035.00
CUARTON 2"x4"x3M	ML	5	0	3,200.00	16,000.00
CINTA PVC JUNTA V-10	ML	5	0	13,370.00	66,850.00
MEZCLA CONCRETO 1:2:1 4000 PSI-28.0MPa	M3	1.2	5	555,128.00	699,461.28
				SUBTOTAL MATERIALES	**866,846.28**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 3 AYUDANTE-1 OFI	HC	10	0	52,474.00	524,740.00
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**524,740.00**
EQUIPO					
VIBRADOR	DIA	1	0	30,146.00	30,146.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	5	0	1,600.00	8,000.00
TABLERO O PLAQUETA DE 1.4MT X 0.7MT	DIA	10	0	250.00	2,500.00
ANDAMIO METALICO TUBULAR	U/D	150	0	1,100.00	165,000.00
				SUBTOTAL EQUIPO	**205,646.00**
OTROS					
				SUBTOTAL TRANSPORTE	-
			COSTO DIRECTO	1,597,232.28	**1,597,230.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			0%		-
IMPREVISTOS			0%		-
UTILIDAD			0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD			0%		-
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					-
			VALOR TOTAL ITEM	1,597,230.00	**1,597,230.00**

PILOTE [illegible]NCRETO REFORZADO					Unidad: M3
					ITEM: 7.2
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
VENTON[illegible]A	KLS	50		432.00	21,[illegible]0.00
MEZCLA CONCRE[illegible]O 1:2:3 3100 PSI 210 MPa	M3	1.5		455,133.00	682,699.50
				SUBTOTAL MATERIALES	**704,299.50**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 2 AYUDANTE	HC	4		25,184.00	100,736.00
M.O. ALBANILERIA 1 AYUDANTE-1 OFI	HC	3.2		27,290.00	87,[illegible]8.00
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**188,064.00**
EQUIPO					
PERFORADORA B[illegible]RRENO	HRS	1		47,600.00	47,600.00
HERRAMIENTA ME[illegible]OR	GLB	0.1		1,600.00	160.00
				SUBTOTAL EQUIPO	**47,[illegible]0.00**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO	940,123.50	**940,[illegible]4.00**
COSTOS INDIREC[illegible]OS					
ADMINISTRACION			0.0%		-
IMPREVISTOS			0.0%		-
UTILIDAD			0.0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19.0%		-
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					-
			VALOR TOTAL ITEM	940,124.00	**940,124.00**

VIGA CIMIENTO ENLACE 4000 PSI 28.0MPA					Unida[illegible] M3
					ITEM: 7.3
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
CUARTON 2"x4"X3[illegible]M UNIDAD	UND	6	5	15,500.00	97,650.00
PUNTILLA 2 CC	LBS	6	0	3,900.00	[illegible]3,400.00
TABLA 1[illegible] 0x300 OTOBO [2C]	UND	6	0	14,217.00	85,302.00
VARETA 2"x2"x3M	UND	6	0	3,200.00	19,200.00
MEZCLA CONCRETO 1:2:1 4000 PSI-28.0MPa	M3	1.5	0	555,128.00	832,692.00
				SUBTOTAL [illegible]ATERIALES	**1,058,244.00**
MANO DE OBRA					
M.O. ALB[illegible]NILERIA 2 AYUDANTE-1 OFI	HC	10	0	39,882.00	398,820.00
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**398,820.00**
EQUIPO					
VIBRADOR	DIA	2	0	30,146.00	60,292.00
HERRAMIENTA MENOR	GLB	5	0	1,600.00	8,000.00
				SUBTOTAL EQUIPO	**68,292.00**
OTROS					
				SUBTOTAL [illegible]RANSPORTE	-
			COSTO DIRECTO	1,525,356.00	**1,525,360.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINIS[illegible]RACION			0%		-
IMPREVISTOS			0%		-

UTILIDAD	0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD	0%		-
TOTAL COSTOS INDIRECTOS			-
	VALOR TOTAL ITEM	1,525,360.00	**1,525,360.00**

ACERO REFUERZO FLEJADO 60000 PSI 420Mpa					**Unidad: KLS**
					ITEM: 7.4
DESCRIPCION	UND	CANT.	DESP.%	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
MATERIALES					
ALAMBRE NEGRO # 18	KLS	0.04		5,756.00	230.24
SEGUETA SIN MARCO	UND	0.04	1	5,950.00	240.38
HIERRO de 60000 PSI 420 MPA	KLS	1.4	3	4,641.00	6,692.32
				SUBTOTAL MATERIALES	**7,162.94**
MANO DE OBRA					
M.O. ALBANILERIA 1 AYUDANTE	HC	0.0495		12,592.00	623.30
				SUBTOTAL MANO DE OBRA	**623.30**
OTROS					
				SUBTOTAL OTROS	-
			COSTO DIRECTO	7,786.24	**7,786.00**
COSTOS INDIRECTOS					
ADMINISTRACION			0.0%		-
IMPREVISTOS			0.0%		-
UTILIDAD			0.0%		-
IVA SOBRE LA UTILIDAD			19.0%		-
TOTAL COSTOS INDIRECTOS					-
			VALOR TOTAL ITEM	7,786.00	**7,786.00**