

 CONSORCIO NORANTIOQUIA	INFORME DE COBRO PARCIAL AL COMPONENTE PMT	 UNIDOS
--	--	--

INFORME DE COBRO COMPONENTE PMT

No. 5

CONTRATO DE OBRA No. 4600014620 de 2022

***” CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO, REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO
DE LAS VÍAS EN LAS SUBREGIONES NORDESTE, NORTE, BAJO CAUCA Y
VÍAS ESPECÍFICAS DEL PEAJE PAJARITO EN EL NORTE DEL
DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA”***

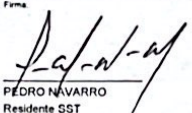
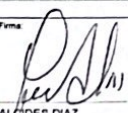
CONSORCIO NORANTIOQUIA

ELABORADO POR:

**WOLFAN RINCÓN
RESIDENTE SST**

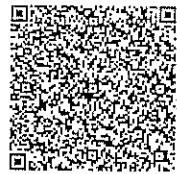
AGOSTO

AÑO: 2023

	CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO, REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS VÍAS EN LAS SUBREGIONES NORDESTE, NORTE, BAJO CAUCA Y VÍAS ESPECÍFICAS DEL PEAJE PAJARITO EN EL NORTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA								
	INTERVENTORÍA	RGYP INGENIERIA SAS	CONTRATO DE INTERVENTORÍA	4500014679					
	CONTRATISTA	CONSORCIO NORANTIOQUIA	CONTRATO DE OBRA	4600014620					
ACTA PMT N° 5									
PROGRAMA	PROYECTO	ITEM	VALOR	IVA 19%	RETEFUENTE	VALOR IVA INCLUIDO	CANTIDAD	VALOR TOTAL	FACTURA
PMT	Elementos y equipos de señalización	Cinta peligro rollo X 500 mts	\$ 21.400,00	\$ 4.066,00	\$ 0,00	\$ 25.466,00	20	\$ 509.320,00	F-5538
		Flasher luminoso	\$ 35.000,00	\$ 6.650,00	\$ 0,00	\$ 41.650,00	14	\$ 583.100,00	F-5538
	TOTAL ACTA PMT No. 5			\$ 1.092.420,00					
Firma:  WOLFAN RINCON CLAVIJO Residente SST CONSORCIO NORANTIOQUIA			Firma:  PEDRO NAVARRO Residente SST RGYP INGENIERIA SAS			Firma:  ALIDES DIAZ Supervisor SST GOBERNACION DE ANTIOQUIA SIF			
Elaboro			Visto Bueno			Visto Bueno			

Fé ica

Férrica S.A.S
900824956-7
CL 79 B SUR 50-150 BG 155
6045913
LA ESTRELLA
RESPONSABLE DE IVA



CUFE: 817986cf3415fa25e7532c891ef6c9ab786fa8b17269ce964e2c2512852bf0d1f130832766b9f20e04fdf6382cad6cd7

FACTURA DE VENTA ELECTRÓNICA

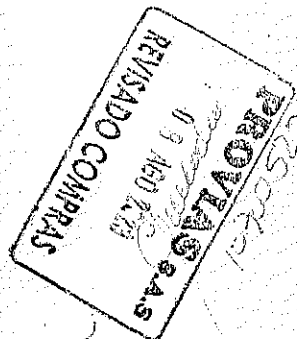
No. F - 5538

CLIENTE: CONSORCIO NORANTIOQUIA NIT: 901641653-8
C. DE COSTO: Dependencia
DIRECCIÓN: CR 48 C 10 SUR 94
TELÉFONO: 6045604850 CIUDAD: MEDELLÍN

FECHA EMISIÓN: 2023-08-02
FECHA VENCE: 2023-08-02

VENDEDOR: O. DE COMPRA: 12666
Jennifer Ramirez Vasco

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
CINT500	CINTA PELIGRO X 500 MTS	20.0	21,400	428,000
FLBARR	FLASHER SOLAR BARRICADA 309 ROJO	14.0	35,000	490,000
				918,000



Observaciones:
SE ANEXA ORDEN COMPRA 12666

VALOR	918,000
DESCUENTO	0
SUBTOTAL	918,000
IVA	174,420
TOTAL	1,092,420
RETE FTE	0
NETO	1,092,420

UN MILLON NOVENTA Y DOS MIL CUATROCIENTOS VEINTE

RECIBIDO POR	ACEPTADO POR	milén
NIT / C.C.	NIT / C.C.	FIRMA DEL EMISOR
FECHA	FECHA	

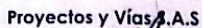
De conformidad con la Ley 1231 de 2008, y el Artículo 617 del Estatuto Tributario, se seguirá entregando copia de la factura de venta. Pasados 10 días calendario, contados a partir de la fecha de recepción de la factura, si no se ha recibido una reclamación por escrito, esta se entenderá irrevocablemente aceptada. El pago no oportuno, causará intereses moratorios a la tasa máxima legal autorizada. Esta factura de venta se asimila en todos sus efectos a una letra de cambio (Art. 774 Código de Comercio). Se hace constar que la firma de una persona diferente al comprador, implica que dicha persona se entiende autorizada y facultada tácita y expresamente, para aceptar y recibir esta factura de venta.

Resolucion Dian N. 18764033802503 Fecha 2022/08/17 Autoriza rango de F4452 A 6000 VIGENCIA 12 MESES

FAVOR CONSIGNAR A FERRICA SAS EN LA CUENTA DE AHORROS. No 28038978928 DE BANCOLOMBIA, FAVOR INFORMAR SU PAGO AL CORREO contabilidad@ferrica.com.co

Autoritzo a la entidad FERRICA SAS o a quien represente la calidad de acreedor, a reportar, procesar, solicitar o divulgar a cualquier entidad que maneje o administre base de datos la informacion referente a mi comportamiento comercial.

Factura Electrónica emitida por HGI S.A.S. NIT 811.021.438-4



REMISIÓN N^o 7396

FECHA: 27-Julio-2023

CIUDAD: Medellin

CLIENTE U OBRA: Consorcio Norantioquia

NIT.: DIRECCIÓN:

TELÉFONO:

CANT.	UNID.	DESCRIPCIÓN	VR. UNIT.	VR. TOTAL
20	Rolls	Cinta de Señalización plástica x 500 m		
14	und	flasher.		
ENTREGA: <i>Pondia</i> TRANSPORTE: <i>Unid Mercedes</i> RECIBI: <i>[Signature]</i> <i>21/00- Julio/23</i>				

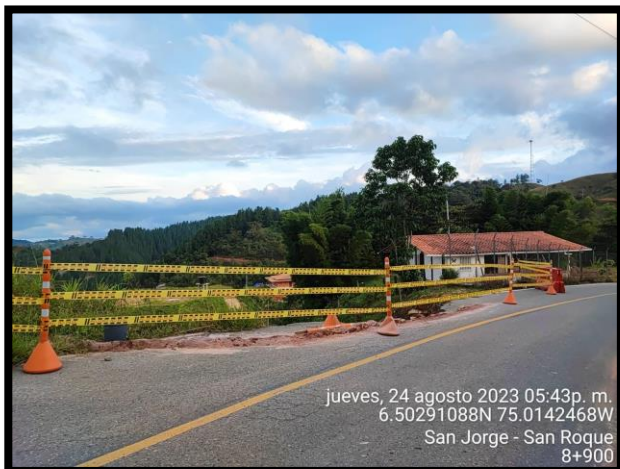
Powered by



 CamScanner



REGISTRO FOTOGRÁFICO



Medellín, 26 de junio de 2023

COT-23-270A

Señores
CONSORCIO VIAL NORANTIOQUIA
Medellín (Ant.)

Asunto: Propuesta técnico – económica de la consultoría técnica para la definición y diseño geotécnico - estructural e hidráulica para las obras necesarias para optimizar la estabilidad del sitio crítico ubicado en la abscisa PR 0+900 vía Medellín – San Félix (Antioquia).

Cordial saludo respetados Señores:

Atendiendo su amable solicitud, nos permitimos presentarle nuestra propuesta técnico-económica para el trabajo del asunto.

1. OBJETO

Consultoría técnica para la definición y diseño geotécnico - estructural e hidráulica para las obras necesarias para optimizar la estabilidad del sitio crítico ubicado en la abscisa PR 0+900 vía Medellín – San Félix (Antioquia).



2. ALCANCE DEL TRABAJO

Nuestro trabajo consistirá en programar y ejecutar todas las actividades de campo, laboratorio y oficina tendientes a realizar detenidos estudios sobre los sectores afectados, tal que nos permitan llegar a establecer:

- Levantamiento topográfico del área en estudio.
- Descripción y caracterización de las unidades litológicas y formaciones superficiales que afloran en el sector en estudio u su incidencia en los fenómenos de inestabilidad presentes en los sectores en estudio.
- Identificación de las unidades litológicas con sus características geológicas, de resistencia y comportamiento general de los sectores en estudio.
- Identificación de rasgos estructurales como fallas, diaclasas y fracturas en el sector afectado.
- Espesor y características geo-mecánicas de los perfiles de meteorización en el sector en estudio.
- Identificación, localización, descripción y diagnóstico de los fenómenos de inestabilidad presentados en los sectores en estudio.
- Análisis de estabilidad de los sectores afectados mediante el uso de software especializado Slide V 9.0 y/o Phase 2.
- Determinación de problemas geológico-geotécnicos, caracterización de éstos y diseño de las obras necesarias para optimizar la estabilidad de los sectores en estudio.
- Recomendaciones para el tratamiento de aguas freáticas, de infiltración o de escorrentía superficial.
- Evaluación y concepto de obras hidráulicas para medidas de mitigación para el sitio crítico.
- Diseño de las estructuras propuestas en las recomendaciones dadas por los especialistas de las áreas de Geotecnia e Hidráulica.

3. TRABAJOS DE CAMPO Y LABORATORIO

De acuerdo con la información recopilada en las visitas de reconocimiento y la experiencia en la realización de trabajos similares consideramos necesario, adelantar la exploración del subsuelo mediante la ejecución de dos (2) perforaciones exploratorias de 20 m de profundidad y tres (3) apiques de 1.50 m de profundidad. Los sondeos exploratorios estarán distribuidos estratégicamente en el sitio de estudio.

- 2 sondeos exploratorios de 20 m de profundidad
- 3 apique de 1.50 m de profundidad

Durante la ejecución de los sondeos exploratorios se recuperarán muestras remoldeadas (*tomadas con muestreador estándar "Split Spoon"*) e inalteradas (*tomadas con tubo de pared delgada "Shelby" y/o broca de diamante*) de los materiales que conforman el subsuelo en la zona del estudio.

Estas muestras se trasladarán a nuestros laboratorios en donde se someterán a los ensayos de rigor (*límites líquido y plástico, granulometrías por tamizado, resistencia a la compresión simple y/o corte directo, peso unitario y humedad natural*) y se procesarán con la intensidad necesaria para la determinación de los parámetros geomecánicos básicos de los suelos objeto de este estudio.

4. EQUIPOS A UTILIZAR

Para la correcta ejecución de los trabajos de exploración de campo se tiene dispuesta la utilización de un (1) equipo de perforación para la obtención de muestras inalteradas y remoldeadas.

Durante la realización de las perforaciones exploratorias se realizará el ensayo de penetración estándar, comúnmente conocido como SPT (Standard Penetration Test), que consiste en penetrar en el suelo un saca-muestras (Split Spoon) normalizado contando el número de golpes necesarios para hincar el mismo 0,30 m. Éste se realiza de acuerdo a la Norma ASTM D-1586.

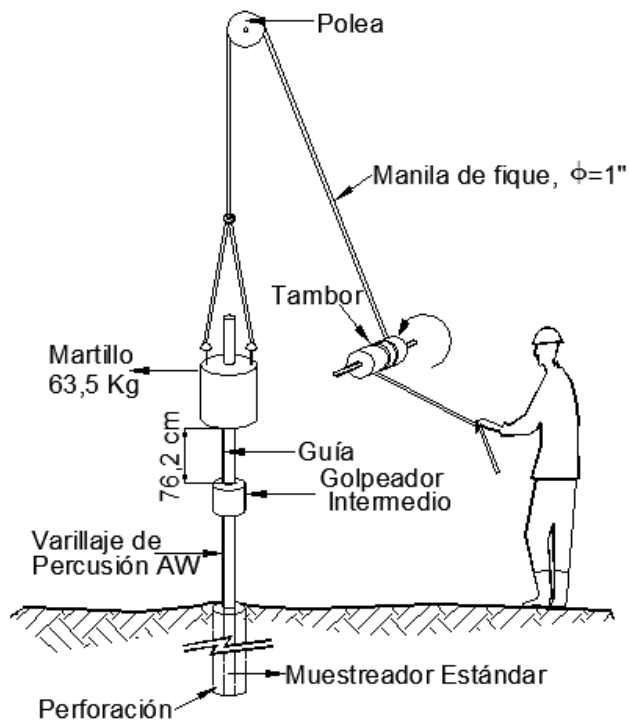


Figura 1. Procedimiento para la realización del ensayo de penetración estándar (SPT).

Las perforaciones a rotación con broca de diamante, son sondeos mecánicos, con extracción de testigo continuo con lubricación con agua y/o aditivos, mediante el sistema Wireline. Sirven para todo tipo de rocas, bolas o gravas gruesas.

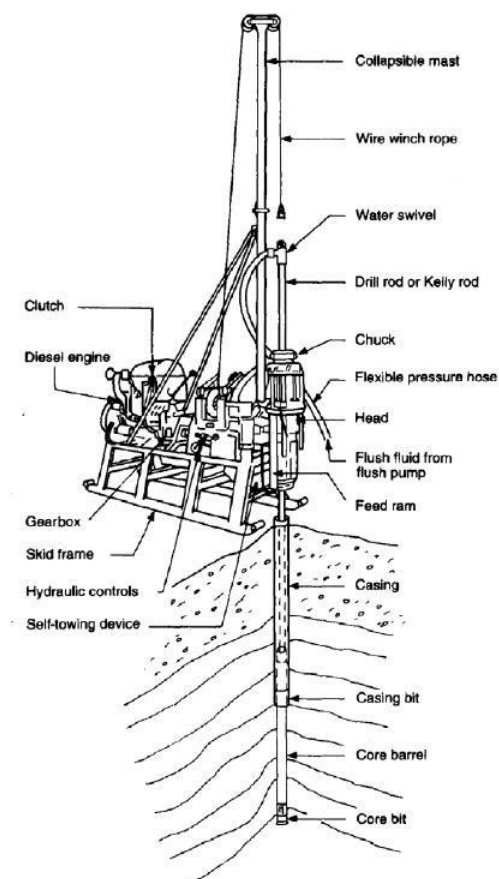


Figura 2. Procedimiento para la realización de perforaciones exploratorias mediante rotación con broca de diamante.

Las muestras obtenidas durante la etapa de exploración de campo serán procesadas en nuestro laboratorio de suelos, el cual se encuentra certificado por la ISO 9001.

5. PROFESIONALES PARA EL DESARROLLO DEL TRABAJO DE CONSULTORÍA

A continuación se relacionan los profesionales que participarán en las etapas constitutivas del trabajo de consultoría:

PROFESIONALES TÉCNICOS

NOMBRE - CARGO	PROFESIÓN	MATRICULA PROFESIONAL
<i>Alejandro Velásquez Álvarez Gerente Técnico</i>	<i>Ing. Civil Esp. en Mecánica de Suelos y Cimentaciones</i>	<i>05202095940 Ant.</i>
<i>Santiago Pérez Guerra Dirección de Estudios y Diseños – División Geotecnia</i>	<i>Ing. Civil Esp. Ingeniería Geotécnica</i>	<i>05202401571 Ant.</i>
<i>Esteban Valencia Hernández Dirección de Estudios y Diseños – División Geotecnia</i>	<i>Ing. Civil Esp. Geotecnia y Estabilidad de Taludes</i>	<i>05202241763 Ant.</i>

PROFESIONALES OPERATIVOS

NOMBRE - CARGO	PROFESIÓN	MATRICULA PROFESIONAL
<i>Gabriel Galeano Jaramillo Área de Seguridad industrial y Salud Ocupacional</i>	<i>Profesional en gestión de la seguridad y salud laboral</i>	<i>S201806362870</i>

6. DOCUMENTOS A ENTREGAR

Una vez recopilada la información de campo y obtenidos los resultados de los ensayos de laboratorio, se procederá a la elaboración del informe final, en el cual se consignarán los resultados, las conclusiones y las recomendaciones pertinentes para optimizar la seguridad y estabilidad de las obras proyectadas.

7. REQUERIMIENTOS PARA EJECUTAR EL PROYECTO

Se deberá contar con el pago del anticipo al momento de iniciar las actividades de exploración de campo.

Es de resaltar la importancia del acompañamiento por parte de los Ingenieros del proyecto durante la etapa de ubicación de los sondeos exploratorios; para lo cual se programará entre las partes una visita de reconocimiento de manera conjunta.

8. PLAZO

Estamos dispuestos a iniciar los trabajos de acuerdo con una coordinación previa entre las partes. El informe final con la descripción de los trabajos realizados, los resultados, las conclusiones y las recomendaciones podrán entregarse a los 60 días de iniciadas las labores de campo. Sin embargo, a medida que se vayan adelantando las etapas constitutivas del trabajo se irá definiendo la tipología de las obras proyectadas, por lo que será viable pensar en el planteamiento de obras parciales antes de terminar la totalidad de los diseños.

9. VALOR DEL TRABAJO DE CONSULTORÍA

El valor global del trabajo de consultoría es la suma de \$ 49,681,078 este valor no incluye el IVA.

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	SUB-TOTAL
1,EXPLORACION DEL SUBSUELO				
Perforación exploratoria en suelo con taladro mecánico por percusión y lavado. Incluye SPT y toma de muestras remoldeadas e inalteradas. (Incluye alimentación y hospedaje para personal de campo.)	m	20.0	\$ 184,440	\$ 3,688,800
Perforación exploratoria en roca o fragmentos con taladro mecánico por rotación con broca de diamante.	m	20.0	\$ 423,360	\$ 8,467,200
Apique exploratorio excavado manualmente, implica extracción de molde CBR inalterado.	m	4.5	\$ 145,200	\$ 653,400
2,INVESTIGACION DE LABORATORIO				
Determinación del contenido de humedad natural.	Unidad	12.0	\$ 16,632	\$ 199,584
Determinación de los límites líquido y plástico (Atterberg).	Unidad	12.0	\$ 67,320	\$ 807,840
Determinación de granulometría por tamizado.	Unidad	12.0	\$ 66,858	\$ 802,296
Gravedad específica	Unidad	3.0	\$ 87,846	\$ 263,538
Determinación de la compresión simple o inconfina	Unidad	2.0	\$ 88,638	\$ 177,276
Ensayos de corte directo modalidad CU	Unidad	2.0	\$ 518,100	\$ 1,036,200
Ensayos de corte directo modalidad CD	Unidad	1.0	\$ 732,600	\$ 732,600
Ensayo CBR inalterado	Unidad	3.0	\$ 139,260	\$ 417,780
Contenido de materia orgánica por ignición	Unidad	2.0	\$ 117,282	\$ 234,564
3,OTROS GASTOS				
Transporte tipo camión Bodega - Proyecto - Bodega. Transporte de personal (técnico y operativo), equipos y accesorios	Global	1.0	\$ 3,500,000	\$ 3,500,000
Celaduría nocturna de equipos y accesorios	Día	7.0	\$ 100,000	\$ 700,000
Levantamiento topográfico detallado con fines geotécnicos	Global	1.0	\$ 7,000,000	\$ 7,000,000
4,HONORARIOS PROFESIONALES				
Geólogo e Ingeniero Civil Esp. en Geotecnia	Global	1.0	\$ 7,000,000	\$ 7,000,000
Ingeniero Civil Esp. en Estructuras	Global	1.0	\$ 7,000,000	\$ 7,000,000
Ingeniero Civil Esp. en Hidráulica	Global	1.0	\$ 7,000,000	\$ 7,000,000
SUB-TOTAL ANTES DE IVA				\$ 49,681,078
IVA 19 %				\$ 9,439,405
TOTAL				\$ 59,120,483

10. NOTAS IMPORTANTES

La profundidad y cantidad de los sondeos pueden variar de acuerdo al diseño de las vías internas, cortes y excavaciones.

Se cobrará stand-by/día/comisión de perforación, en caso tal que por causas imputables y no se cuente con los permisos necesarios para el ingreso de personal, equipos y accesorios y/o la ejecución de los sondeos exploratorios, situación que afecte el normal desarrollo de las actividades dentro del cronograma y ruta de trabajo establecida conjuntamente entre CONSULCIVIL S.A.S., así mismo en el caso en que no genere instrucciones oportunas sobre la terminación y/o continuidad de cada sondeo exploratorio y esto afecte el normal desarrollo del cronograma y ruta de trabajo. El stand-by se cobrará a razón de \$ 1.800.000 /día/comisión de perforación con SPT.

La propuesta técnico-económica incluye la realización de un máximo de tres (3) visitas técnicas al proyecto con el objetivo de validar las hipótesis geotécnicas y asesorar el proyecto en cuanto a recomendaciones constructivas. En caso tal que el proyecto se localice por fuera del área metropolitana del Valle de Aburrá y/o Oriente cercano se cobrará el servicio de transporte terrestre y/o aéreo más una administración del 10% (este servicio podrá ser suministrado directamente por la entidad contratante).

A partir de la cuarta visita se cobrará un valor unitario de \$ 600.000 más IVA (duración máxima de 2 horas efectivas) más el servicio de transporte terrestre y/o aéreo más una administración del 10% (este servicio podrá ser suministrado directamente por la entidad contratante).

La propuesta técnico-económica incluye la realización de análisis y/o modelaciones adicionales por un total de 24 horas de trabajo posterior a la entrega del Informe final.

A partir de las 24 horas de dedicación, en análisis y/o modelaciones adicionales posterior a la entrega del Informe final, se cobrarán las cantidades realmente ejecutadas de los honorarios asociados a los profesionales involucrados, así:

Ing. Geotecnista Senior: \$ 225.000 más IVA/hora

Ing. Geotecnista Junior: \$ 90.000 más IVA/hora

CONSULCIVIL S.A.S., realizará la validación del estrato de cimentación recomendado, en sus instalaciones (Calle 79BSur No. 50-150 La Estrella Ant. Parque empresarial Promisión Bodega 158), después de haber recibido la respectiva muestra proveniente de la excavación. La presente cotización incluye tres (3) validaciones por

parte del equipo de Geología y Geotecnia, a partir de la cuarta revisión se cobrarán las cantidades realmente ejecutadas a razón de 180.000 más IVA / Revisión.

Los costos descritos anteriormente deberán ser cancelados en un plazo máximo de 30 días calendario con el objetivo de garantizar la continuidad del servicio de asesoría.

11. VALOR AGREGADO DE LA OFERTA

CONSULCIVIL S.A.S. ofrece los siguientes aspectos como valor agregado de nuestra oferta:

- **Experiencia:** Contamos con una importante participación en la realización de estudios geológico-geotécnicos y pavimentos para proyectos habitacionales y de infraestructura física tanto de carácter privado como público de magnitud variable, liderados por profesionales de gran trayectoria y amplia experiencia.
- **Cobertura:** Prestamos servicios de Consultoría a nivel Nacional.
- **Beneficios para el cliente:** El hecho de que nuestra Empresa posea tanto los equipos de perforación como de laboratorio, nos permite optimizar el desarrollo de las actividades lo que se ve reflejado en mejores precios y tiempos de ejecución y entrega.
- **Propuesta Técnica:** Nuestra Empresa cuenta con certificados de calidad en estudios, diseños, asesorías técnicas en Ingeniería Civil, perforaciones y sondeos, ensayos de laboratorio para concretos, suelos, pavimentos y materiales para la construcción (ISO SC-CER 171393-1 y SC-CER 171393-2 respectivamente). Adicionalmente nuestros trabajos de exploración de campo e investigación de laboratorio están supervisados y coordinados por Profesionales en el área de la Ingeniería Civil. Cumplimos con una seria responsabilidad social empresarial al incluir en nuestra nomina a personal con movilidad reducida en trabajos de oficina. Todas nuestras actividades son debidamente guiadas y monitoreadas por nuestro Profesional en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.

12. FORMA DE PAGO

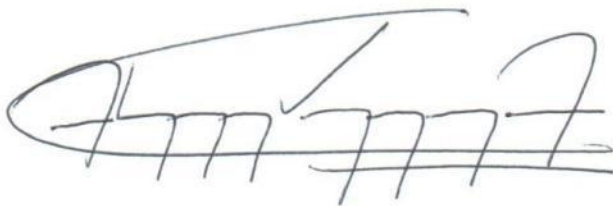
Proponemos la siguiente forma de pago:

- 30% como anticipo pagadero previo al inicio de los trabajos.
- Factura No. 1 por el 100%, menos amortización del anticipo, al momento de entrega del Informe Final. Pagadera en un plazo máximo de 30 días después de presentada.

Estamos dispuestos a ampliar o aclarar cualquier parte de esta propuesta que Ustedes consideren conveniente.

Agradecemos de antemano la invitación a participar en sus proyectos y quedamos a la espera de sus noticias.

Cordialmente,



ALEJANDRO VELÁSQUEZ ÁLVAREZ
Ing. Civil Esp. En Mecánica de Suelos y Cimentaciones
Gerente General

Cota, Cundinamarca, junio 30 de 2023.

SGS-114-2023.

Señores:
CONSORCIO VIAL NORANTIOQUIA.
Medellín.

Ref.: Consultoría para la problemática de los sitios críticos (PR 0+900) ubicado en la vía de San Félix.

Respetados Señores:

a. ALCANCE DEL TRABAJO

1. Trabajo de Gabinete: Corresponde al trabajo realizado por los profesionales del área con el fin de recolectar, analizar y evaluar la información existente del espacio donde se va a realizar el proyecto, esta etapa contempla la información relativa a ubicación, información geológica, información geotécnica e información local. También es acá donde se entrega un programa del trabajo en terreno en función de las técnicas de reconocimiento a utilizar, número de puntos de prospección, profundidad de investigación, tipo de muestreo, ensayos en sitio, tipos y cantidad de ensayos estimativos.

2. Trabajo de Campo: Corresponde al trabajo de reconocimiento en terreno mediante la obtención de muestras del subsuelo, mediciones y ensayos. La exploración del subsuelo se efectúa a través de calicatas o pozos, zanjas y sondajes para la obtención de muestras que pueden ser ensayadas en laboratorio. Además, se indica la necesidad de realizar según corresponda la prospección geofísica que permite medir la variación espacial de características físicas del suelo mediante el uso de técnicas no destructivas.

3. Ensayos de Laboratorio: Las muestras obtenidas en la etapa de exploración del subsuelo se deben ensayar según las normas publicadas para cada tipo de prueba, éstos deben ser realizados por laboratorios debidamente acreditados en el área de la mecánica de suelos. En este apartado se presentan además los ensayos y mediciones mínimas a realizar en el suelo estudiado, distinguiendo mediciones particulares para algunos tipos de suelos o usos del material. Se entrega además un anexo con los ensayos aplicables y su respectiva referencia a norma nacional o extranjera.

4. Informe de Mecánica de Suelos: Una vez recopilada toda la información del trabajo de gabinete, campo y ensayos de laboratorio, el profesional competente debe ponderar la información con el fin de concluir las propiedades geotécnicas del suelo estudiado para poder concretar parámetros de diseño, recomendaciones de diseño y condiciones para la ejecución de las obras.

b. TRABAJOS DE CAMPO

El principio utilizado por las perforadoras rotativas consiste en aplicar energía al terreno haciendo rotar un útil de corte o destroza conjuntamente con la acción de una fuerza de empuje. Este tipo de perforación se empezó a utilizar en minería sobre rocas blandas; sin embargo, la rapidez de desplazamiento y montaje de estos equipos, las variedades de útiles de corte han favorecido su uso en otros campos.

El giro del útil lo realiza el motor de la perforadora en superficie, que acciona una mesa o cabeza de rotación que, a su vez, mueve el tren de varillaje y éste finalmente transmite el giro al útil. Los útiles de corte que se emplean en rotación son las barrenas helicoidales, las coronas circulares y las cabezas tricono, según el tipo de terreno, del diámetro del talador y de la finalidad de la perforación (extracción de testigos o avance a destroza).

La perforación a rotación presenta características diferentes si se realiza en roca o en suelos. En roca el avance se produce por corte y compresión: el giro se realiza mediante sonda o rotor y la presión por barra de carga, varillaje y empuje hidráulico. En el caso de los suelos, si éstos son granulares no demasiado cohesivos, la perforación se realiza con una barrena helicoidal; en el caso de granulares muy sueltos es necesario el uso de cucharas.

c. Laboratorio

Son todos aquellos ensayos que permiten estudiar las propiedades del suelo a través de muestras, lo más inalteradas posibles, provenientes del terreno objeto de análisis; y se realizan en ambientes controlados, dentro de un laboratorio. Son mucho más precisos y brindan información que los estudios “in-situ” no son capaces de obtener, pero también son más costoso en tiempo y dinero.

Entre los ensayos más relevantes en laboratorios están:

- De identificación y estado (tamizado, sedimentación, humedad, densidad, permeabilidad, etc.)
- De resistencia (compresión, corte y ensayo triaxial)
- De deformabilidad (edométrico)
- De compactación y reutilización (ensayo Próctor y CBR)
- En rocas (durabilidad, resistencia, densidad, absorción, etc.)

El criterio correcto en la selección, o en la combinación, entre estos tipos de estudios de mecánica de los suelos, es vital para el exitoso desenvolvimiento de una obra de ingeniería en sus distintas fases. Conocer las distintas opciones disponibles y en qué situaciones aplicarlas, no solo asegura la estabilidad de una estructura, evitando en la

peor de las instancias su colapso, sino que puede representar un ahorro económico y de tiempo importante, aspecto vital en los grandes proyectos de construcción hoy en día.

d. Cronograma

La empresa establece que la duración de los trabajos asignados se estima con un tiempo de 3 meses (90 días)

Descripción	Mes		
	1	2	3
Exploración a Campo			
Laboratorio			
Geología - Geotecnia			

e. Forma de Pago

La empresa estipula un anticipo del 60% del valor del contrato para poder iniciar actividades, se establecen dos facturas:

Factura N° 01 para un avance de obra correspondiente a un valor del 50%, menos la amortización del anticipo. Pagadera a los 15 días

f. Valor de la Propuesta

Nuestra propuesta técnico – económica se estima los valores de alimentación y hospedaje del personal

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	SUB-TOTAL
EXPLORACION DEL SUBSUELO				
Perforación SPT y/o rotación con diamante en roca o fragmentos con taladro mecánico por rotación	M	40.0	\$ 510,800	\$ 20,432,000
INVESTIGACION DE LABORATORIO				
humedad, densidad, permeabilidad, etc.) • De resistencia (compresión, corte y ensayo triaxial) • De deformabilidad (edométrico)	SGL	1.0	\$ 4,000,000	\$ 4,000,000
TRANSPORTE				
Transporte de personal (técnico y operativo), equipos y accesorios	Global	1.0	\$ 4,000,000	\$ 4,000,000
HONORARIOS				
Levantamiento topográfico	Global	1.0	\$ 8,000,000	\$ 8,000,000
Geólogo e Ingeniero Civil Esp. en Geotecnia	Global	1.0	\$ 8,000,000	\$ 8,000,000
Ingeniero Civil Esp. en Estructuras	Global	1.0	\$ 8,000,000	\$ 8,000,000
Ingeniero Civil Esp. en Hidráulica	Global	1.0	\$ 8,000,000	\$ 8,000,000
SUB-TOTAL ANTES DE IVA				\$ 60,432,000
IVA 19 %				\$ 11,482,080
TOTAL				\$ 71,914,080

Cualquier aclaración o información adicional, favor comunicarse al teléfono: (601) 878 77 58, en Cota, Cundinamarca, móvil (+57) 315 356 76 67, ó a gerencia@stalogroup.com

En espera de poder colaborar en este y todos sus proyectos,

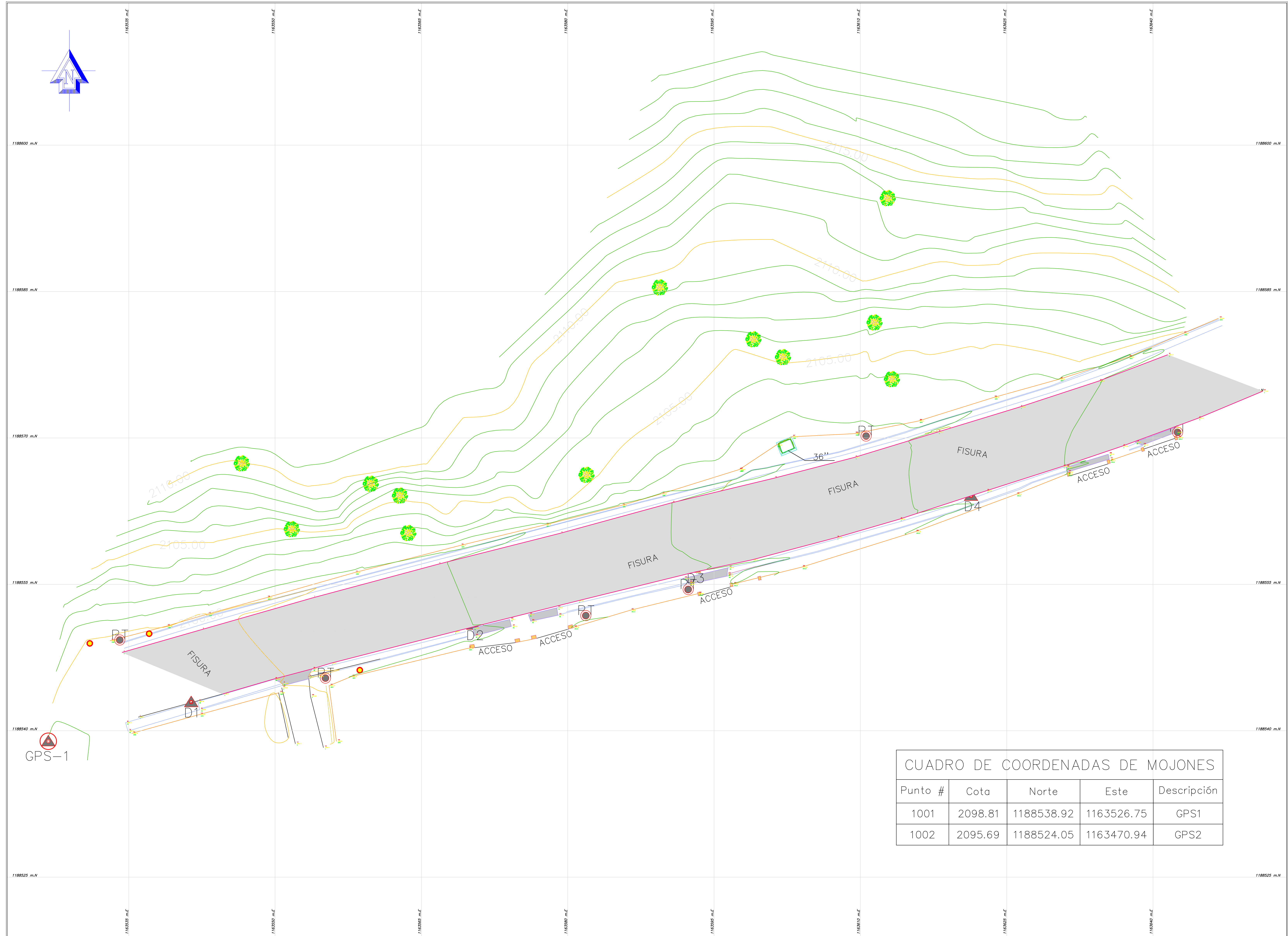
cordialmente,

ORIGINAL IMPRESO Y FIRMADO.

JUAN CARLOS NIVIA ESPEJO.
Dirección General.
STALO GROUP S.A.S.

cc. Archivo.

STALO
Group S.A.S.





Modelos Digitales de Terrenos S.A.S.

CRA 46 N°38-62 OFICINA 702

TEL: 2 32 24 17

contacto@topografiamdtd.com



CONSULCIVIL S.A.S.

consultoría de obras civiles

CONTIENE:
**LEVANTAMIENTO
ALTIPLANIMETRICO**

PROYECTO
SITIO CRITICO PR 0+900
VIA MEDELLIN - SAN PEDRO
DE LOS MILAGROS

MUNICIPIO MEDELLIN
DEPARTAMENTO
ANTIOQUIA

AREA:
LEVANTO: MDT
CALCULO: MDT
DIBUJO: MDT
ESCALA ROTULO: 1/1 PLIEGO
ESCALA DIBUJO:
0 7.5m
1:150
FECHA: JUNIO 2023
COORDENADAS:
MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE
ARCHIVO:
ACAD-Sito Critico K1+000 Via San Pedro - Medellin

CUADRO DE CONVENCIONES

ANEN	
AREA	
ARBOLES	
BLOQUES	
CERCO	
CONSTRUCCION	
CONT-MUR	
CONT-MNR	
CORONA	
CUADRICULA	
CUNETETA	
E.E	
EMBARETADO	
ESCALAS	
FALLA	
FISURA	
HATCH	
MALLA	
MURO	
OBJETOS	
OSIA	
PARAMENTO	
PERFILES	
PROTECCION	
PISO DURO	
QUEBRADA	
SECCIONES	
TEXTO	
TEXTO COOR.	
TEXTO CURVAS	
TUBERIA	
BORDE VIA	
PATA	
CAVION	
CORDON	
CAMARA DE TELEFONO	
POSTE	
MANHOL	
DELTA	
MOJON DE GAS	
CAJA	
CAJA DE INSPECCION	
MANHOL DE GAS	
HIDRANTE	
POSTE SEMAFORO	
MOJON	
VALVULA	
SUMIDERO	
PERFORACION	
LUMINARIA	
INCLINOMETRO	
VIENTO	
ARBOL	
PALMA	

CUADRO DE COORDENADAS DE MOJONES				
Punto #	Cota	Norte	Este	Descripción
1001	2098.81	1188538.92	1163526.75	GPS1
1002	2095.69	1188524.05	1163470.94	GPS2

CONSORCIO NORANTIOQUIA



INFORME CP-00141

**CONSULTORÍA PARA EL DISEÑO GEOTÉCNICO, ESTRUCTURAL
E HIDRÁULICO EN LAS OBRAS NECESARIAS PARA OPTIMIZAR
LA ESTABILIDAD DEL SITIO CRITICO UBICADA EN EL PR 0 + 900
DE LA VIA MEDELLÍN – SAN FELIX (ANTIOQUIA)**

CONSULCIVIL S.A.S.			
Proyecto	CONSULTORÍA PARA EL DISEÑO GEOTÉCNICO, ESTRUCTURAL E HIDRÁULICO EN LAS OBRAS NECESARIAS PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DEL SITIO CRITICO UBICADA EN EL PR 0 + 900 DE LA VIA MEDELLÍN – SAN FELIX (ANTIOQUIA)		
Cliente	CONSORCIO VIAL NORANTIOQUIA		
Informe No.	CP-00141		
Versión	Modificaciones	Fecha	
-	Informe inicial	28-07-23	
EQUIPO TÉCNICO – ELABORÓ			
Nombre	Profesión	Cargo	Firma
Andrés Camilo Rodríguez Díaz	Ing. Civil Mat. 031037-0561529	Geotecnista junior	
José Alfred Morales Rodelo	Ing. Geólogo Mat.05223-423234 ANT	Geólogo	
Javier Valencia Gallego	Ing. Civil Esp. Ing de recursos Hidráulicos Mat. 05202-02881 -ANT	Ingeniero hidráulico Senior	
Giovanny Sepulveda	Ing Civil Esp Ing Sismo Resistente Mat. 05202-104374 - ANT	Ingeniero estructural Senior	
Santiago Pérez Guerra	Ing. Civil Esp. Ingeniería Geotecnia Mat. 05202-211823	Geotecnista Senior	
Esteban Valencia Hernández	Ing.Civil Esp. Geotecnia y estabilidad de taludes Mat. 05202-241763	Geotecnista Senior	
DIRECCIÓN TÉCNICA – REVISÓ – APROBÓ			
Nombre	Profesión	Cargo	Firma
Alejandro Velásquez Álvarez	Ing. Civil Esp. Mec. de Suelos y Cimentaciones Mat. 05202-095940	Gerente General	

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
2	LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	3
3	OBJETIVOS Y ALCANCES	4
4	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	5
5	ETAPA DE EXPLORACIÓN DE CAMPO	7
5.1	EJECUCIÓN SONDEO P1X.	10
5.1.1	MUESTRAS SONDEO P1X	13
5.1.2	NIVEL FREÁTICO SONDEO P1X	14
5.2	EJECUCIÓN SONDEO P1.	15
5.2.1	MUESTRAS SONDEO P1	15
5.2.2	NIVEL FREÁTICO SONDEO P1	18
5.3	EJECUCIÓN SONDEO P2.	18
5.3.1	MUESTRAS SONDEO P2	20
5.3.2	NIVEL FREÁTICO SONDEO P2	22
5.4	EJECUCIÓN SONDEO P3.	23
5.4.1	MUESTRAS SONDEO P3	23
5.4.2	NIVEL FREÁTICO SONDEO P3	24
6	ETAPA DE INVESTIGACIÓN DE LABORATORIO	26
7	ANTECEDENTES	27
7.1	USO DEL SUELO	27
7.2	RETIROS HÍDRICOS	28
7.3	AMENAZA ANTE MOVIMIENTO EN MASA	29
7.4	ANÁLISIS MULTITEMPORAL	30
8	CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA	31
8.1	GEOLOGÍA REGIONAL	31
8.2	GEOMORFOLOGÍA REGIONAL	33
8.3	DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	34
9	GEOLOGÍA LOCAL	36
10	CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUBSUELO A PARTIR DE LA EXPLORACIÓN DIRECTA	38
10.1	POSICIÓN DEL NIVEL FREÁTICO	38
10.2	CONDICIONES DE HUMEDAD	38
10.3	MATERIALES TÍPICOS EN LA ZONA DE INTERÉS	40
1	CARACTERIZACIÓN GEOMECAÁNICA	45
10.4	PARÁMETROS A PARTIR DE BIBLIOGRAFÍA	46
10.5	PARÁMETROS CORRELACIONADOS DEL SPT	50
10.6	PARAMETROS OBTENIDOS CON LABORATORIOS DE RESISTENCIA	54
10.1	PARÁMETROS SELECCIONADOS PARA LAS MODELACIONES	55

11	PARAMETROS SISMICOS	56
12	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES	59
12.1	BASES TEORICAS Y NORMATIVAS PARA ESTABILIDAD DE TALUDES	59
12.2	CONDICIONES ACTUALES	61
12.3	CONSIDERACIONES DE DISEÑO	64
12.4	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD CONDICIONES ACTUALES	66
12.5	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD CONDICIONES PROYECTADAS	67
12.5.1	Estabilidad local y global de la contención propuesta.	67
12.5.2	Estabilidad interna de la contención propuesta.	68
12.5.3	Módulos de reacción para pilas de contención	73
13	CONSIDERACIONES HIDRÁULICAS	75
14	RECOMENDACIONES ESTRUCTURALES	78
15	RECOMENDACIONES DE MONITOREO GEOTÉCNICO	82
16	RECOMENDACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN	82
16.1	LLENOS	83
17	LIMITACIONES	84
18	REFERENCIAS	85
19	ANEXOS	85

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización general del proyecto	3
Figura 2. Localización específica del sitio proyecto.	3
Figura 3. Ubicación de los sondeos ejecutados.	7
Figura 4. Procedimiento para la realización del ensayo de penetración estándar (SPT).	8
Figura 5. Procedimiento para la realización de perforaciones exploratorias mediante rotación con broca de diamante.	9
Figura 6 Mapa de usos del suelo en la zona de interés.	27
Figura 7. Mapa de retiros hídricos de la zona de interés.	28
Figura 8. Amenaza a movimiento en masa y avenida torrencial en la zona de interés. Fuente. Modificado de POT Medellín, 2014.	29
Figura 9. Análisis multitemporal de la zona de interés. Fuente. Modificado de Google Earth.	30
Figura 10. Marco geológico regional.	31

Figura 11. Marco geomorfológico de la zona de interés.....	33
Figura 12. Afectación en la cuneta de la vía.....	34
Figura 13. Agrietamientos y hundimiento en la banca vial.....	35
Figura 14 Gráfico Contenido de humedad contra profundidad	39
Figura 15 Grafico clasificacion USCS por estrato	40
Figura 16 Vista aerea de los sondeos exploratorios realizados	46
Figura 17. Regresión para datos obtenidos deposito antrópico.....	53
Figura 18. Regresión para datos obtenidos deposito de vertiente tipo flujo de lodos y escombros.	53
Figura 19. Datos obtenidos ensayos de compresión no confinada	54
Figura 20. Ensayos de resistencia tipo corte directo realizados en el proyecto.	54
Figura 21. Espectro elástico de aceleraciones de diseño como fracción de g para el sitio de estudio.	58
Figura 22. Agrietamientos evidenciados en la zona de interés.....	62
Figura 23. Topografía de la zona de interés con la demarcación de las zonas afectadas.....	63
Figura 24. Sección longitudinal a la vía.....	63
Figura 25. Sección transversal a la zona de mayor afectación.....	63
Figura 26. Imagen esquemática de la configuración recomendada.....	65
Figura 27. Vista en planta ubicación muro contención.....	65
Figura 28. Análisis de estabilidad condiciones actuales.....	66
Figura 29. Análisis de estabilidad local en condiciones proyectadas.....	68
Figura 30. Geometría para las modelaciones de estabilidad interna de la contención.....	69
Figura 31. Fuerzas internas actuando en la estructura.....	70
Figura 32. Deformaciones máximas esperadas en la cabeza del elemento.	71
Figura 33. Distribución del módulo de reacción en profundidad.....	74
Figura 34. Propuesta para la conducción hasta descarga.	75
Figura 35. Filtro recomendado aguas arriba o contra zonas permeables.	76
Figura 36. Dimensiones propuestas para el filtro paralelo a cuneta.	77
Figura 37. Cárcamo proyectado después de la estructura tipo Box culvert.....	78

Figura 38. Vista en planta de muro de contención (Ver plano PL-1)	79
Figura 39. Vista en planta y frontal de contención (Muro en pilas + Muro tabique + viga de unión entre pilas).....	80
Figura 40. Sección típica de pilas de contención.	81
Figura 41. Ubicación del inclinómetro propuesto.	82

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas sondeos exploratorios de campo.	7
Tabla 2. Coordenadas P1X.....	10
Tabla 3. Posición del nivel freático con respecto al nivel actual del terreno.....	14
Tabla 4. Coordenadas P1.	15
Tabla 5. Posición del nivel freático con respecto al nivel actual del terreno.....	18
Tabla 6. Coordenadas P2.	18
Tabla 7. Posición del nivel freático con respecto al nivel actual del terreno.....	22
Tabla 8. Coordenadas P3.	23
Tabla 9. Posición del nivel freático con respecto al nivel actual del terreno.....	24
Tabla 10 Tipo y cantidad de ensayos de laboratorio.....	26
Tabla 11. Perfil estratigráfico basado en la perforación P2.....	36
Tabla 12. Perfil estratigráfico basado en la perforación P3.....	37
Tabla 13 Posición del nivel freático con respecto al nivel inicial de cada sondeo exploratorio.....	38
Tabla 14. Ensayos ejecutados sobre el depósito antrópico.....	42
Tabla 15 Resultados de los ensayos de laboratorio sobre depósito de vertiente tipo flujo de lodos y escombros.....	44
Tabla 16 Estratos según perforación y profundidad.....	45
Tabla 17. Valores del peso unitario, ángulo de fricción y cohesión para diferentes tipos de material, tomado de Hoek & Bray (1991).	46
Tabla 18. Valores de referencia para el peso unitario del suelo tomado de Handbook of geotechnical investigation, 2014.....	47
Tabla 19. Consistencia del suelo con base en el SPT y la resistencia a la compresión del material tomado de Braja Das (2012).	48
Tabla 20. Indicativo de variación del ángulo de fricción en suelos finos y grueso granulares tomado de Hough, B.K, 1957.....	48

Tabla 21. Rangos de valores para el módulo de elasticidad tomado de Handbook of geotechnical investigation, 2014.....	49
Tabla 22. Relación de Poisson para distintos suelos (Das, 2014).	49
Tabla 23. Estratos a evaluar según lo encontrado durante la exploración de campo.....	50
Tabla 24. Correlaciones con base el SPT ejecutado en la perforación 1.	50
Tabla 25. Correlaciones con base el SPT ejecutado en la perforación 2.	51
Tabla 26. Correlaciones con base el SPT ejecutado en la perforación 3.	51
Tabla 27. Correlaciones con base el SPT ejecutado en la perforación 4.	51
Tabla 28. Nubes de puntos esfuerzos normales y de corte para los diferentes estratos encontrados.....	52
Tabla 29. Obtención de parámetros efectivos deposito antrópico.....	52
Tabla 30. Obtención de parámetros efectivos Horizonte V de meteorización.....	53
Tabla 31 Datos de Nspt promedio perforacion 1.	56
Tabla 32 Datos de Nspt promedio perforacion 2	56
Tabla 33 Datos de Nspt promedio perforacion 3	57
Tabla 34 Datos de Nspt promedio perforacion 4	57
Tabla 35. Clasificación del perfil del suelo según TITULO A - NSR-10.....	58
Tabla 36. Parámetros sísmicos según NSR-10 para el proyecto.	58
Tabla 37. Escala de valoración de los factores de seguridad según la NSR-10....	61
Tabla 38. Escala de valoración de los factores de seguridad según la US Army Corps of Engineers (Octubre 2003).....	61
Tabla 39. Empujes de tierra, activo, pasivo y en reposo actuando frente y detrás de la estructura de contención.	71
Tabla 40. Distribución de las fuerzas internas.....	72
Tabla 41. Distribución del módulo de reacción en profundidad.	73
Tabla 42. Requisitos de los materiales para llenos.	83

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Vista general del sitio en estudio.....	1
Fotografía 2. Fotografía de dron zona de interés.....	1
Fotografía 3.Planta del sitio levantada con dron.	5

Fotografía 4. Evidencias de afectaciones y hundimientos en la capa de rodadura de la vía.	6
Fotografía 5. Accesorios para la realización del ensayo de penetración estándar (SPT).	8
Fotografía 6. Accesorios para la realización de toma de muestras inalteradas tipo tubo de pared delgada Shelby.	9
Fotografía 7. Ejecución Sondeo P1X.	10
Fotografía 8. A y B Readecuación de cerca de alambre de púas.	11
Fotografía 9. A y B Restitución de grama natural en el sitio donde se ubicó el equipo de perforación.	12
Fotografía 10. Muestras Sondeo P1X.	14
Fotografía 11. Ejecución Sondeo P1.	15
Fotografía 12. Muestras Sondeo P1.	18
Fotografía 13. Ejecución Sondeo P2.	19
Fotografía 14. Muestras Sondeo P2.	22
Fotografía 15. Ejecución Sondeo P3.	23
Fotografía 16. Muestras Sondeo P3.	24
Fotografía 17. Registro fotografico perforacion materiales asociados a los depositos antropicos.	41
Fotografía 18. Registro fotografico de muestras del deposito de vertiente recuperadas durante la exploracion de campo.	43

1 INTRODUCCIÓN

El CONSORCIO VIAL NORANTIOQUIA adelanta los estudios y diseños para la optimización de la estabilidad y condiciones viales de servicio en el PR- 0+900 de la vía Medellín – San Félix. Se presenta a continuación, (ver Fotografía 1 y Fotografía 2) una vista general del sitio afectado.



Fotografía 1. Vista general del sitio en estudio.

Fuente: CONSULCIVIL S.A.S



Fotografía 2. Fotografía de dron zona de interés.

Fuente: CONSULCIVIL S.A.S.

Por lo anterior El Consorcio Vial Norantioquia contrató a la Empresa consultora CONSULCIVIL S.A.S. para ejecutar el trabajo de consultoría cuyo objeto es adelantar todas las actividades de campo, laboratorio y oficina necesarias para llevar a cabo el estudio de suelos, caracterización geológico geotécnica, análisis de estabilidad, definición del sistema de contención, recomendaciones para el drenaje de aguas superficiales y subsuperficiales para el desarrollo del proyecto, consultoría hidráulica y estructural.

2 LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El sitio en estudio se encuentra ubicado sobre las coordenadas **6°17'57.53"N, 75°35'56.74"O** del sistema WGS-84, en la vía que va de Medellín a San Félix (Antioquia), en jurisdicción del municipio de Bello. En la **Figura 1** se presenta la localización del proyecto.

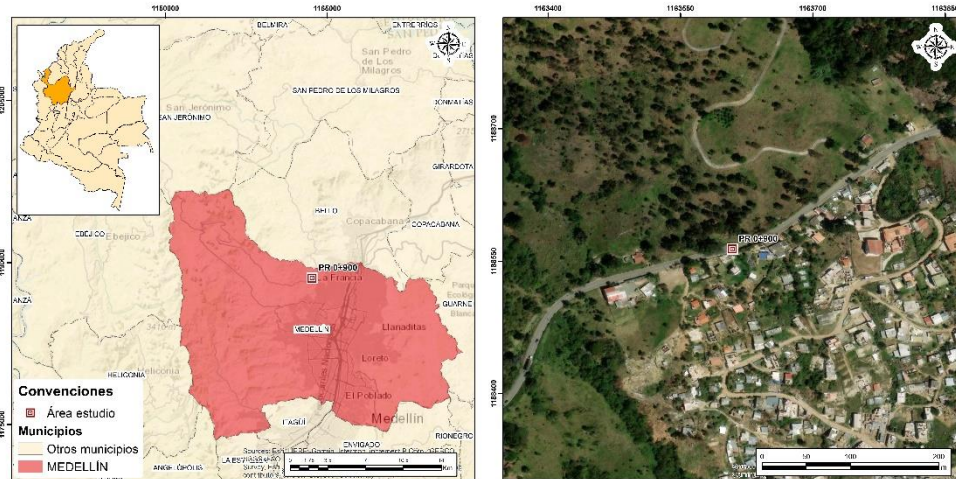


Figura 1. Localización general del proyecto



Figura 2. Localización específica del sitio proyecto.

3 OBJETIVOS Y ALCANCES

El trabajo consistirá en programar y ejecutar todas las actividades de campo, laboratorio y oficina tendientes a realizar detenidos estudios sobre los sectores afectados, tal que nos permitan llegar a establecer:

- Levantamiento topográfico del área en estudio, localización de puntos de interés y afectaciones.
- Descripción y caracterización de las unidades litológicas y formaciones superficiales que afloran en el sector en estudio y su incidencia en los fenómenos de inestabilidad presentes en los sectores en estudio.
- Identificación de las unidades litológicas con sus características geológicas, de resistencia y comportamiento general de los sectores en estudio.
- Identificación de rasgos estructurales como fallas, diaclasas y fracturas en el sector afectado.
- Espesor y características geo-mecánicas de los perfiles de meteorización y/o depositación en el sector en estudio.
- Identificación, localización, descripción y diagnóstico de los fenómenos de inestabilidad presentados en los sectores en estudio.
- Análisis de estabilidad de los sectores afectados mediante el uso de software especializado Slide V 9.0.
- Determinación de problemas geológico-geotécnicos, caracterización de éstos y diseño de las obras necesarias para optimizar la estabilidad de los sectores en estudio.
- Recomendaciones para el tratamiento de aguas freáticas, de infiltración o de escorrentía superficial.
- Evaluación y concepto de obras hidráulicas para medidas de mitigación para el sitio crítico.
- Diseño de las estructuras propuestas en las recomendaciones dadas por los especialistas de las áreas de Geotecnia e Hidráulica.

4 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El CONSORCIO VIAL NORANTIOQUIA adelanta los estudios y diseños para la optimización de la estabilidad y condiciones viales de servicio en el PR- 0+900 de la vía Medellín – San Félix. Se presenta a continuación una vista general del sitio afectado.

En dicho sitio se han presentado afectaciones en la vía, teniendo en cuenta las condiciones de drenaje y la existencia de un suelo de subrasante tipo depósitos de vertiente (suelos removilizados). En consecuencia, se han evidenciado afectaciones visibles en la capa de rodadura. Adicionalmente, con ayuda de visitas de obra al sitio de interés y fotos de dron (ver Fotografía 3 y Fotografía 4) se pudo evidenciar la precariedad de las obras de drenaje y la clausura de las mismas en algunos puntos por parte de la comunidad y/o asentamientos urbanos que existen actualmente.

5



Fotografía 3. Planta del sitio levantada con dron.

Fuente: CONSULCIVIL 2023



Fotografía 4. Evidencias de afectaciones y hundimientos en la capa de rodadura de la vía.

Fuente: CONSULCIVIL 2023

5 ETAPA DE EXPLORACIÓN DE CAMPO

Esta etapa que cuenta con Certificado Vigente ISO 9001 CO-SC-CER 171393-1, se adelantó mediante la ejecución de los siguientes sondeos:

- Un (1) sondeo exploratorio P1X de 5.45m de profundidad.
- Un (1) sondeo exploratorio P1 de 20m de profundidad.
- Un (1) sondeo exploratorio P2 de 15m de profundidad.
- Un (1) sondeo exploratorio P3 de 5.45m de profundidad.

7

Tabla 1. Coordenadas sondeos exploratorios de campo.

Perforación No	Coordenadas	
P1X	6°17'57.90"N	75°35'56.80"O
P1	6°17'57.59"N	75°35'56.74"O
P2	6°17'57.21"N	75°35'57.39"O
P3	6°17'57.36"N	75°35'55.98"O

La cantidad de sondeos presentados en la cotización inicial se ajustó, lo anterior teniendo en cuenta el alcance del proyecto, el tipo de material geológico presente en el sitio de interés y las condiciones de la vía.

En la siguiente figura, se presenta la ubicación de los sondeos ejecutados durante la campaña de exploración en campo.

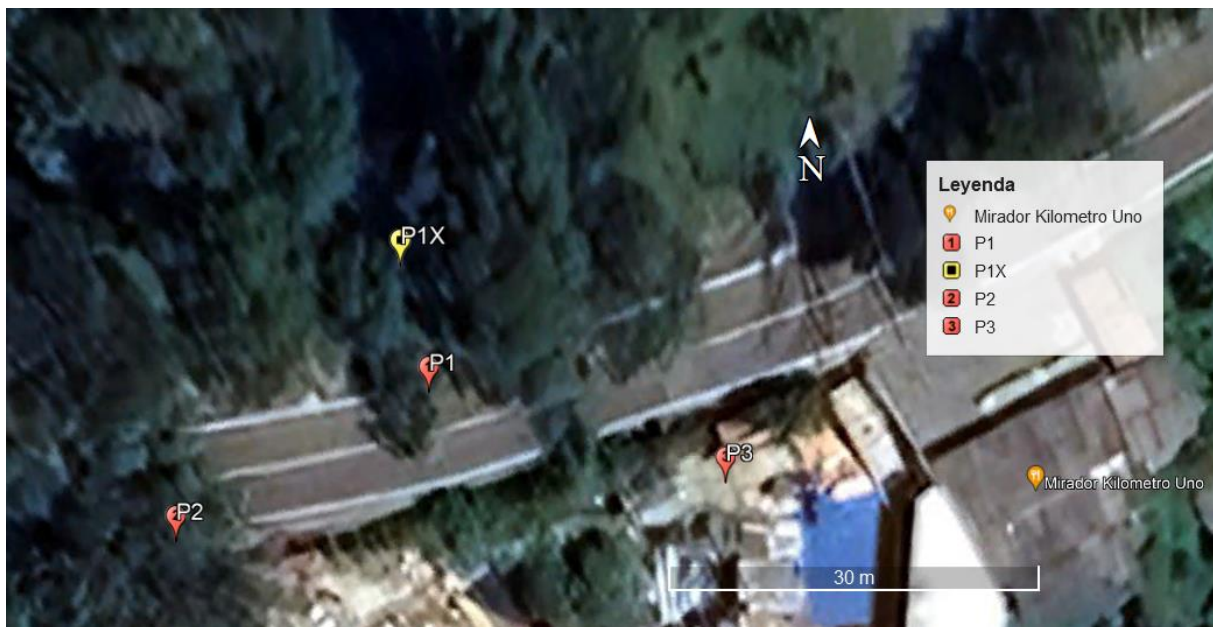


Figura 3. Ubicación de los sondeos ejecutados.

Durante la ejecución de los sondeos, se realizó el ensayo de penetración estándar hasta las profundidades a las cuales todavía se encontró suelo, ensayo comúnmente conocido como SPT (*Standard Penetration Test*), que consiste en penetrar en el suelo un sacamuestras (*Split Spoon*) normalizado contando el número de golpes necesarios para hincar el mismo 0.30 m.

A partir del número de golpes y del tipo de suelo pueden estimarse las propiedades geomecánicas de comportamiento del suelo. Su objetivo es el de obtener muestras representativas del suelo para fines de identificación y ejecución de ensayos en laboratorio, además de medir la resistencia a la penetración de la cuchara normal de muestreo (*Split Spoon*). Su utilización no se ha limitado a suelos granulares, el ensayo también puede ejecutarse en arcillas y rocas suaves, teniendo presente las limitaciones del mismo. Éste se realiza de acuerdo a la Norma ASTM D-1586.

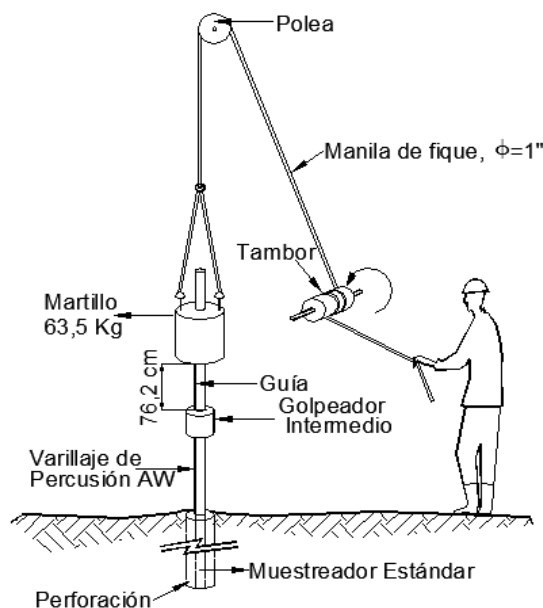


Figura 4. Procedimiento para la realización del ensayo de penetración estándar (SPT).



Fotografía 5. Accesorios para la realización del ensayo de penetración estándar (SPT).



Fotografía 6. Accesorios para la realización de toma de muestras inalteradas tipo tubo de pared delgada Shelby.

La perforación a rotación con broca de diamante, es un sondeo mecánico, con extracción de testigo continuo, con o sin agua, mediante barrenas simples o dobles que llevan en su borde inferior una corona cortadora. Sirven para todo tipo de suelos o rocas, aunque la corona puede presentar problemas de abrasión, o desviaciones al atravesar bolos o gravas gruesas.

9

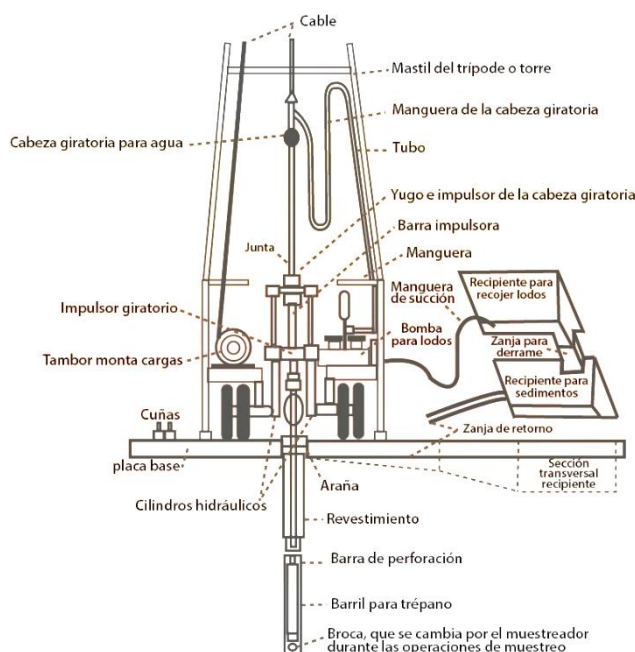


Figura 5. Procedimiento para la realización de perforaciones exploratorias mediante rotación con broca de diamante.

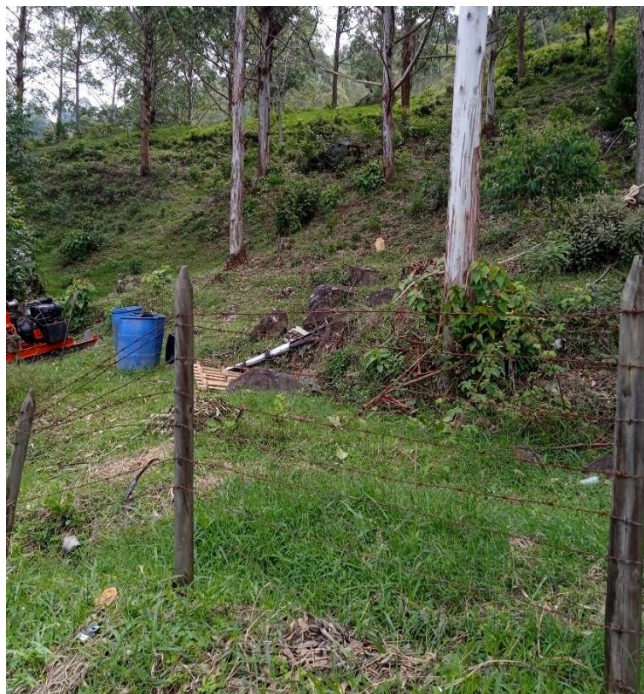
Los testigos de las muestras tomadas permanecerán en CONSULCIVIL S.A.S. durante un mes a partir de la fecha de entrega del presente informe. Si durante este tiempo no se recibe instrucción alguna por parte del CONSORCIO VIAL NORANTIOQUIA con respecto al uso que a las muestras deba dárseles, CONSULCIVIL S.A.S. dispondrá de ellas de la manera que considere más conveniente.

5.1 EJECUCIÓN SONDEO P1X.

Sondeo ubicado en la ladera de la margen Izquierda de la vía, en las coordenadas indicadas en la **Tabla 2.**, hasta 5.45m profundidad. La ejecución del sondeo se suspendió debido a que hubo novedades con la autorización de acceso al predio. Teniendo en cuenta lo anterior el sondeo se reubicó, en el presente informe se adjunta la información referente a los 5.45m perforados.

Tabla 2. Coordenadas P1X.

Perforación No	Coordenadas	
P1X	6°17'57.90"N	75°35'56.80"O



Fotografía 7. Ejecución Sondeo P1X.

En cuanto al predio en el que se ubicó el equipo, por parte del área de perforaciones se realizó la readecuación del área específica intervenida, así como de los cerramientos con que contaba la propiedad; en las fotografías 4 y 5 se presentan evidencias fotográficas.

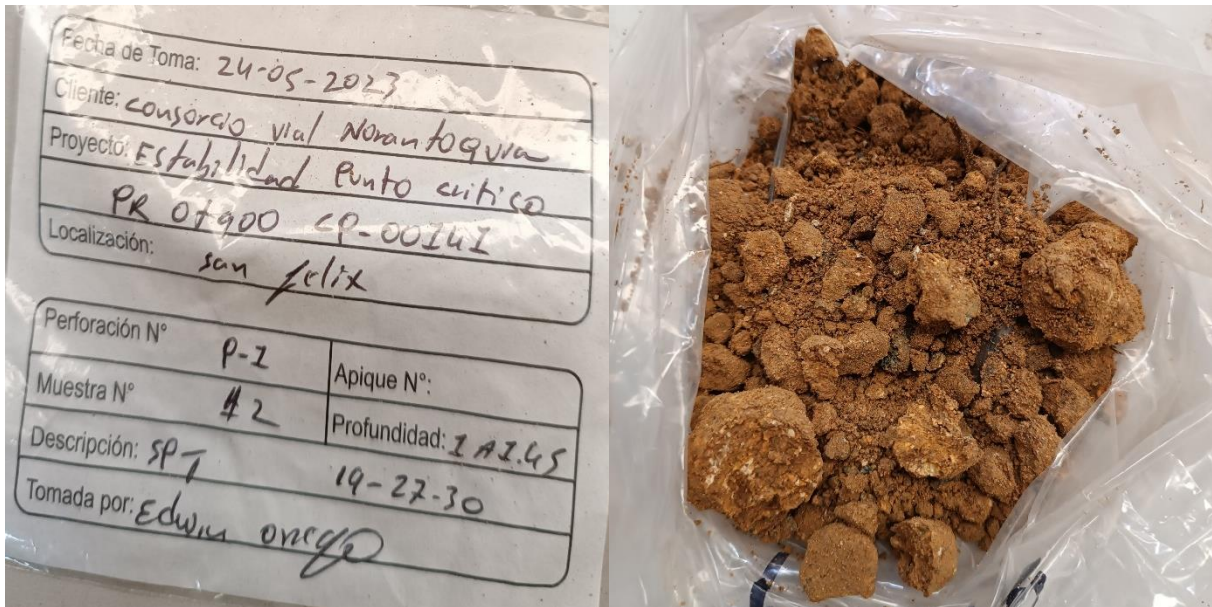


Fotografía 8. A y B Readecuación de cerca de alambre de púas.



Fotografía 9. A y B Restitución de grama natural en el sitio donde se ubicó el equipo de perforación.

5.1.1 MUESTRAS SONDEO P1X





Fotografía 10. Muestras Sondeo P1X.

5.1.2 NIVEL FREÁTICO SONDEO P1X

Tabla 3. Posición del nivel freático con respecto al nivel actual del terreno

POSICIÓN DEL NIVEL FREÁTICO				
FECHA	A.M		P.M	
	PROFUNDIDAD PERFORADA (m)	PROFUNDIDAD N.F (m)	PROFUNDIDAD PERFORADA (m)	PROFUNDIDAD N.F (m)
24/05/2023	0	-	5.45	seco

5.2 EJECUCIÓN SONDEO P1.

Sondeo ejecutado en las coordenadas indicadas en la **Tabla 4.** justo en borde de la vía, se perforaron 20m con muestreo metro a metro, cumpliendo así con lo estipulado en la cotización del proyecto.

Tabla 4. Coordenadas P1.

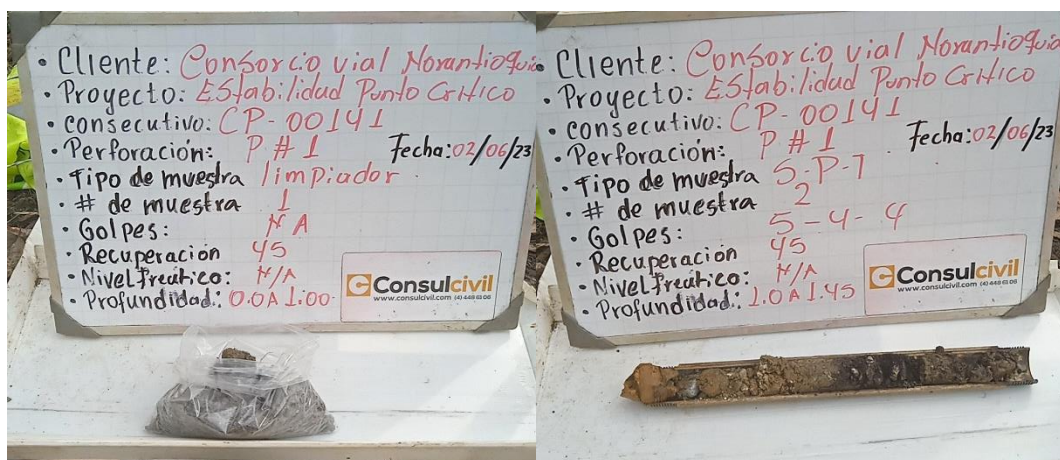
Perforación No	Coordenadas	
P1	6°17'57.59"N	75°35'56.74"O

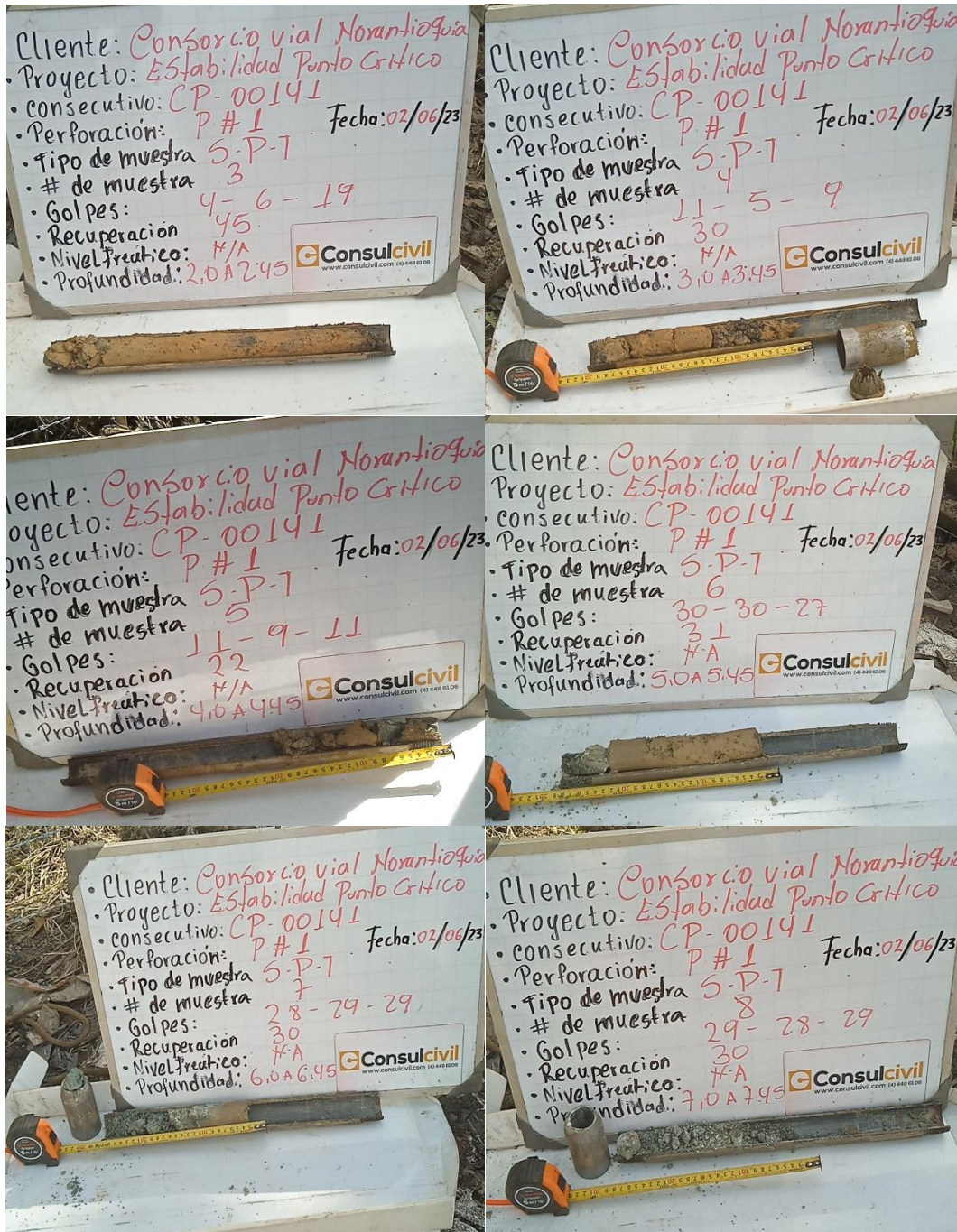
15

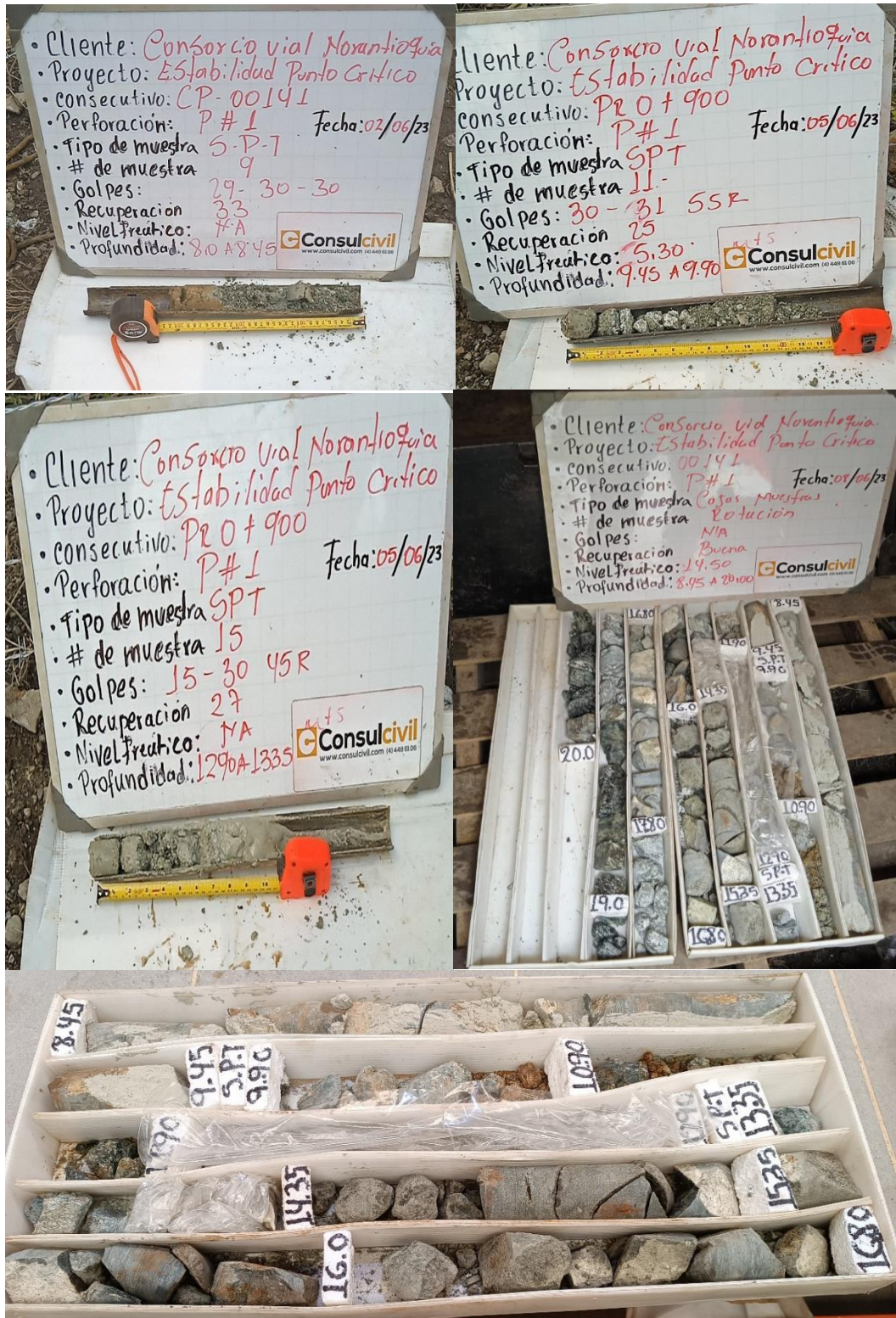


Fotografía 11. Ejecución Sondeo P1.

5.2.1 MUESTRAS SONDEO P1









Fotografía 12. Muestras Sondeo P1.

5.2.2 NIVEL FREÁTICO SONDEO P1

Tabla 5. Posición del nivel freático con respecto al nivel actual del terreno

POSICIÓN DEL NIVEL FREÁTICO				
FECHA	A.M		P.M	
	PROFUNDIDAD PERFORADA (m)	PROFUNDIDAD N.F (m)	PROFUNDIDAD PERFORADA (m)	PROFUNDIDAD N.F (m)
02/06/2023	0.00	-	8.45	2.45
05/06/2023	8.45	seco	13.35	4.30
06/06/2023	13.35	4.50	13.35	4.30
07/06/2023	13.35	4.30	20.00	4.00
08/06/2023	20.00	14.50	20.00	14.50

5.3 EJECUCIÓN SONDEO P2.

Sondeo ejecutado en las coordenadas indicadas en la **Tabla 8.** sobre la margen derecha de la vía; se perforaron 15m aplicando dos técnicas de acuerdo con las condiciones del terreno, las cuales son el Ensayo SPT y perforación a rotación con broca diamantada.

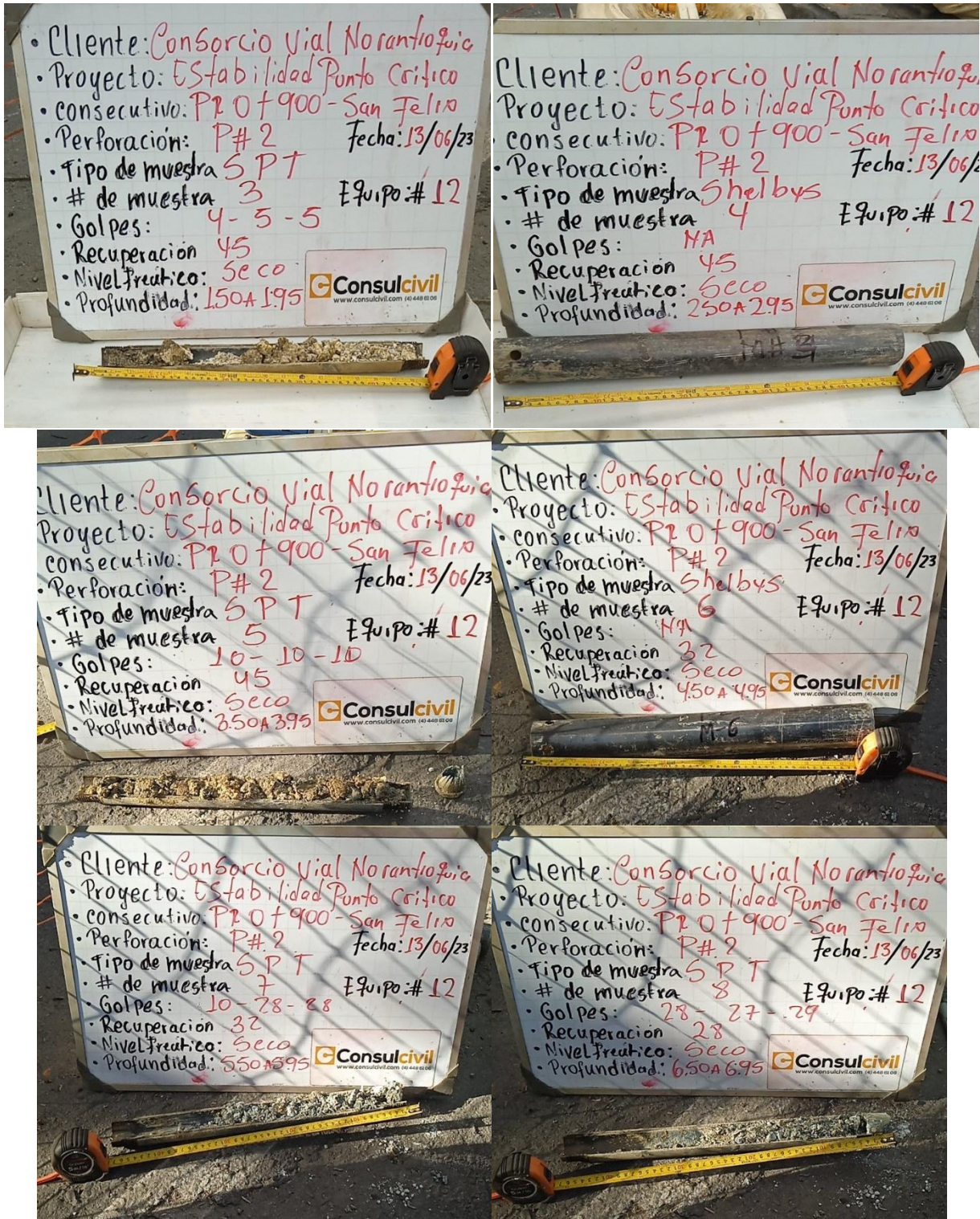
Tabla 6. Coordenadas P2.

Perforación No	Coordenadas	
P2	6°17'57.21"N	75°35'57.39"O



Fotografía 13. Ejecución Sondeo P2.

5.3.1 MUESTRAS SONDEO P2



Cliente: **Consorcio Vial Norantioquia**
 Proyecto: **Estabilidad Punto Crítico**
 consecutivo: **PR-0+900 San Felipe**
 Perforación: **P#2** Fecha: **14/06/23**
 Tipo de muestra: **S-P-T**
 # de muestra: **9** Equipo: **#12**
 Golpes: **28-33-44R**
 Recuperación: **17**
 Nivel freático: **4.30**
 Profundidad: **750x7.95**

Cliente: **Consorcio Vial Norantioquia**
 Proyecto: **Estabilidad Punto Crítico**
 consecutivo: **PR-0+900 San Felipe**
 Perforación: **P#2** Fecha: **14/06/23**
 Tipo de muestra: **S-P-T**
 # de muestra: **11** Equipo: **#12**
 Golpes: **18-27-43R**
 Recuperación: **10**
 Nivel freático: **N-1**
 Profundidad: **895A 9.40**

Cliente: **Consorcio Vial Norantioquia**
 Proyecto: **Estabilidad Punto Crítico**
 consecutivo: **PR-0+900 San Felipe**
 Perforación: **P#2** Fecha: **14/06/23**
 Tipo de muestra: **S-P-T**
 # de muestra: **14** Equipo: **#12**
 Golpes: **18-30-42R**
 Recuperación: **20**
 Nivel freático: **N-1**
 Profundidad: **1140A 11.89**

Cliente: **Consorcio Vial Norantioquia**
 Proyecto: **Estabilidad Punto Crítico**
 consecutivo: **PR-0+900 San Felipe**
 Perforación: **P#2** Fecha: **14/06/23**
 Tipo de muestra: **S-P-T**
 # de muestra: **16** Equipo: **#12**
 Golpes: **22-50R**
 Recuperación: **10**
 Nivel freático: **N-1**
 Profundidad: **1295A 13.15**



Fotografía 14. Muestras Sondeo P2.

5.3.2 NIVEL FREÁTICO SONDEO P2

Tabla 7. Posición del nivel freático con respecto al nivel actual del terreno

POSICIÓN DEL NIVEL FREÁTICO				
FECHA	A.M		P.M	
	PROFUNDIDAD PERFORADA (m)	PROFUNDIDAD N.F (m)	PROFUNDIDAD PERFORADA (m)	PROFUNDIDAD N.F (m)
13/06/2023	0.00	-	3.50	seco
14/06/2023	3.50	seco	13.15	8.50
15/06/2023	13.15	9.30	15	8.30

5.4 EJECUCIÓN SONDEO P3.

Sondeo ejecutado en las coordenadas indicadas en la **Tabla 10**. sobre la margen derecha de la vía, al interior de una de las viviendas colindantes con el sitio crítico y donde se evidenció afección en el terreno; se perforaron 5,45m realizando el Ensayo de Penetración Estándar SPT.

Tabla 8. Coordenadas P3.

Perforación No	Coordenadas	
P3	6°17'57.36"N	75°35'55.98"O

23



Fotografía 15. Ejecución Sondeo P3.

5.4.1 MUESTRAS SONDEO P3



Fotografía 16. Muestras Sondeo P3.

5.4.2 NIVEL FREÁTICO SONDEO P3

Tabla 9. Posición del nivel freático con respecto al nivel actual del terreno

POSICIÓN DEL NIVEL FREÁTICO				
FECHA	A.M		P.M	
	<i>PROFUNDIDAD PERFORADA (m)</i>	<i>PROFUNDIDAD N.F (m)</i>	<i>PROFUNDIDAD PERFORADA (m)</i>	<i>PROFUNDIDAD N.F (m)</i>
16/06/2023	0.0	-	5.45	seco

6 ETAPA DE INVESTIGACIÓN DE LABORATORIO

En la caracterización geotécnica del subsuelo tras la ejecución de un programa de exploración, se seleccionaron muestras representativas alteradas e inalteradas con el objeto de realizar sobre ellas pruebas en el laboratorio que permitan la estimación o acercamiento a las propiedades geomecánicas de los suelos.

Analizadas las muestras de suelo obtenidas en las perforaciones, utilizando los sistemas de clasificación U.S.C.S, se determinó la formación estratigráfica del suelo que conforma el proyecto (Ver Anexo 3).

26

Es importante mencionar que nuestro laboratorio de suelos, que cuenta con Certificado Vigente ISO 9001 CO-SC-CER 171393-1, ingresaron las muestras obtenidas durante la etapa de exploración de campo, las cuales se sometieron a una detallada inspección visual, por parte de nuestros Especialistas en las áreas de Geología y Geotecnia, con miras a seleccionar las muestras más representativas para ejecutarles los ensayos de gradación y límites, humedad natural, corte directo y compresión simple.

Tabla 10 Tipo y cantidad de ensayos de laboratorio

TIPO DE ENSAYO	CANTIDAD
<i>Contenido de humedad natural</i>	<i>15</i>
<i>Límites de consistencia (Atterberg)</i>	<i>15</i>
<i>Granulometría por tamizado</i>	<i>15</i>
<i>Compresión simple en suelo</i>	<i>1</i>
<i>Corte directo CU</i>	<i>1</i>

7 ANTECEDENTES

A continuación, se presentará la información secundaria desde el punto de vista normativo que acoge la zona del proyecto, con el fin de corroborar que no se presenten conflictos normativos a futuro.

7.1 USO DEL SUELO

De acuerdo con el (Departamento de Planeación - Alcaldía de Medellín, 2014) el sitio de estudio se encuentra en una zona de producción agropecuaria (ver Figura 6) en las laderas occidentales del Valle de Aburrá, en la parte superior del sitio (hacia el Norte) el uso del suelo que se tiene es de producción forestal, predominando la siembra de pinos y eucaliptos.

27

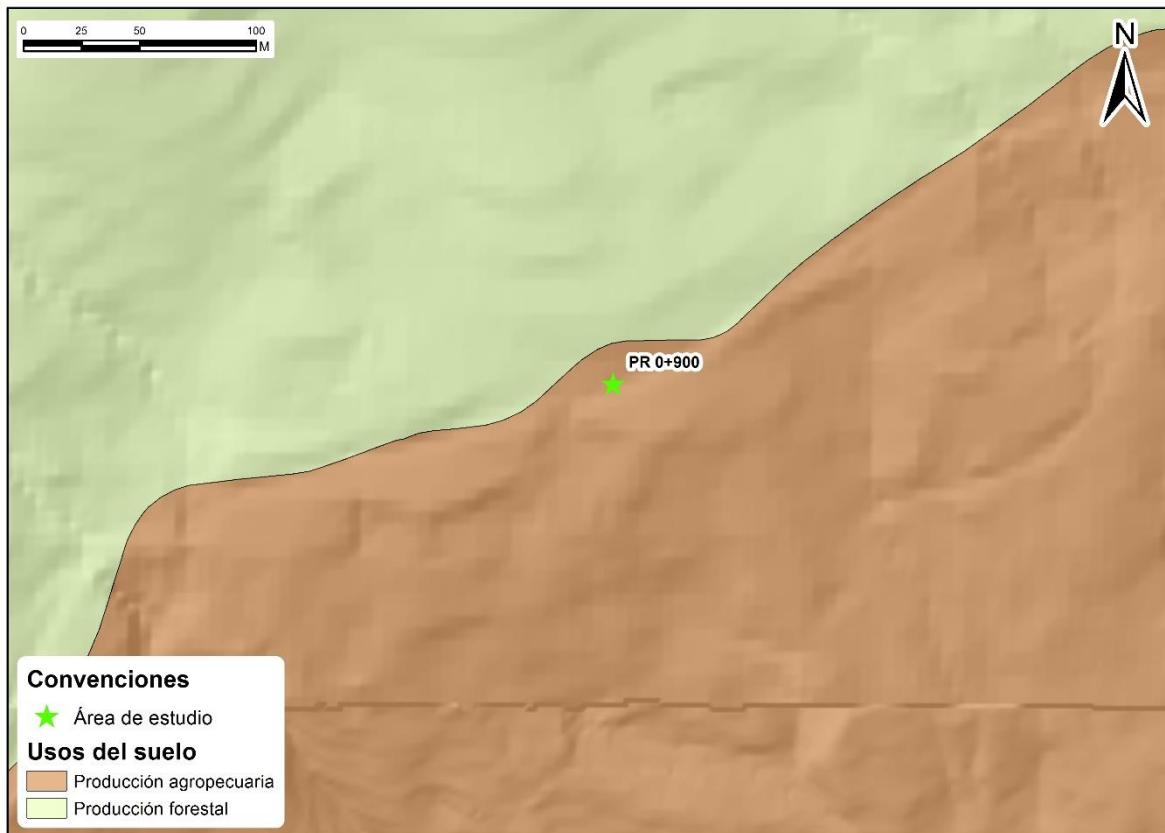


Figura 6 Mapa de usos del suelo en la zona de interés.

Fuente. Modificado de POT de Medellín, 2014

7.2 RETIROS HÍDRICOS

En la zona de estudio, según el POT de Medellín se tienen retiros hídricos de los principales afluentes en el área, en la Figura 7 se observa que estos no tienen ninguna influencia en el sitio de interés.

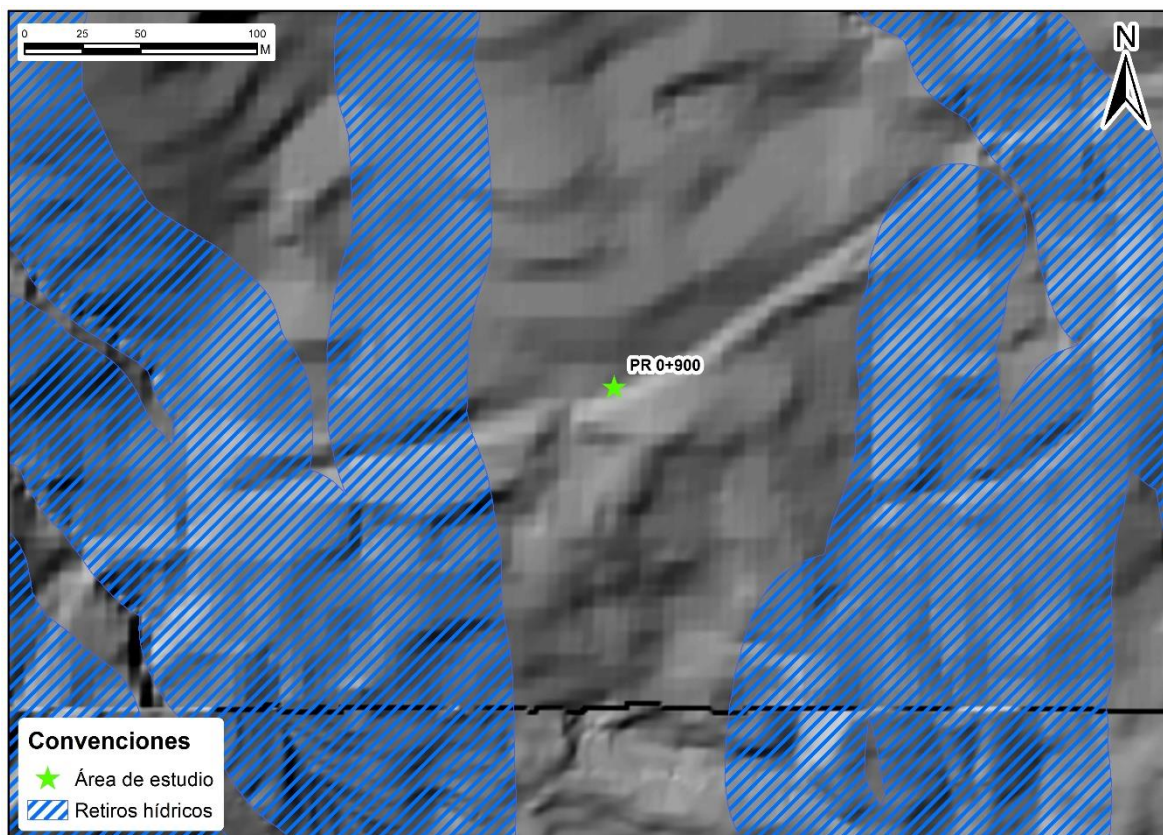


Figura 7. Mapa de retiros hídricos de la zona de interés.
Fuente. Modificado de POT de Medellín, 2014.

7.3 AMENAZA ANTE MOVIMIENTO EN MASA

El área de interés se sitúa en la parte alta de la ladera occidental del Valle de Aburrá, en el límite entre los municipios de Medellín y Bello. Este lugar, presenta rangos de pendiente que varían entre 14 y el 30%. Considerando que, la morfología del terreno corresponde a vertientes y lomos, la amenaza a movimientos en masa de la zona de interés es entre media y baja, sin embargo, a pocos metros al occidente del sitio de interés, se encuentra una zona de amenaza alta que deberá considerarse si se planea realizar una intervención en el sitio (Ver Figura 8) distinta a las mencionadas en este informe, puesto que las recomendadas están orientadas en aumentar los factores de seguridad y en ese sentido un cierto grado de la amenaza local.

29

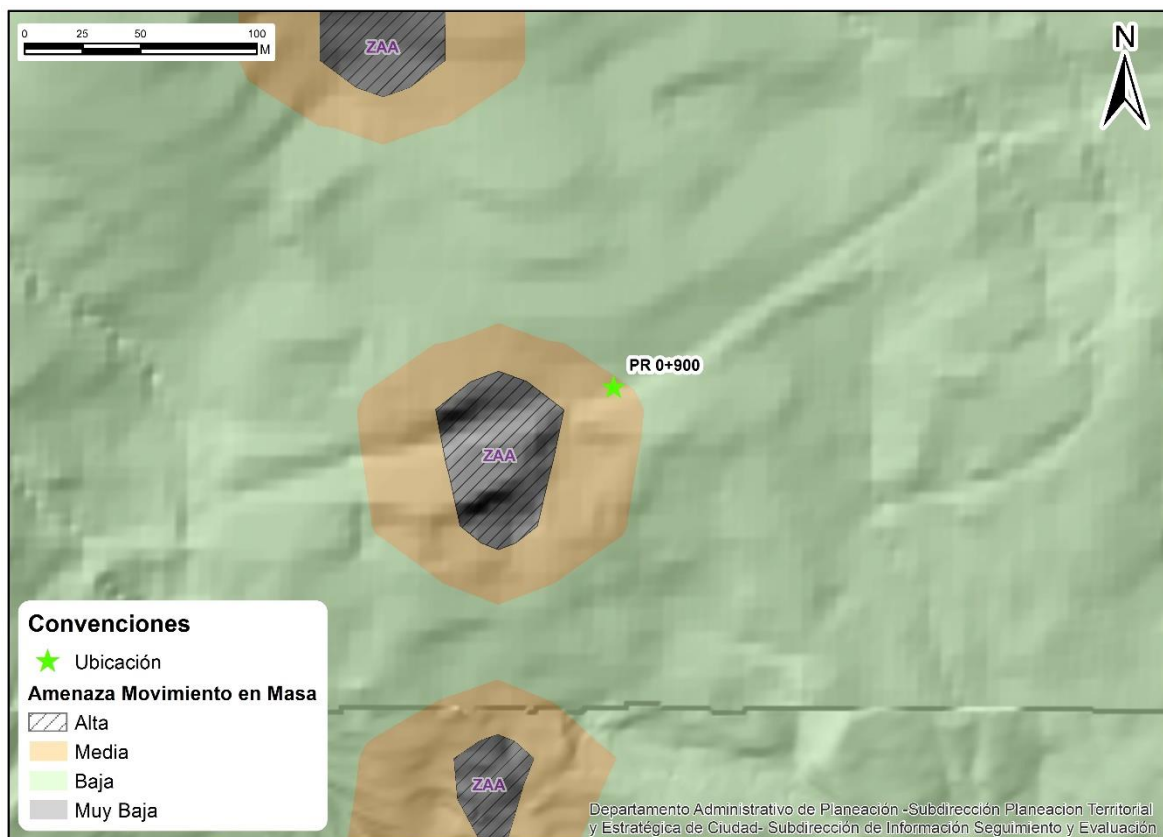


Figura 8. Amenaza a movimiento en masa y avenida torrencial en la zona de interés. Fuente. Modificado de POT Medellín, 2014.

7.4 ANÁLISIS MULTITEMPORAL

El análisis multitemporal se realiza a partir de la interpretación de imágenes de Google Earth, las cuales abarcan un rango temporal de 22 años, entre los años 2001 y 2023. Los principales cambios se observan en el aumento del desarrollo urbanístico hacia el sur del sitio en estudio, el cual se comenzó a desarrollar a partir del año 2013. Así como los diferentes ciclos que ha tenido la vegetación del sector, donde se observa un crecimiento en la vegetación hacia el Norte del sitio entre los años 2001 y 2006. En el 2013 se detalla una tala de estos y ya en 2017 y 2023 se tiene una regeneración de la cobertura vegetal. También puede evidenciarse una densificación poblacional en un periodo de tiempo muy corto (2013-2023) situación que tiene incidencia directa en los fenómenos de inestabilidad sobre la ladera.

30



Figura 9. Análisis multitemporal de la zona de interés. Fuente. Modificado de Google Earth.

8 CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

A continuación, se describen los aspectos geológicos y geomorfológicos que abarcan la zona de estudio y sus alrededores.

8.1 GEOLOGÍA REGIONAL

En el área de interés se caracteriza Geológicamente por presentar depósitos de vertiente de tipo flujos de lodos y escombros de diferentes edades (ver Figura 10), los cuales denotan geoformas con pendientes moderadas a suaves, algunos de estos por su edad se encuentran incisados por los drenajes del sector. En las laderas adyacentes se observan bloques del depósito de textura levemente foliada de dimensiones de hasta 1m.

31



Figura 10. Marco geológico regional.
Fuente. Modificado de (AMVA, 2006)

Flujos de escombros y/o lodos (QFa, QFIV, QFIII, NQFII, NFI, NFpreI). Estos depósitos están constituidos por flujos de varias generaciones, cuyos clastos presentan diferentes grados de meteorización. Son generados al producirse hacia las partes altas de las vertientes una saturación y pérdida de resistencia, lo que hace más

vulnerables a fenómenos tales como las altas precipitaciones o los movimientos sísmicos. Estos eventos en caso de ocurrir, les confieren a los suelos un carácter viscoso, debido a la mezcla del agua con los suelos arcillosos y limosos, de forma que pueden descender más o menos controlados por los cauces de las corrientes, arrastrando nuevos materiales y mezclándose caóticamente hasta encontrar unas condiciones de baja pendiente que permitan su depositación. Según la granulometría de los materiales que conforman la fuente, pueden darse depósitos de flujo con predominio de bloques rocosos denominados flujos de escombros o de la fracción fina (en general arcilla o limo) en cuyo caso se llaman flujos de lodos. Sin embargo, dada la mecánica del fenómeno, que no permite una selección o clasificación del material, pueden existir dentro del mismo depósito zonas que correspondan a flujos de escombros y otras a flujos de lodos. El estado de meteorización, su grado de incisión y altura respecto al fondo de las vaguadas permitir definir su edad relativa y grado de estabilidad.

8.2 GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

A partir de lo expuesto en la microzonificación sísmica del Valle de Aburrá (AMVA, 2006), el área de interés se encuentra en una unidad morfológica. En este caso, los depósitos de vertiente, como se mencionó anteriormente generan Superficies de pendientes moderadas con una incisión en los principales drenajes.



Figura 11. Marco geomorfológico de la zona de interés.
Fuente. Modificado de (AMVA, 2006)

A continuación, se describe la unidad morfológica según la Microzonificación Sísmica del Valle de Aburrá.

SMDMI - Superficies Moderadas en depósitos Moderadamente Incisados. Corresponde a una geoforma continua de inclinación moderada y modelada sobre los depósitos de vertiente del tipo flujos de lodos y/o escombros que se localizan hacia la parte media de la vertiente en la margen izquierda de la quebrada La Iguañá. Presentan un grado de incisión medio. Esta unidad se localiza en el municipio de Medellín.

8.3 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

A través de las visitas realizadas por los diferentes profesionales al sitio de interés se pudo evidenciar la afectación que se presenta (ver Figura 23). Según las visualizaciones en campo, se plantea que las afectaciones pueden ser causadas por un lavado de finos subterráneos ladera abajo, ocasionados por el deficiente manejo de aguas superficiales y subsuperficiales en la vía. Como evidencias del lavado de finos se presentan agrietamientos y hundimientos en la vía, así como fractura miento de la cuneta que se observa en la Figura 12. Dicho fenómeno permite la ocurrencia de un proceso morfodinámico de tipo flujo lento o una reptación.

34



Figura 12. Afectación en la cuneta de la vía.

Adicionalmente se evidencio la existencia de obras para el desvío y/o taponamiento de obras de descargas, lo que aumenta la precariedad de la conducción y adecuado manejo de las aguas de escorrentía en la zona, así las cosas, teniendo en cuenta la existencia de estos asentamientos urbanos y la necesidad de conducir adecuadamente las aguas de escorrentía se deberá buscar la vaguada y/o drenaje natural más cercano para generar dicha descarga.



Figura 13. Agrietamientos y hundimiento en la banca vial.

9 GEOLOGÍA LOCAL

Con base en la información obtenida en la fase de exploración geotécnica del subsuelo que consistió en la realización de 4 perforaciones que van de los 5.45 m a los 20.0 m de profundidad, se propone la realización de un perfil estratigráfico característico en donde se describen las unidades geológicas que afloran en este lugar.

Descripción de los estratos

Depósito antrópico: material de textura arenosa de color negro con gravas de hasta 2 cm de longitud. Se presenta con humedad media, plasticidad y compacidad bajas. Al principio se observa capa asfáltica de hasta 11 cm de espesor.

Depósito de flujo de lodos y escombros: mezcla de materiales de textura y composición diferente, desde materiales limoarenosos con gravas y arcillas localizadas en los primeros 8 m, hasta texturas gravosas y arenosas con material fino como matriz. En general, después de los 8 m se observa una mayor proporción de bloques mayores a 5 cm y hasta 18 cm de longitud. Los bloques presentan composiciones y grados diferentes de meteorización. Comprenden rocas metamórficas oscuras de tipo neis o metabasitas. Parte de la matriz se recupera en los primeros 8.45 m donde se observa como un material limo arenoso de color naranja a gris bandeado derivado de material saprolítico, presenta humedad baja a media, plasticidad media a baja en profundidad y consistencia mediana a muy firme.

Tabla 11. Perfil estratigráfico basado en la perforación P2.

PROF(m)	DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA
0 – 1.5m	Depósito antrópico	

PROF(m)	DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA
1.5m – 15m	Depósito de flujo de lodos y escombros	

Tabla 12. Perfil estratigráfico basado en la perforación P3.

PROF(m)	DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA
0 – 3.45 m	Depósito antrópico	
3.45m – 5.45m	Depósito de flujo de lodos y escombros	

10 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUBSUELO A PARTIR DE LA EXPLORACIÓN DIRECTA

De acuerdo con los resultados obtenidos en las etapas de exploración de campo e investigación de laboratorio realizados por CONSULCIVIL S.A.S., y teniendo en cuenta las observaciones realizadas por los Especialistas en las áreas de Geología y Geotecnia de CONSULCIVIL S.A.S., en el polígono de interés, la caracterización geotécnica de la zona del proyecto es la siguiente:

38

10.1 POSICIÓN DEL NIVEL FREÁTICO

La posición del nivel freático corresponde a la línea de presión de poros igual a cero, equivalente a que la presión neta en el polígono es igual a la presión atmosférica. El nivel de agua determina los niveles de presiones hidrostáticas sobre una superficie localizada por debajo de ese nivel o los valores de presión negativa o de succión para el suelo localizado inmediatamente por encima de este.

Durante la etapa de exploración de campo se detectó nivel freático solo en dos de los sondeos exploratorios realizados, sin embargo, este puede ser asociado al fluido utilizado para la perforación a rotación, esto como se evidencia a continuación:

Tabla 13 Posición del nivel freático con respecto al nivel inicial de cada sondeo exploratorio.

SONDEO EXPLORATORIO (No)	POSICIÓN DEL NIVEL FREÁTICO (m)
P-1 X	No se detecto
P-1	4.45
P-2	7.95
P-3	No se detecto

10.2 CONDICIONES DE HUMEDAD

El contenido de humedad natural de las muestras se evaluó a partir de los resultados obtenidos de los ensayos de clasificación, los cuales se realizaron desde 1.00 m hasta una profundidad máxima de 14.00 m.

Sobre el depósito antrópico solo se realizó una clasificación, mostrando un material con una humedad de 13%, limite liquido de 43% e índice de plasticidad de 15. Sobre el material correspondiente al depósito de vertiente se realizaron 14 ensayos, mostrando materiales de entre finos a grueso, con humedad variable (Teniendo en cuenta la heterogeneidad del material) entre 10%-45%, limites líquidos de entre 20% - 54% y índices de plasticidad entre 3-18%.

Se presenta a continuación, la variación de la humedad para las diferentes muestras ensayadas en profundidad.

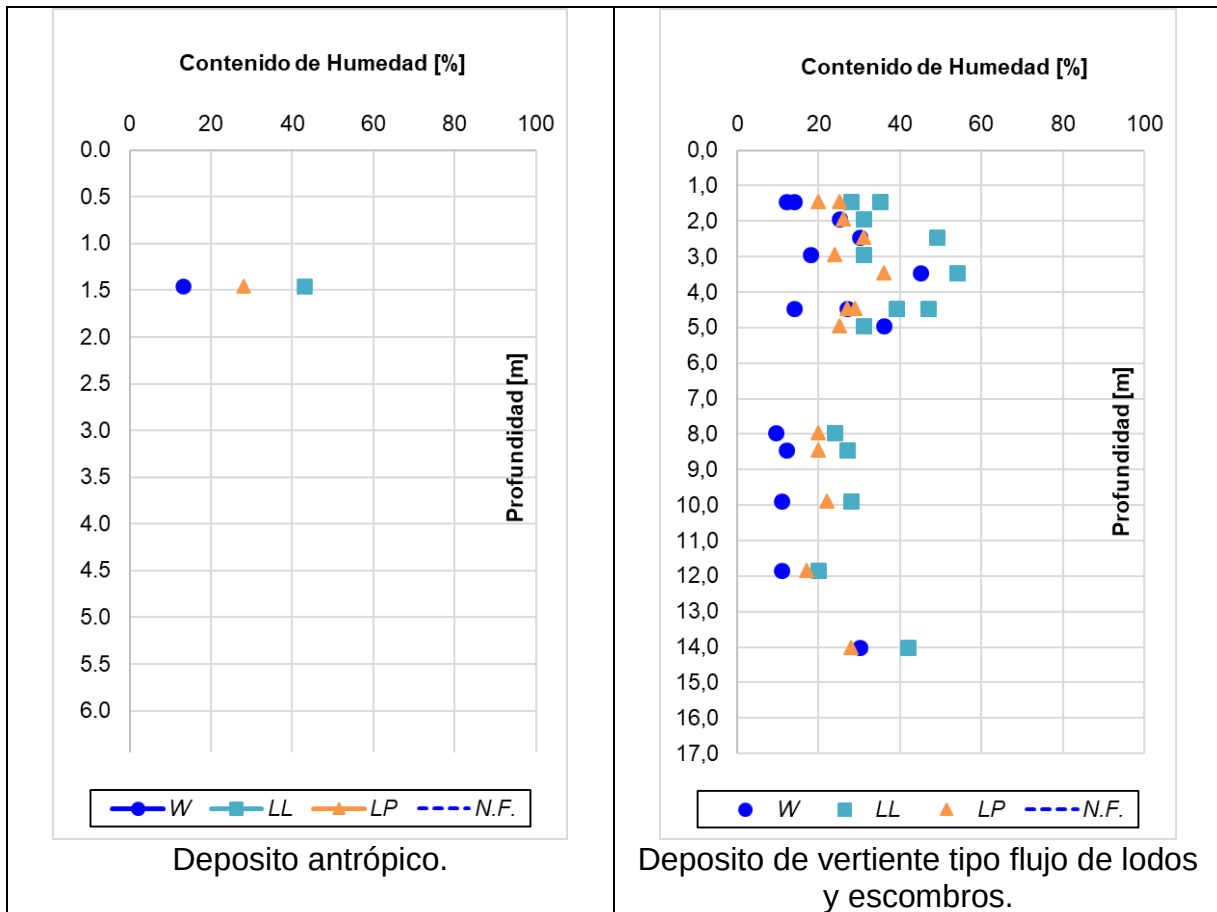


Figura 14 Gráfico Contenido de humedad contra profundidad

10.3 MATERIALES TÍPICOS EN LA ZONA DE INTERÉS

Teniendo en cuenta la estratigrafía típica de la zona de interés, consistente en materiales tipo depósitos antrópicos, correspondientes principalmente a texturas limo arenosas y posteriormente depósitos de vertiente bastante heterogéneos se presentará la descripción detallada de estos materiales.

Se presenta a continuación, (ver Figura 15) un resumen de clasificaciones USCS para las muestras que se tuvieron en cuenta para la etapa de caracterización. Las muestras evaluadas presentan una granulometría y por ende clasificación bastante variable como es típico en este tipo de depósitos, lo cuales presentan textura variable, como se observa este estrato presenta clasificaciones desde gravas limosas, arcillosas y arenosa hasta arenas con limos de baja compresibilidad.

40

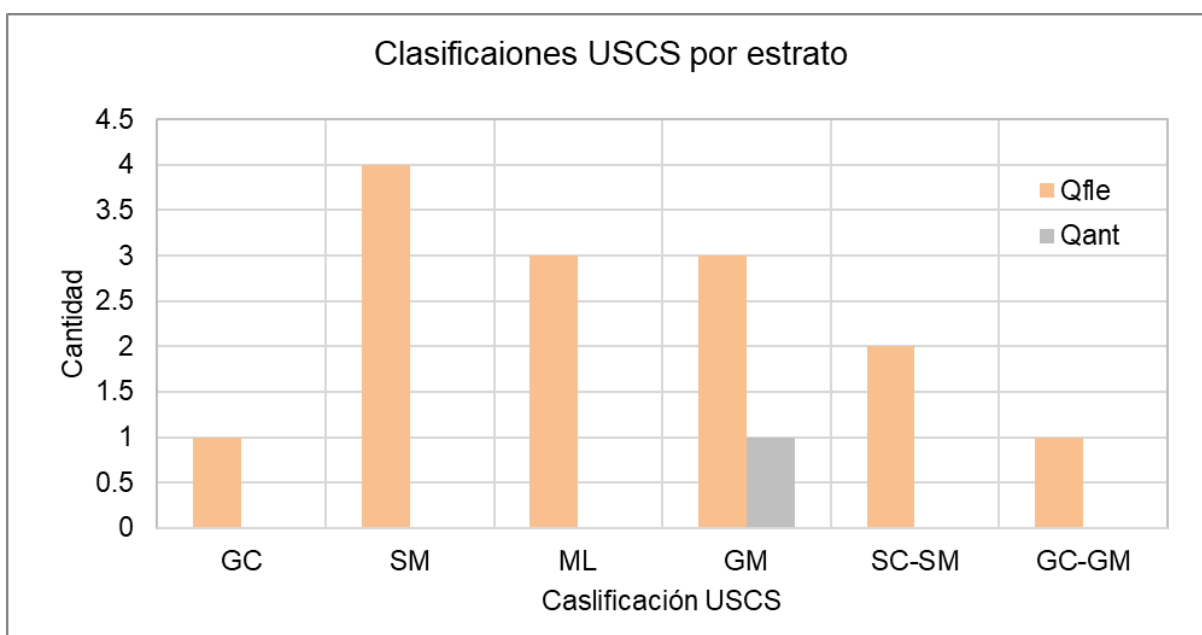


Figura 15 Grafico clasificacion USCS por estrato

A continuación, se describen las características geotécnicas de los estratos definidos:

- **Depósito antrópico (Qant):**

Material de textura arenosa de color negro con gravas de hasta 2 cm de longitud. Se presenta con humedad media, plasticidad baja y compacidad baja. Al principio se observa capa asfáltica de hasta 11 cm de espesor.

Se presenta a continuación un registro fotográfico de los materiales asociados al depósito antrópico:



Fotografía 17. Registro fotografico perforacion materiales asociados a los depositos antropicos.

Sobre este material solo se realizó una clasificación y ensayos de laboratorio, como se muestra a continuación:

Tabla 14. Ensayos ejecutados sobre el depósito antrópico.

MUESTRA	Prof. [m]		W [%]	L.L. [%]	I.P. [%]	L.P. [%]	USCS	γ_h (kN/m ³)	Rel. Vacíos, e	Qu [kPa]	P. 200 [%]
P3-M2	1.00	1.45	13	43	15	28	GM	18.4	0.60	76	14

• **Depósito de vertiente tipo flujo de lodos y escombros:**

42

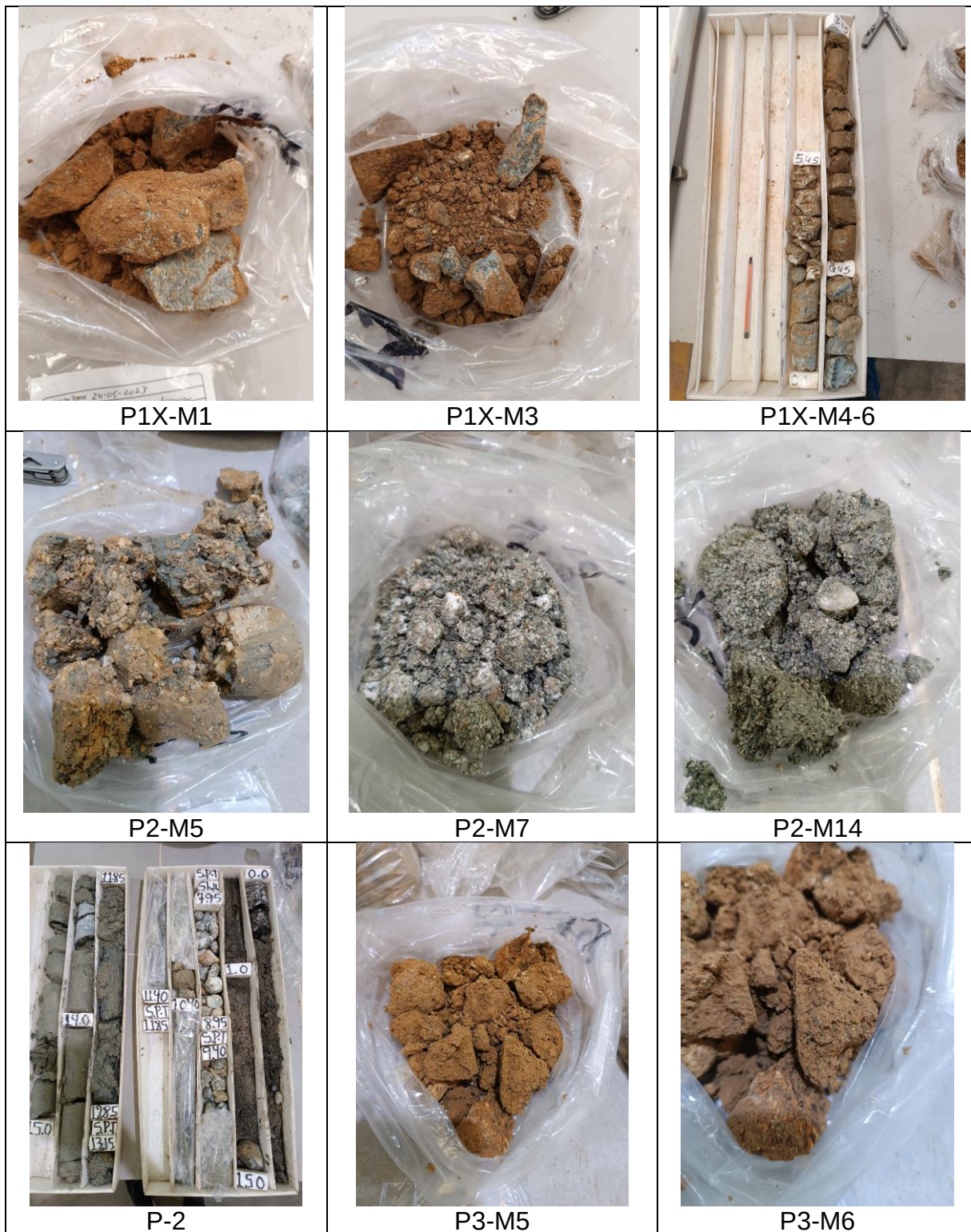
Sondeo 1-X: material de textura entre arcillo limosa y gravosa de color marrón claro a marrón oscuro en profundidad. Presenta humedad baja, plasticidad baja a alta en M5 y consistencia mediana / compacidad suelta a mediana. Los fragmentos son rocas metamórficas e ígneas en diferentes estados de meteorización y alcanzan tamaños de hasta 7 cm de longitud. En M5 se observan más contenido de arcillas, M7 presenta bloques de horizonte 5 de rocas metamórficas.

Sondeo 1: mezcla de materiales de textura y composición diferente, desde materiales limo arenosos con gravas y arcillas localizadas en los primeros 8 m, hasta texturas gravosas y arenosas con material fino como matriz. En general, después de los 8 m se observa una mayor proporción de bloques mayores a 5 cm y hasta 18 cm de longitud. Los bloques presentan composiciones y grados diferentes de meteorización. Comprenden rocas metamórficas oscuras de tipo neis o metabasitas. Parte de la matriz se recupera en los primeros 8.45 m donde se observa como un material limo arenoso de color naranja a gris bandeado derivado de material saprolítico, presenta humedad baja a media, plasticidad media a baja en profundidad y consistencia mediana a muy firme.

Sondeo 2: Material textura heterogénea entre areno gravosa entre 1.5 a 13.5 donde se observan materiales derivados del saprolito y depósitos aluviales con fragmentos rocosos de hasta 16 cm de longitud. Entre 13.5 y 15.0 se observan materiales finos limo arcillosos con arenas ocasionales y fragmentos de roca de hasta 4 cm de longitud. En general presenta humedad media alta, plasticidad baja a alta en zonas arcillosas y compacidad media con consistencia firme al final.

Sondeo 3: Material de textura limo arenosa con gravas pequeñas de hasta 0.5 cm de longitud. Presenta color marrón amarillento con tonos blancos. Posee humedad baja, plasticidad baja y consistencia baja hasta el rechazo.

Se presenta a continuación un registro fotográfico de muestras asociadas al depósito de vertiente tipo flujo de lodos y escombros.



Fotografía 18. Registro fotografico de muestras del deposito de vertiente recuperadas durante la exploracion de campo.

Teniendo en cuenta que fue el material predominante durante la exploración de campo, sobre este tipo de suelos se realizaron ensayos sobre 14 diferentes muestras, mostrando un comportamiento bastante heterogéneo (Típico en este tipo de depósitos) lo que hace que la recuperación de muestras inalteradas. Se muestra a continuación un resumen:

Tabla 15 Resultados de los ensayos de laboratorio sobre depósito de vertiente tipo flujo de lodos y escombros.

MUESTRA	Prof. [m]		W [%]	L.L. [%]	I.P. [%]	L.P. [%]	USCS	γ_h (kN/m ³)	C [kPa]	ϕ	P. 200 [%]
P1X-M2	1.00	1.45	12	28	8	20	GC				19
P1-M2	1.00	1.45	14	35	10	25	GM				16
P2-M3	1.50	1.95	25	31	5	26	SM				21
P1X-M3	2.00	2.45	30	49	18	31	ML				58
P2-M4	2.50	2.95	18	31	7	24	SM				23
P1-M4	3.00	3.45	45	54	18	36	SM				28
P1X-M5	3.45	4.45	14	39	12	27	GM				26
P3-M5	4.00	4.45	27	47	18	29	ML				91
P2-M6	4.50	4.95	36	31	6	25	GM	18.8	17.0	18.0	30
P2-M9	7.50	7.95	10	24	4	20	SC-SM				27
P1-M9	8.00	8.45	12	27	7	20	SC-SM				28
P1-M11	9.45	9.90	11	28	6	22	GC-GM				25
P2-M14	11.40	11.85	11	20	3	17	SM				19
P2-M17	13.15	14.00	30	42	14	28	ML				73
PROMEDIO			21	35	10	25	-	18.80	-	-	35
MÁXIMO			45	54	18	36	-	18.80	-	-	91
MÍNIMO			10	20	3	17	-	18.80	-	-	16

Es importante resaltar que los ensayos de resistencia ejecutados fueron realizados sobre la matriz del depósito de vertiente como tal.

1 CARACTERIZACIÓN GEOMECANICA

Teniendo en cuenta la etapa de exploración de campo, para la cual se ejecutaron 4 perforaciones de entre 5.45 m y 20.0 m de profundidad, se evidencio un depósito antrópico bajo la capa de pavimento asfaltico como tal y distribuido hacia ciertas zonas. Posterior al depósito antrópico se encuentra una estratigrafía correspondiente depósitos de vertiente tipo flujo de lodos y escombros.

Se presentan a continuación los paquetes estratigráficos descritos por parte de los profesionales en geológica y geotecnia de CONSULCIVIL S.A.S a través de los resultados de exploración y revisión preliminar de muestras.

45

Tabla 16 Estratos según perforación y profundidad

PROFUNDIDAD [m]		PERFORACIÓN			
		P-1X	P-1	P-2	P-3
0.00	0.50	5,45 m	20,00 m		3,45 m
0.50	1.00				
1.00	1.50			1,50 m	
1.50	2.00			15,00 m	
2.00	2.50				
2.50	3.00				
3.00	3.50				
3.50	4.00				
4.00	4.50				
4.50	5.00				
5.00	5.50				
5.50	6.00	5,45 m			
6.00	6.50				
6.50	7.00				
7.00	7.50				
7.50	8.00				
8.00	8.50				
8.50	9.00				
9.00	9.50				
9.50	10.00				
10.00	10.50				
10.50	11.00				
11.00	11.50				
11.50	12.00				
12.00	12.50				
12.50	13.00				
13.00	13.50				
13.50	14.00				
14.00	14.50				
14.50	15.00				
15.00	15.50				
15.50	16.00				
16.00	16.50				
16.50	17.00				
17.00	17.50				
17.50	18.00				
18.00	18.50				
18.50	19.00				
19.00	19.50				
19.50	20.00				
		Depósito antrópico			
		Dep. de flujo de lodos y escombros			



Figura 16 Vista aerea de los sondeos exploratorios realizados

Fuente: Modificado de Google Earth Pro.

10.4 PARÁMETROS A PARTIR DE BIBLIOGRAFÍA

Se presentan inicialmente datos de bibliografía, los cuales servirán de soporte y punto de referencia con el fin de seleccionar parámetros de los suelos en el sitio de interés.

Tabla 17. Valores del peso unitario, ángulo de fricción y cohesión para diferentes tipos de material, tomado de Hoek & Bray (1991).

Descripción		Peso unitario (kN/m ³)		ϕ (°)	Cohesión (kPa)
Tipo	Material	Saturado	Seco		
No cohesivo	Arena suelta, tamaño de grano de uniforme	19	14	28-34	
	Arena densa, tamaño de grano de uniforme	21	17	32-40	
	Arena suelta, diferentes tamaños de grano	20	16	34-40	
	Arena densa, diferentes tamaños de grano	21	18	38-46	
	Grava, tamaño de grano uniforme	22	20	34-37	
	Arena y grava, mezcla de tamaños	19	17	48-45	

Descripción		Peso unitario (kN/m ³)		ϕ (°)	Cohesión (kPa)
Tipo	Material	Saturado	Seco		
	Roca fracturada o volada: Basalto	22	17	40-50	
	Roca fracturada o volada: Granito	20	17	45-50	
	Roca fracturada o volada: Limolita	19	16	35-40	
	Roca fracturada o volada: Arenisca	17	13	35-45	
	Roca fracturada o volada: Lutitas	20	16	30-35	
	Montmorillonita	13	6	7-13	10-20
	Arcilla orgánica muy blanda	14	6	12-16	10-30
	Arcilla blanda, ligeramente orgánica	16	10	22-27	20-50
	Arcilla glaciaria blanda	17	12	27-32	30-70
	Arcilla glaciaria rígida	20	17	30-32	70-150
	Rocas ígneas duras:				
	Granitos, basalto, pórfidos	25	30	35-45	35000-55000
	Rocas metamórficas:				
	Cuarcita, neiss, pizarras	25	28	30-40	20000-40000
	Rocas sedimentarias duras:				
	Limolita, dolomita, areniscas	23	28	35-45	10000-30000
	Rocas sedimentarias blandas:				
	Arenisca, carbón, lutita	17	23	25-35	1000-20000

Tabla 18. Valores de referencia para el peso unitario del suelo tomado de Handbook of geotechnical investigation, 2014.

Tipo	Descripción	Peso unitario (kN/m ³)	
		Seco	Saturado
No cohesivo		12	18

Tipo	Descripción	Peso unitario (kN/m ³)	
		Seco	Saturado
	Sedimentarias blandas (tiza, esquisto, limolita, carbón)		
Compacta	Sedimentarias duras	14	19
Roca frágil	(Conglomerado, arenisca)		
	Metamórfica	18	20
	Ígnea	17	21
No cohesiva	Muy suelta	14	17
	Suelta	15	18
Arenas y gravas	Medio densa	17	20
	Densa	19	21
	Muy densa	21	22
Arenas no cohesivas	Suelto		
	Gradación uniforme	14	17
	Bien gradado	16	19
	Denso		
	Gradación uniforme	18	20
	Bien gradado	19	21
Cohesivo	Orgánico - blando	8	14
	No orgánico - blando	12	16
	Rígido	16	18
	Duro	18	20

Tabla 19. Consistencia del suelo con base en el SPT y la resistencia a la compresión del material tomado de Braja Das (2012).

Valor de N_{spt}	Consistencia	Resistencia a la compresión no confinada q_u (kN/m ²)
0 – 2	Muy blanda	0 - 25
2 – 5	Blanda	25 - 50
5 – 10	Medio firme	50 - 100
10 – 20	Firme	100 - 200
20 – 30	Muy firme	200 - 400
> 30	Dura	> 400

Tabla 20. Indicativo de variación del ángulo de fricción en suelos finos y grueso granulares tomado de Hough, B.K, 1957.

Tipo de suelo	ϕ (°)
Limos y Arcilla de plasticidad media-alta	29-32
Arena limosa, arena arcillosa	29-32
Arena, grava	32-36
Arena y grava (Densidad media)	36-42

Tipo de suelo	ϕ (°)
Arena y grava (Densa)	40-48
Aluvial-alta energía	30-35
Aluvial-baja energía	15-30

Tabla 21. Rangos de valores para el módulo de elasticidad tomado de Handbook of geotechnical investigation, 2014.

Tipo	Descripción	Módulo de elasticidad, E (mPa)
Grava	Suelta	25-50
	Media	50-100
	Densa	100-200
Arena media a gruesa	Muy suelta	<5
	Suelta	3-10
	Media	8-30
	Densa	25-50
Arena fina	Muy densa	40-100
	Suelta	5-10
	Media	10-25
Limo	Densa	25-50
	Suave	<8
	Firme	8-15
Arcilla	Duro	>15
	Muy blanda	<2
	Blanda	1-5
	Medio firme	4-8
	Firme	7-20
	Muy firme	15-35
	Dura	30-60

Tabla 22. Relación de Poisson para distintos suelos (Das, 2014).

Tipo de suelo	μ
Arena suelta	0.20-0.4
Arena densa media	0.25-0.4
Arena densa	0.3-0.45
Arena limosa	0.2-0.4
Arena y grava	0.15-0.35
Arcilla blanda	0.20-0.50
Arcilla media	0.20-0.50
Arcilla firme	0.20-0.50

10.5 PARÁMETROS CORRELACIONADOS DEL SPT

Los parámetros de resistencia para los estratos evidenciados en la zona en estudio se calcularon mediante correlaciones con el ensayo de penetración estándar (SPT) y los resultados de los ensayos de laboratorio. A partir del N de campo y utilizando la metodología descrita por Álvaro González (G., 1999), se halló el valor del ángulo de fricción equivalente usando la correlación de Kishida. Los parámetros geomecánicos de resistencia al corte se determinaron a partir de un análisis estadístico de los resultados de la investigación de laboratorio y las correlaciones con SPT. Para el cálculo se utilizaron los valores de N_{spt} para las perforaciones realizadas.

50

Se utilizaron las siguientes correlaciones geotécnicas para los estratos:

$$\begin{aligned} \phi_{eq} &= 15 + \sqrt{12.5xN_{1.45}} && \text{Ángulo de fricción equivalente según Kishida} \\ C_n &= \sqrt{p_a / \sigma'_v} < 2.0 && \text{Factor de corrección por confinamiento} \\ \tau &= \sigma' * \tan(\phi'_{eq}) && \text{Esfuerzo cortante equivalente} \end{aligned}$$

Los estratos a evaluar son los siguientes:

Tabla 23. Estratos a evaluar según lo encontrado durante la exploración de campo.

Estrato	Qant	Qfle
Prof. Inicial (m)	0.00	3.45
Prof. Final (m)	3.45	5.45
Y_h (kN/m ³)	17.5	18.80
Y_{sat} (kN/m ³)	18.0	19.20

Tabla 24. Correlaciones con base el SPT ejecutado en la perforación 1.

Hasta	N_{spt} (campo)	σ' (kPa)	N55	N60	N155	N160	ϕ' eq - Kishida	E (kPa)	τ (kPa)
1.45	57	23.03	46.64	42.75	89	81	46.86	19724	24.57
2.45	20	41.83	16.36	15.00	25	23	31.96	10036	26.10
3.45	14	60.63	11.45	10.50	15	14	28.09	8465	32.37

Tabla 25. Correlaciones con base el SPT ejecutado en la perforación 2.

Hasta	N _{spt} (campo)	σ' (kPa)	N55	N60	N ₁₅₅	N ₁₆₀	ϕ' eq - Kishida	E (kPa)	τ (kPa)
1.45	8	23.03	6.55	6.00	12	11	26.93	7527	11.70
2.45	25	41.83	20.45	18.75	31	29	33.96	17873	28.17
3.45	14	60.63	11.45	10.50	15	14	28.09	10473	32.37
4.45	20	79.43	18.55	17.00	21	19	30.57	16727	46.92
5.45	57	91.41	52.85	48.45	56	51	40.28	37313	77.46
6.45	58	100.80	60.11	55.10	60	55	41.20	41665	88.25
7.45	57	110.19	59.07	54.15	57	52	40.51	41044	94.13
8.45	60	119.58	62.18	57.00	58	53	40.72	42909	102.93

Tabla 26. Correlaciones con base el SPT ejecutado en la perforación 3.

Hasta	N _{spt} (campo)	σ' (kPa)	N55	N60	N ₁₅₅	N ₁₆₀	ϕ' eq - Kishida	E (kPa)	τ (kPa)
1.95	10	32.43	8.18	7.50	14	13	27.59	10509	16.94
2.95	20	51.23	16.36	15.00	23	21	31.26	15418	31.10
3.95	56	70.03	45.82	42.00	56	51	40.29	33091	59.37
6.95	56	126.43	58.04	53.20	53	48	39.55	40422	104.41
7.95	77	145.23	79.80	73.15	68	62	42.89	53480	134.93
9.45	70	166.61	72.55	66.50	58	53	40.72	49127	143.43
11.85	72	189.14	78.55	72.00	59	54	40.90	52727	163.84

Tabla 27. Correlaciones con base el SPT ejecutado en la perforación 4.

Hasta	N _{spt} (campo)	σ' (kPa)	N55	N60	N ₁₅₅	N ₁₆₀	ϕ' eq - Kishida	E (kPa)	τ (kPa)
2.45	6	40.94	4.91	4.50	8	7	24.33	3273	18.51
3.45	9	59.34	7.36	6.75	10	9	25.55	4009	28.37
4.45	14	78.05	12.98	11.90	15	14	28.09	5695	41.66
5.45	50	96.85	46.36	42.50	47	43	38.27	15709	76.42

Teniendo en cuenta lo anterior se obtiene una nube de puntos con base a las correlaciones realizadas a las diferentes profundidades, por lo que se procede a realizar una regresión con todos esos datos para obtener los parámetros de resistencia. Los datos obtenidos en cuanto a esfuerzos efectivos verticales y esfuerzos de corte son los siguientes:

Tabla 28. Nubes de puntos esfuerzos normales y de corte para los diferentes estratos encontrados.

Qant		Qfle	
σ' (kPa)	τ (kPa)	σ' (kPa)	τ (kPa)
40.94	18.51	23.03	24.57
59.34	28.37	41.83	26.10
		60.63	32.37
		23.03	11.70
		41.83	28.17
		60.63	32.37
		79.43	46.92
		91.41	77.46
		100.80	88.25
		110.19	94.13
		119.58	102.93
		32.43	16.94
		51.23	31.10
		70.03	59.37
		126.43	104.41
		145.23	134.93
		166.61	143.43
		189.14	163.84
		78.05	41.66
		96.85	76.42

Así las cosas, se presentan las regresiones y ajustes de parámetros para el modelo constitutivo Morh-Coulomb (Cohesión y fricción) como se muestra a continuación:

Tabla 29. Obtención de parámetros efectivos deposito antrópico.

Estrato		Ceq	ϕ Kishida	σ'_v	t Kishida	t efectivo kishida	c'	ϕ' ef
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]
1	Qant	0.00	24.70	50.14	23.06	23.25	4.00	21.00

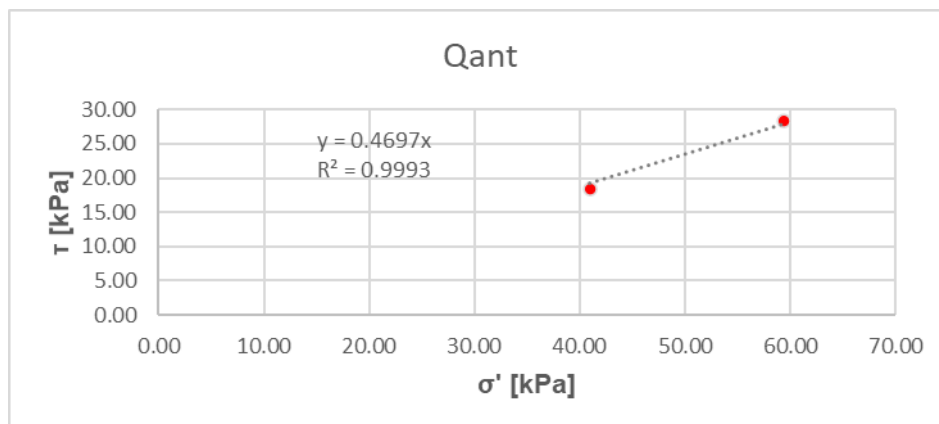


Figura 17. Regresión para datos obtenidos deposito antrópico.

Tabla 30. Obtención de parámetros efectivos Horizonte V de meteorización.

Estrato		Ceq	ϕ Kishida	σ'_v	t Kishida	t efectivo kishida	c'	ϕ' ef
		[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]
2	Ofle	0.00	39.35	85.42	70.04	69.47	14.00	33.00

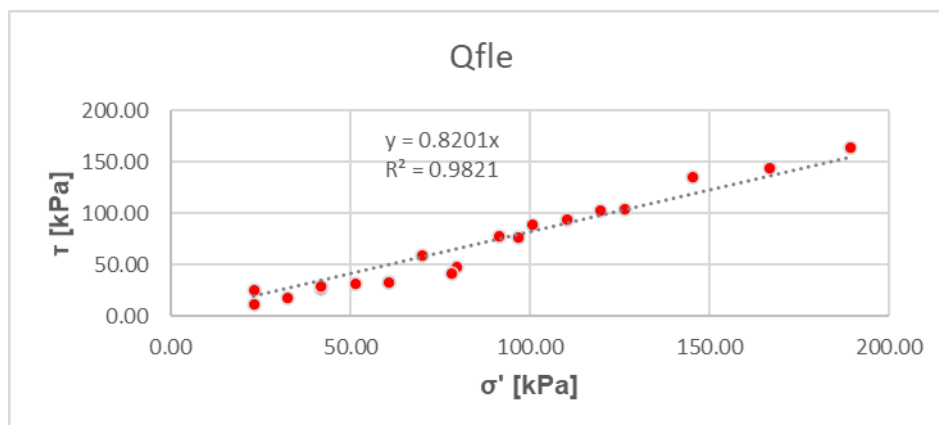
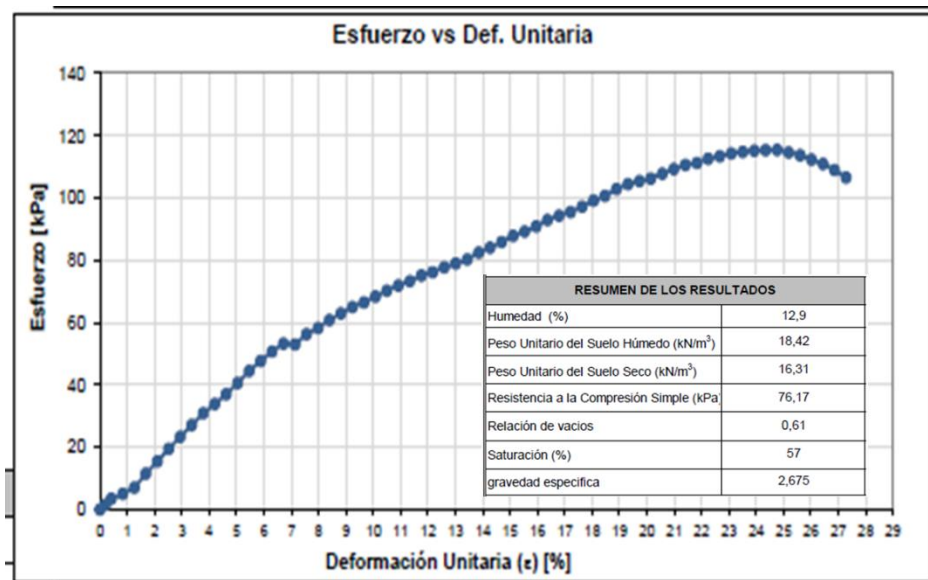


Figura 18. Regresión para datos obtenidos deposito de vertiente tipo flujo de lodos y escombros.

10.6 PARAMETROS OBTENIDOS CON LABORATORIOS DE RESISTENCIA

Teniendo en cuenta la exploración de campo realizada, fue posible la obtención de muestras inalteradas en algunos casos, la cantidad de muestras inalteradas fue reducida, debido a la existencia de un depósito de material removilizado tipo flujo de lodos y escombros, para lo cual solo se lograron ejecutar un ensayo de corte directo y una compresión no confinada sobre la matriz del depósito como tal.

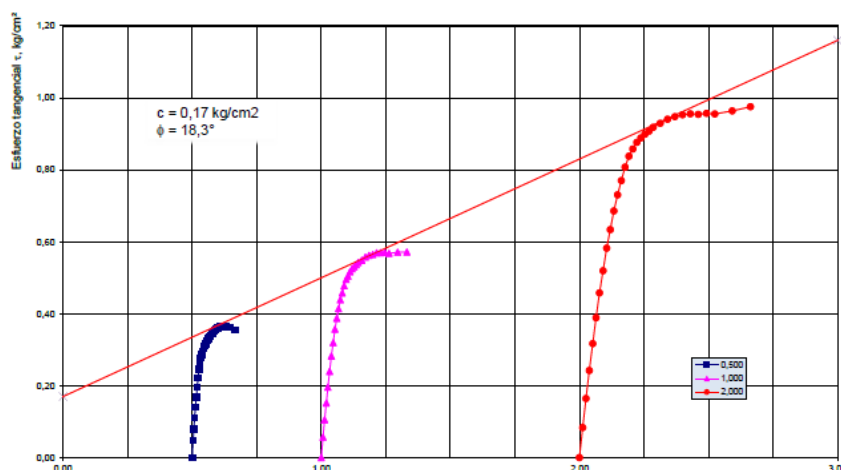
54



Ensayo de compresión no confinada realizada sobre el Depósito Antrópico (P3-M2)

Figura 19. Datos obtenidos ensayos de compresión no confinada

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE MÉTODO DE CORTE DIRECTO



Ensayo de corte directo realizado sobre el Depósito de Vertiente (P2-M6)

Figura 20. Ensayos de resistencia tipo corte directo realizados en el proyecto.

10.1 PARÁMETROS SELECCIONADOS PARA LAS MODELACIONES

Para cálculos de capacidad de soporte se tendrán en cuenta los siguientes parámetros de resistencia basados en un modelo tipo Mohr – coulomb.

Unidad	Fuente	γ_h	γ_{sat}	c'	ϕ'	E	u
		[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[kPa]	Adi
Deposito Antrópico (Qant)	Bibliografía	15.5-17.0	16.0-18.0	0-10	10-25	3000-8000	0.30-0.36
	SPT	-	-	7	21	3641	-
	Laboratorio	18.53-19.50	-	-	-	-	-
	Seleccionado	18.4	18.8	5	15	4000	0.34
Depósito de vertiente tipo flujo de lodos y escombros (Qfle)	Bibliografía	16.0-18.5	16.5-19.0	5-15	15-35	9000-20000	0.30-0.34
	SPT	-	-	14	33	26497	-
	Laboratorio	18.8	-	17	18	-	-
	Seleccionado	18.8	19.2	14	30	20000	0.32

(*) Los parámetros mostrados anteriormente corresponden a la selección basada en un análisis estadístico de los parámetros obtenidos a través de diferentes fuentes.

11 PARAMETROS SISMICOS

Para efectos del análisis sismo-resistente de las estructuras asociadas al proyecto del asunto se tendrán en cuenta los siguientes parámetros sísmicos, considerando el perfil del suelo, el tipo de estructuras, la ubicación del proyecto, correlaciones con el ensayo SPT y la estratigrafía detectada en la zona de estudio, atendiendo las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10.

A partir de las dos perforaciones realizadas se obtiene los siguientes datos de N corregido promedio:

56

Tabla 31 Datos de N_{spt} promedio perforacion 1.

P-1				
Prof inicial (m)	Prof final (m)	N60	di (m)	di/Ni
0.0	1.5	43	1.45	0.034
1.5	2.5	15	1.00	0.067
2.5	3.5	11	1.00	0.095
3.5	30.0	50	26.55	0.531
			30.00	0.73
Nprom		41		

Tabla 32 Datos de N_{spt} promedio perforacion 2 .

P-2				
Prof inicial (m)	Prof final (m)	N60	di (m)	di/Ni
0.0	1.5	6	1.45	0.242
1.5	2.5	19	1.00	0.053
2.5	3.5	11	1.00	0.095
3.5	4.5	17	1.00	0.059
4.5	5.5	48	1.00	0.021
5.5	6.5	55	1.00	0.018
6.5	7.5	54	1.00	0.018
7.5	8.5	57	1.00	0.018
8.5	30.0	57	21.55	0.378
			30.00	0.902
Nprom		33		

Tabla 33 Datos de Nspt promedio perforacion 3 .

P-3				
Prof inicial (m)	Prof final (m)	N60	di (m)	di/Ni
0.0	2.0	8	1.95	0.260
2.0	3.0	15	1.00	0.067
3.0	4.0	42	1.00	0.024
4.0	7.0	53	3.00	0.056
7.0	8.0	73	1.00	0.014
8.0	9.5	67	1.50	0.023
9.5	11.85	72	2.40	0.033
11.9	30.0	72	18.15	0.252
			30.00	0.73

Nprom	41
-------	----

Tabla 34 Datos de Nspt promedio perforacion 4 .

P-4				
Prof inicial (m)	Prof final (m)	N60	di (m)	di/Ni
0.0	2.5	5	2.45	0.544
2.5	3.5	7	1.00	0.148
3.5	4.5	12	1.00	0.084
4.5	5.5	43	1.00	0.024
5.5	30.0	43	24.55	0.578
			30.00	1.38

Nprom	22
-------	----

Teniendo en cuenta lo anterior se obtiene un Nspt promedio de 34 golpes por pie, sin embargo, dicha estimación está asociada a la consideración de que el último dato de Nspt tomado persiste en profundidad. Así las cosas, con la metodología ejecutada se obtiene un perfil de suelo tipo D.

Tabla 35. Clasificación del perfil del suelo según TITULO A - NSR-10

Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$760 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 360$ m/s $\bar{N} \geq 50$, o $\bar{S}_u \geq 100$ kPa (≈ 1 kgf/cm ²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$360 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 180$ m/s $50 > \bar{N} \geq 15$, o $100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{S}_u \geq 50$ kPa (≈ 0.5 kgf/cm ²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$180 \text{ m/s} > \bar{V}_s$ $IP > 20$ $w \geq 40\%$ $50 \text{ kPa} (\approx 0.50 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{S}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F₁ — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F₂ — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F₃ — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75) F₄ — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

58

Los valores A_a , A_v , A_e , A_d y la zona de amenaza sísmica se obtuvieron a partir del apéndice A-4 de la NSR-10 para el municipio de Bello (Antioquia).

Tabla 36. Parámetros sísmicos según NSR-10 para el proyecto.

Zona de Amenaza Sísmica	INTERMEDIA	A_e	0.13
Tipo de perfil del suelo	D	A_d	0.07
A_a	0.15	F_a	1.50
A_v	0.20	F_v	2.00

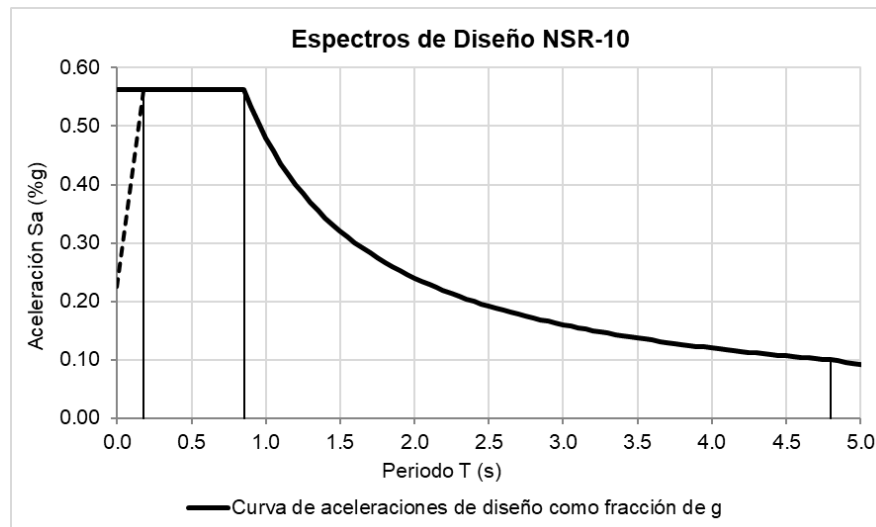


Figura 21. Espectro elástico de aceleraciones de diseño como fracción de g para el sitio de estudio.

12 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES

En el siguiente capítulo se presentaran inicialmente bases teóricas y normativas que servirán como directrices para la modelación de estabilidad, posteriormente se presentaran las hipótesis para el diseño y finalmente se realizaran los cálculos de factores de seguridad para las condiciones de interés.

12.1 BASES TEORICAS Y NORMATIVAS PARA ESTABILIDAD DE TALUDES

59

Para la realización de los análisis de estabilidad en condiciones actuales se tuvo en cuenta la exploración realizada por CONSULCIVIL SAS, correspondiente a 4 perforaciones de entre 5.45 m hasta 20.0 m de profundidad, donde se evidenciaron materiales antrópicos y depósitos de vertiente tipo flujo de lodos y escombros.

El comportamiento de taludes y de laderas está sujeto principalmente a las variables intrínsecas de los suelos, así como a las restricciones geológicas, condiciones hidrológicas, modos de falla, el entorno físico, entre otros factores que condicionan la estabilidad en el tiempo de los mismos.

Es común que en la ingeniería se evalúen las zonas potencialmente inestables a partir de análisis matemáticos determinísticos que permiten la estimación de un Factor de Seguridad que relaciona las fuerzas o momentos resistentes, con las fuerzas o momentos actuantes, en cuya definición no se considera la variabilidad y confiabilidad de los datos. Para este análisis se empleó el método de Morgenstern-Price que tiene en cuenta el equilibrio de fuerzas y momentos.

Los análisis de estabilidad se realizaron con el software *SLIDE V 9.0* de la empresa *ROCSCIENCE* (Toronto, Canadá), considerando la sección topográfica más desfavorable de la zona evaluada y las interpretaciones estratigráficas realizadas a partir de los sondeos exploratorios.

La estabilidad del terreno está condicionada por el equilibrio de masas de las fuerzas actuantes "Vs" las fuerzas restauradoras, y por la presencia de capas de materiales de propiedades geotécnicas deficientes que puedan propiciar la formación de una superficie potencial de falla orientada en el sentido de la pendiente, por lo tanto, el éxito en la evaluación de la estabilidad de una ladera depende de un adecuado diagnóstico del tipo de falla que se presenta y de la determinación de los parámetros de resistencia de cada unidad estratigráfica.

El factor de seguridad por equilibrio de masas está determinado por la relación que existe entre la resistencia al corte que tiene el material que conforma la ladera y los esfuerzos críticos que tratan de movilizar la masa del suelo y generan desplazamientos

y deformaciones, asumiendo que un factor de seguridad cercano a 1.00 corresponderá a un talud en equilibrio límite.

El factor de seguridad obtenido nos permite conocer cuál es el factor de amenaza para que el talud o ladera falle en las peores condiciones de comportamiento, y la probabilidad de falla nos presenta en que rango de posibilidades se encuentra la ladera para la ocurrencia de dicho fenómeno.

Es muy importante anotar que durante la ejecución del análisis de estabilidad de taludes se realizan modelaciones matemáticas a partir de la definición de una estratificación basada en las etapas de exploración de campo e investigación de laboratorio asumiendo un comportamiento y propiedades geo-mecánicas aproximadamente homogéneas para cada tipo de material.

Teniendo en cuenta lo anterior, las evaluaciones de estabilidad de taludes y laderas brindan un intervalo estrecho de resultados de las condiciones de seguridad geotécnica, siendo solo de utilidad para refinar los diagnósticos conceptuales de los cuales parten las recomendaciones de manejo y las obras propuestas.

Para el análisis dinámico se empleó la modalidad de análisis pseudo-estático (sísmico), teniendo en cuenta un coeficiente de aceleración máxima pico $a_{max} = A_a * F_a$:

$$a_{max} = A_a * F_a * I = 0.15 * 1.50 * 1.00 = 0.225$$

Tomado de la NSR-10 para el municipio de Bello (Antioquia).

De acuerdo con los numerales H.5.2.5 y A.2.8.1 de la norma NSR-10 se proponen las siguientes proporciones para aceleraciones horizontales máximas teniendo en cuenta que la aceleración máxima pico (a_{max}) únicamente está presente en el momento de la ocurrencia del sismo:

- *Aceleración horizontal máxima $\approx 0.80 * a_{max} \approx 0.18$*

A continuación, se muestran los rangos de clasificación de factores de seguridad para los casos estático y dinámico definidos por el Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo resistente (NSR-10) y por la US Army Corps of Engineers (octubre 2003):

Los Factores de Seguridad Básicos F_{SB} aplicados al material térreo (suelo, roca o material intermedio) no deben ser inferiores a los Factores de Seguridad Básicos Mínimos F_{SBM} (Ver Tabla H.2.4-1 de la NSR-10). En ningún caso el factor de seguridad básico mínimo F_{SBM} podrá ser inferior a 1.00.

El análisis se llevó a cabo para la condición natural considerando el coeficiente de presión de poros R_u , donde un valor de cero hace referencia a un estado seco y media unidad a la saturación completa. Para las modelaciones se tuvieron en cuenta valores altos de acuerdo con los niveles de saturación encontrados en las visitas de campo y los ensayos de laboratorio (ver Anexo 3).

Tabla 37. Escala de valoración de los factores de seguridad según la NSR-10

CONDICIÓN	F _{SBM}	
	Diseño	Construcción
Taludes – Condición Estática y Agua Subterránea Normal	1.50	1.25
Taludes – Condición Seudo-estática con Agua Subterránea Normal y Coeficiente Sísmico de Diseño	1.05	1.00

61

Tabla 38. Escala de valoración de los factores de seguridad según la US Army Corps of Engineers (Octubre 2003).

CLASIFICACIÓN	F.S. ESTÁTICO	F.S. PSEUDO-ESTÁTICO
Inadmisible	<0.75	<0.50
Muy bajo	0.75 – 1.00	0.50 – 0.75
Bajo	1.00 – 1.25	0.75 – 1.00
Aceptable	1.25 – 1.50	1.00 – 1.25

12.2 CONDICIONES ACTUALES

Con la finalidad de conocer las condiciones actuales del sitio de interés se realizaron visitas a campo por parte del personal de geología y geotecnia, se tomaron fotografía a nivel de suelo y con Drone, adicionalmente se ejecutó una campaña de topografía para la realización de las modelaciones pertinentes.



Figura 22. Agrietamientos evidenciados en la zona de interés.

Teniendo en cuenta la figura mostrada anteriormente se pudo observar evidencias de fallas comúnmente llamadas como “fallas de talud” condición que se puede validar con el levantamiento de afectaciones a través de la campaña de topografía realizada, donde se evidencian dichas grietas relativamente paralelas y/o consistentes con las curvas de nivel asociadas al talud.

Este tipo de condiciones y/o afectaciones viales son comunes para estructuras apoyadas sobre depósitos de vertiente (materiales Re movilizados con baja cohesión) afectados por la infiltración debido a un pobre tratamiento del agua de escorrentía.

Se presenta a continuación una planta con la ubicación de las afectaciones sobre el levantamiento topográfico realizado.

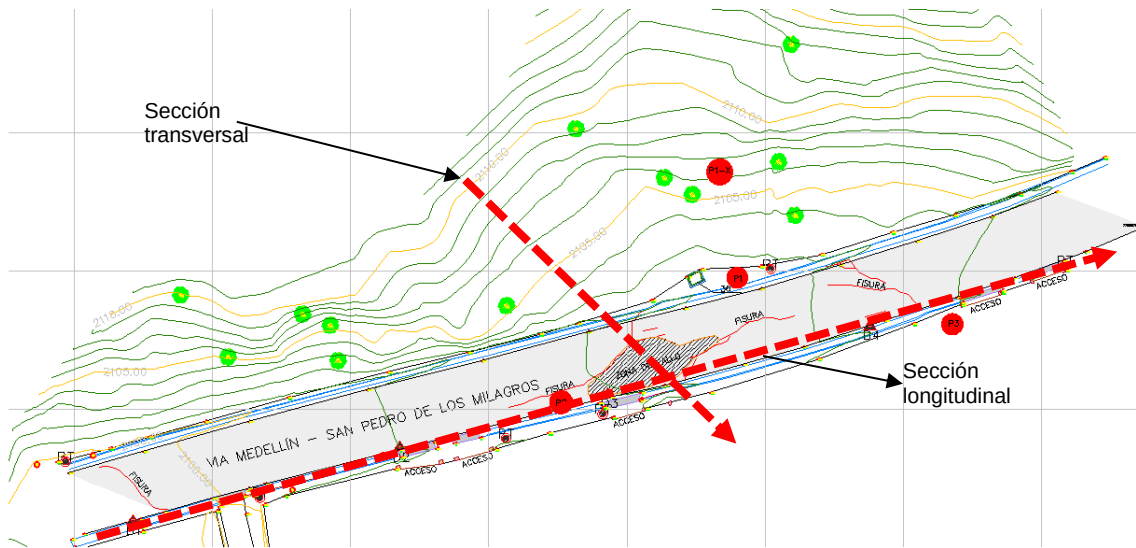


Figura 23. Topografía de la zona de interés con la demarcación de las zonas afectadas.

Teniendo en cuenta lo anterior se propone la realización de dos secciones inicialmente, una longitudinal al borde exterior de la vía, y una transversal a la zona de afectaciones principal.

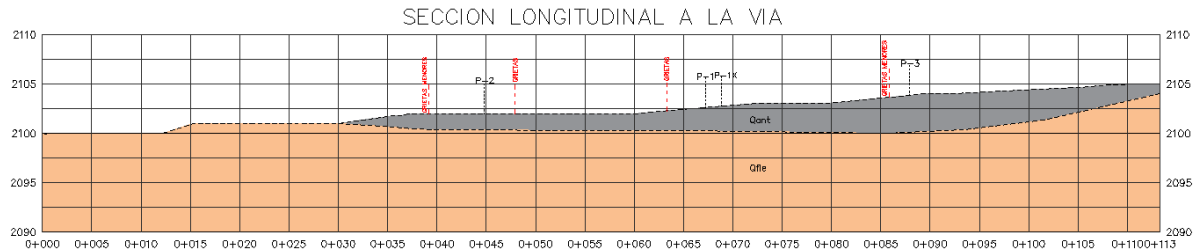


Figura 24. Sección longitudinal a la vía.

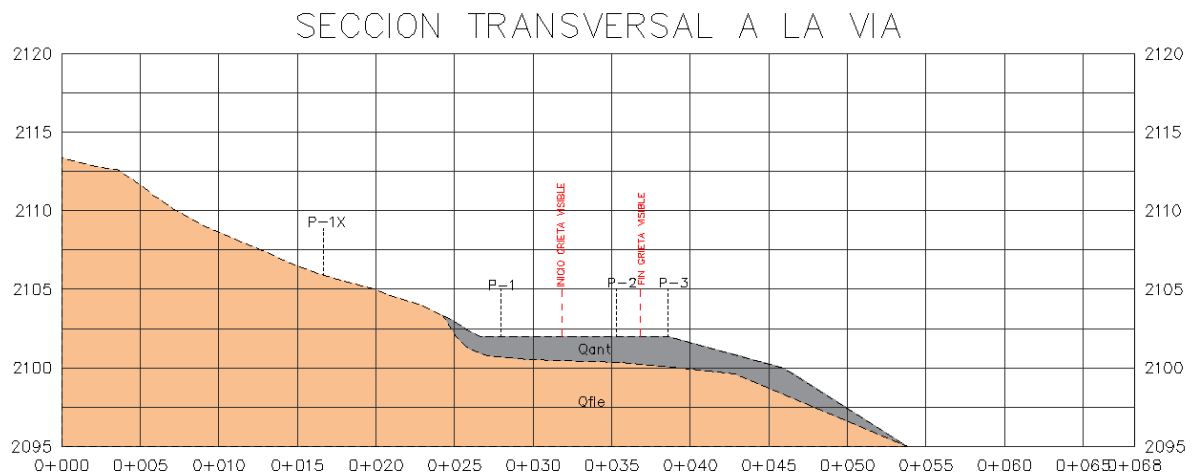
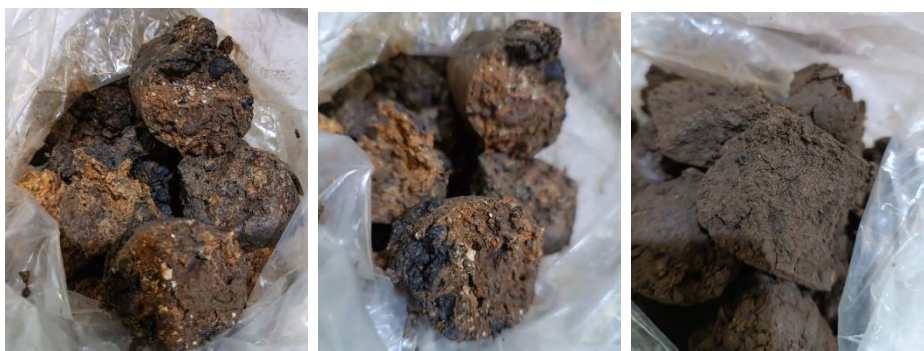


Figura 25. Sección transversal a la zona de mayor afectación

12.3 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Teniendo en cuenta la existencia de llenos antrópicos en la zona de implantación de la vía, correspondientes a materiales de baja competencia, con N de campo entre 6 – 10 golpes/pie y la precariedad de las obras de drenaje, se parte de la hipótesis de la generación de un lavado de finos por efecto de la infiltración sub-superficial bajo la vía, adicionalmente la posibilidad de posibles desconfinamiento en el borde aguas debajo de la vía, donde se encontraron espesores de depósitos antrópicos de hasta 3.45 m.

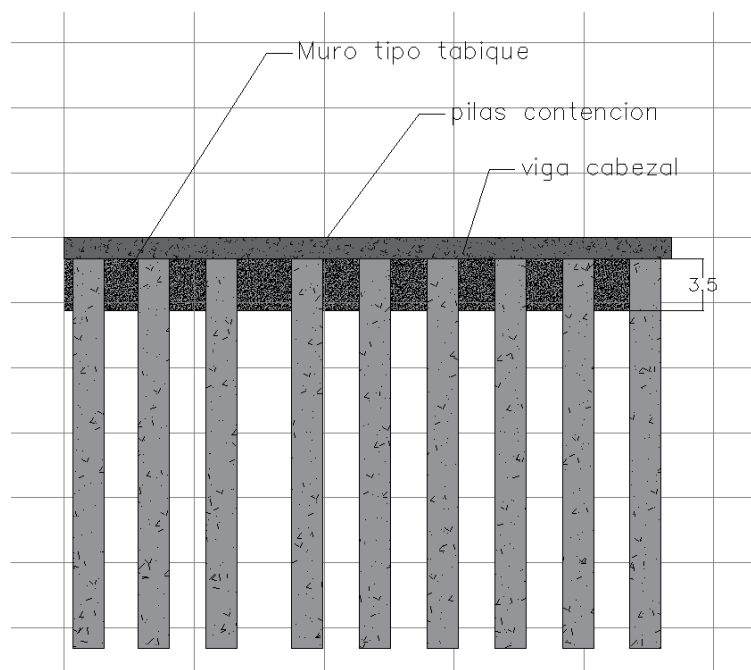
64



Fotografía 1. Materiales asociados a los depósitos antrópicos.

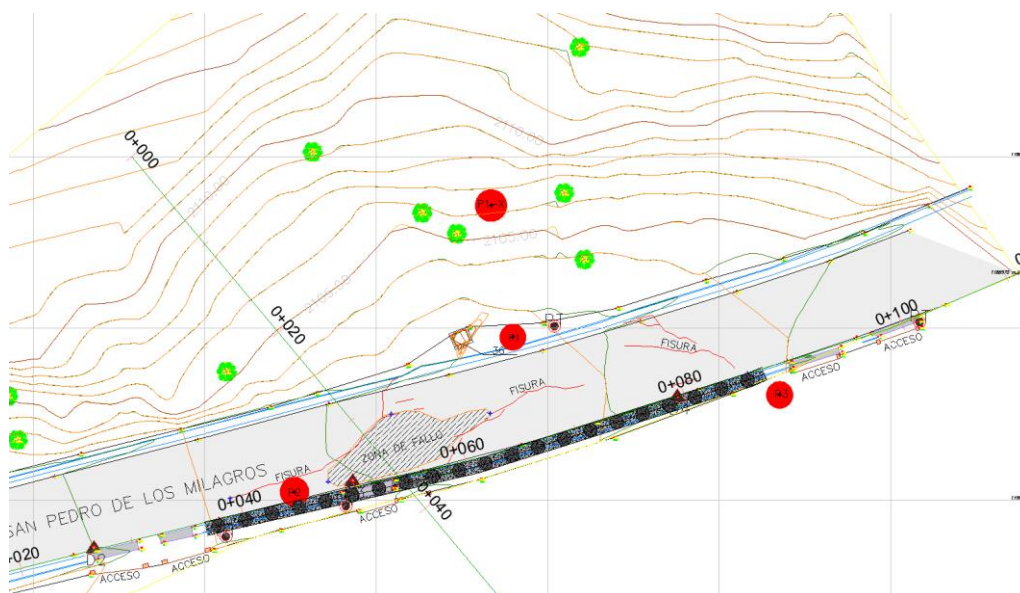
Teniendo en cuenta lo anterior se realiza la calibración del modelo con una superficie de falla probable a través de dicho material antrópico, para el cual se deberán ejecutar las siguientes obras:

1. De manera prioritaria se deberán ejecutar obras de drenaje que permitan captar, conducir y disponer aguas superficiales (escorrentía) y subsuperficiales provenientes del talud superior, hasta que las mismas sean descargadas en un la vaguada o drenaje más cercano. De esta manera se logra disminuir las condiciones de saturación y posible lavado de finos. Las obras consistirán en cuentas de coronación (en concreto), filtros y/o cunetas drenantes interceptoras (Longitudinales al borde superior de la vía), obras de conducción (bajo la vía), descarga y descole. Adicionalmente protección y optimización de taludes para minimizar la infiltración y saturación en el área de interés.
2. Se deberán realizar las reparaciones pertinentes (en la vía) para optimizar la servicialidad según el diseño de la vía. Se deberán validar los materiales correspondientes a la estructura multicapas, lo que permitirá determinar si es necesario realizar un bacheo o reparacheos de la misma.
3. En el mediano plazo si se evidencian nuevas afectaciones o evidencias de procesos como tal se deberá ejecutar una contención en pilas pre-excavadas manualmente de al menos 1.20 m de diámetro y 10.0 m de longitud espaciadas como máximo 2.4 m entre ejes. Dichas pilas deberán estar unidas entre si mediante una viga cabezal. Adicionalmente, se deberá considerar muro tabique de mínimo 3.5 m.



Esquemático

Figura 26. Imagen esquemática de la configuración recomendada



Longitud: 50 m – cantidad pilas: 21 pilas

Figura 27. Vista en planta ubicación muro contención

12.4 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD CONDICIONES ACTUALES

Se presenta a continuación los análisis de estabilidad para las condiciones actuales y según las hipótesis de diseño:

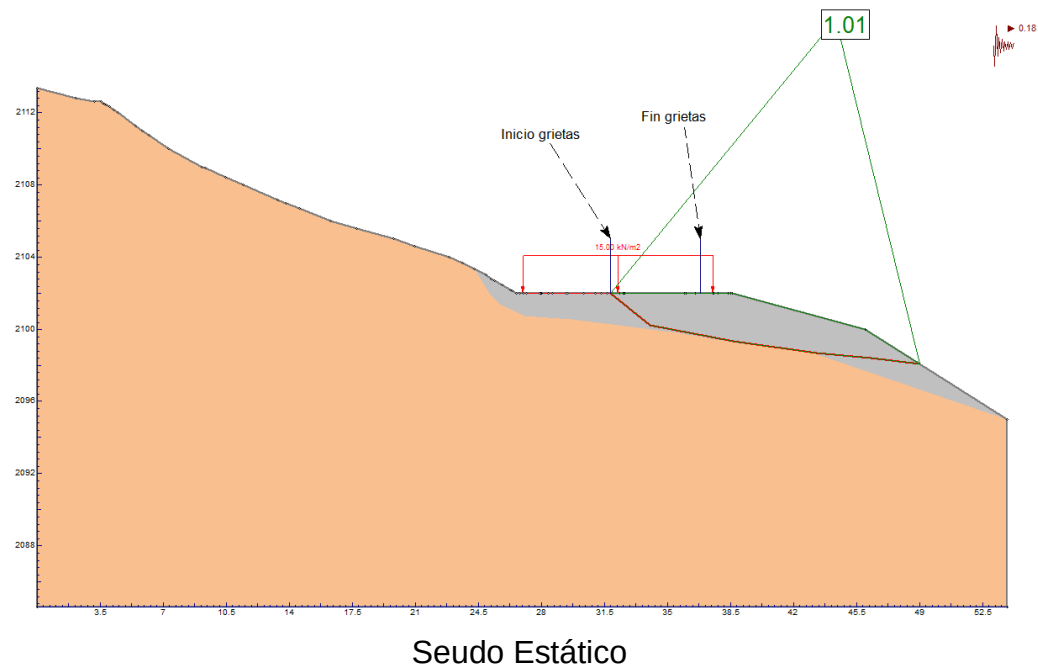
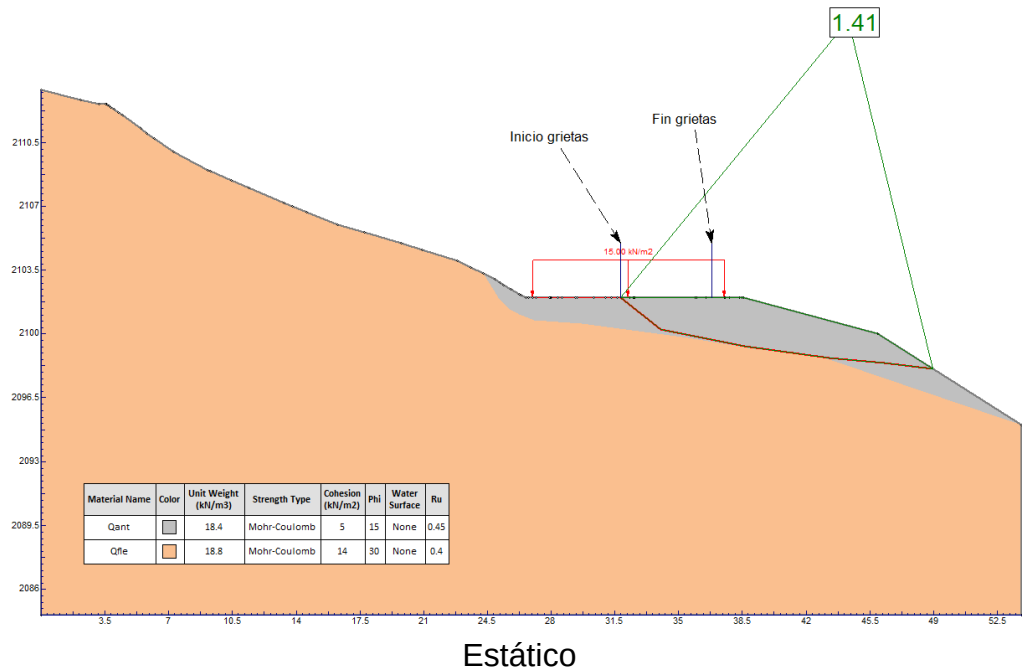


Figura 28. Análisis de estabilidad condiciones actuales.

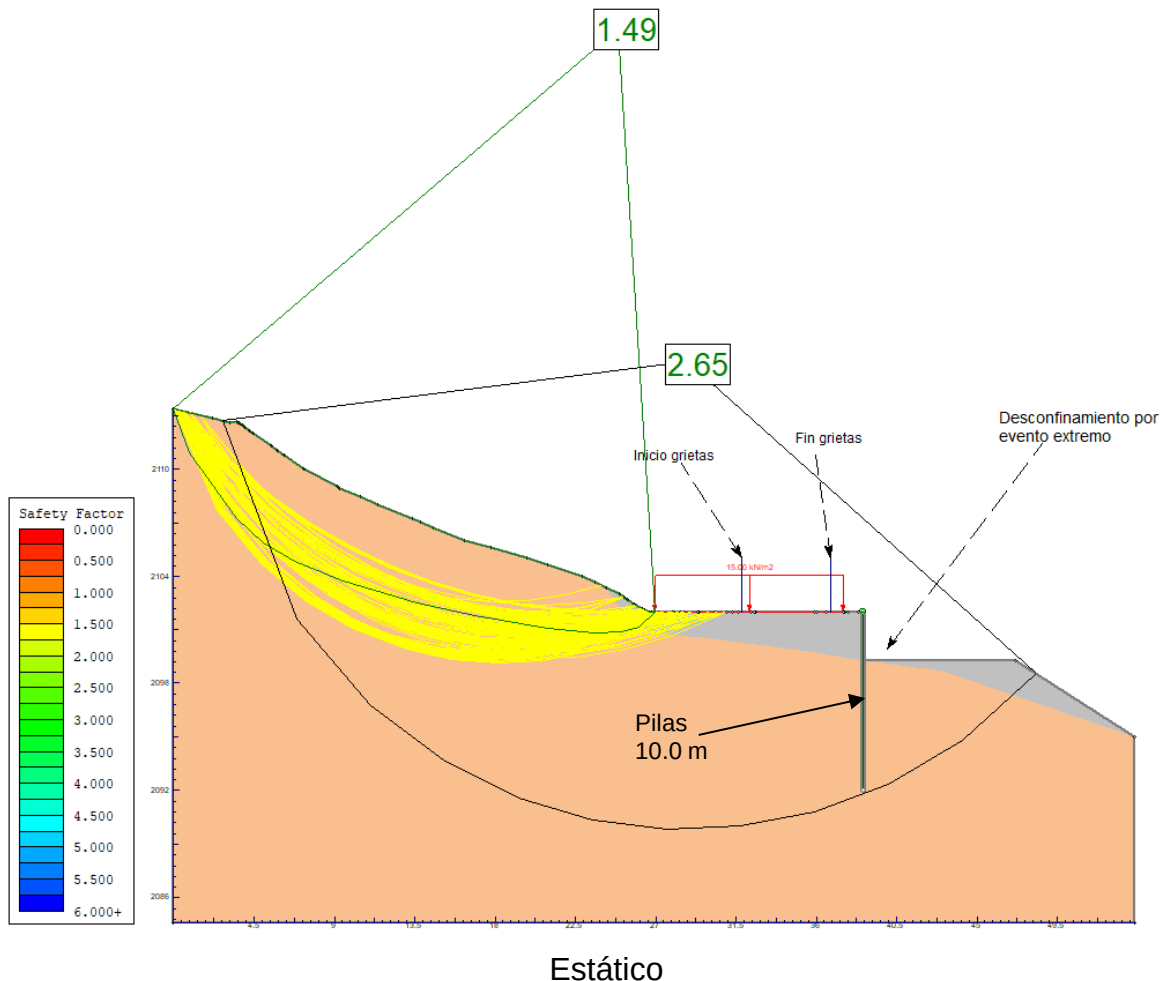
12.5 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD CONDICIONES PROYECTADAS

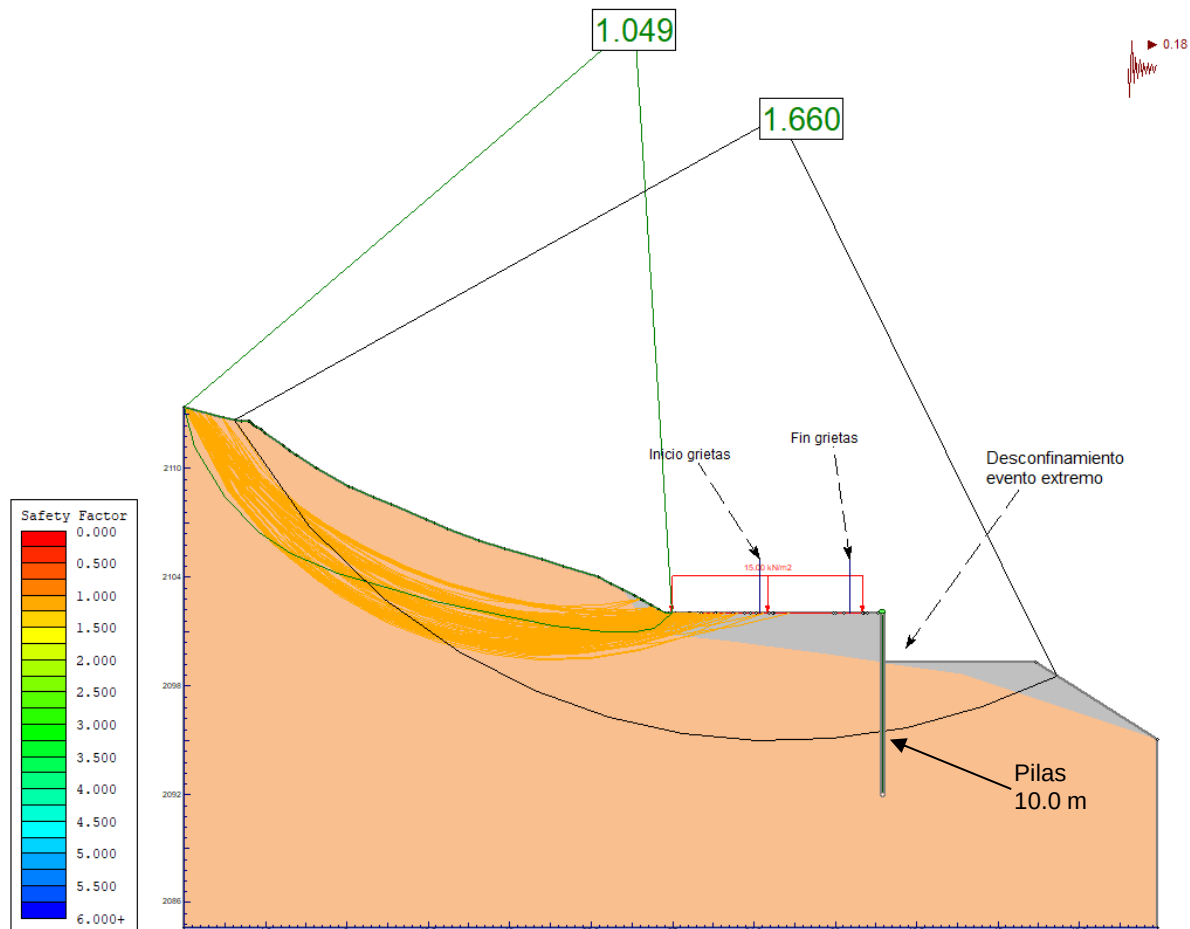
En el siguiente capítulo se presentan los análisis y diseños para la optimización del sitio crítico.

12.5.1 Estabilidad local y global de la contención propuesta.

Para el diseño se parte de la hipótesis de una pérdida y/o desconfinamiento del material antrópico como tal, que puede llegar a ocurrir de forma natural o por acción humana, así las cosas, se realiza la recomendación de la contención bajo dicha condición.

67





Seudo estático

Figura 29. Análisis de estabilidad local en condiciones proyectadas.

Teniendo en cuenta lo anterior se propone la ejecución de una estructura de contención tipo pantalla de pilas de al menos 10.0 m de profundidad, unidas a través de una viga cabezal. Es importante resaltar que estas recomendaciones deberán ir acompañadas de las obras de drenaje recomendadas. Las modelaciones geotécnicas fueron realizadas con el software Slide.

12.5.2 Estabilidad interna de la contención propuesta.

Para el análisis de la estabilidad interna de la estructura de contención proyectada se considera una altura en voladizo (para evento extremo) de hasta 3.45 m considerando los espesores de material antrópico y la existencia de viviendas a y/o lotes a borde de vía, pudiendo generar intervenciones anexas a la misma.

Así las cosas, se propone el diseño de una estructura de contención en pilas pre-excavadas manualmente de al menos 1.20 m de diámetro y 10.0 m de longitud

espaciadas como máximo 2.4 m entre ejes. Dichas pilas deberán estar unidas entre si mediante una viga cabezal.

Se presenta a continuación el diseño interno de la misma. Inicialmente se muestra la geometría y el modelo geotécnico.

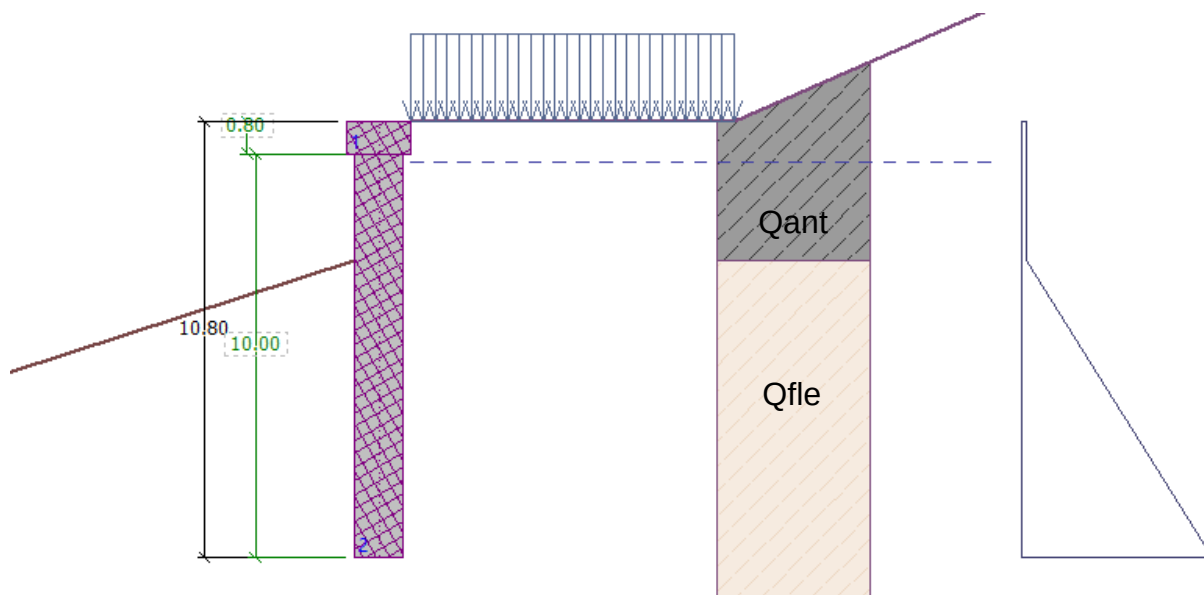


Figura 30. Geometría para las modelaciones de estabilidad interna de la contención.

Geometría de la estructura
Longitud de estructura = 10.80m

Momento
Max. M = 249.68 kNm/m

Corte
Max. Q = 85.21 kN/m

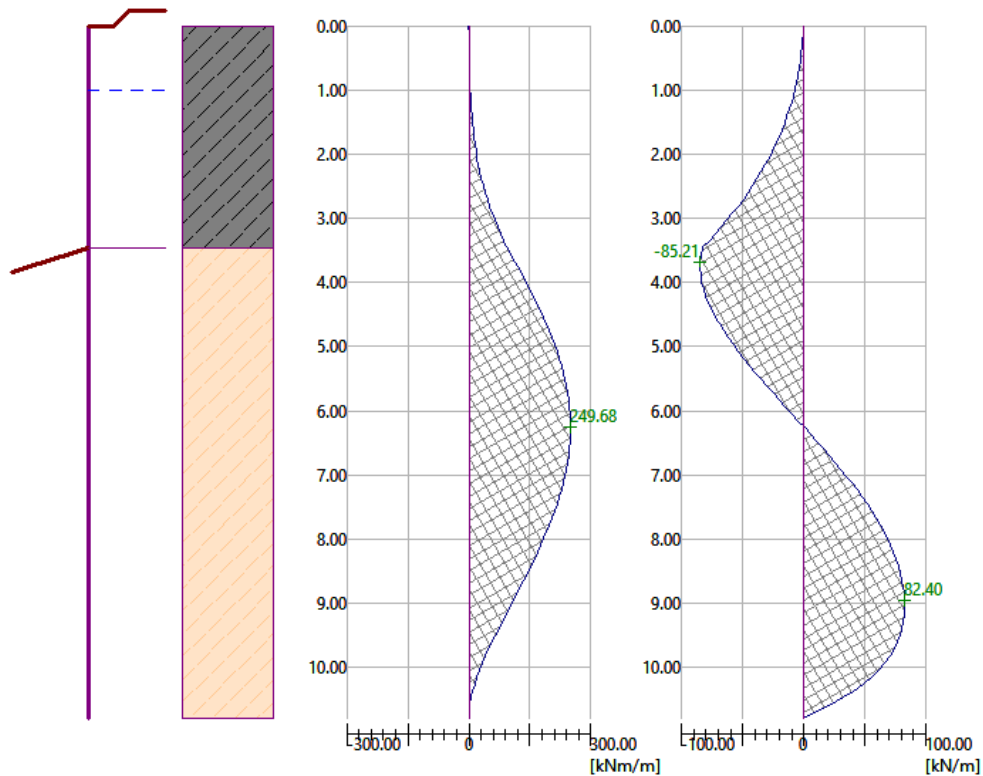


Figura 31. Fuerzas internas actuando en la estructura.

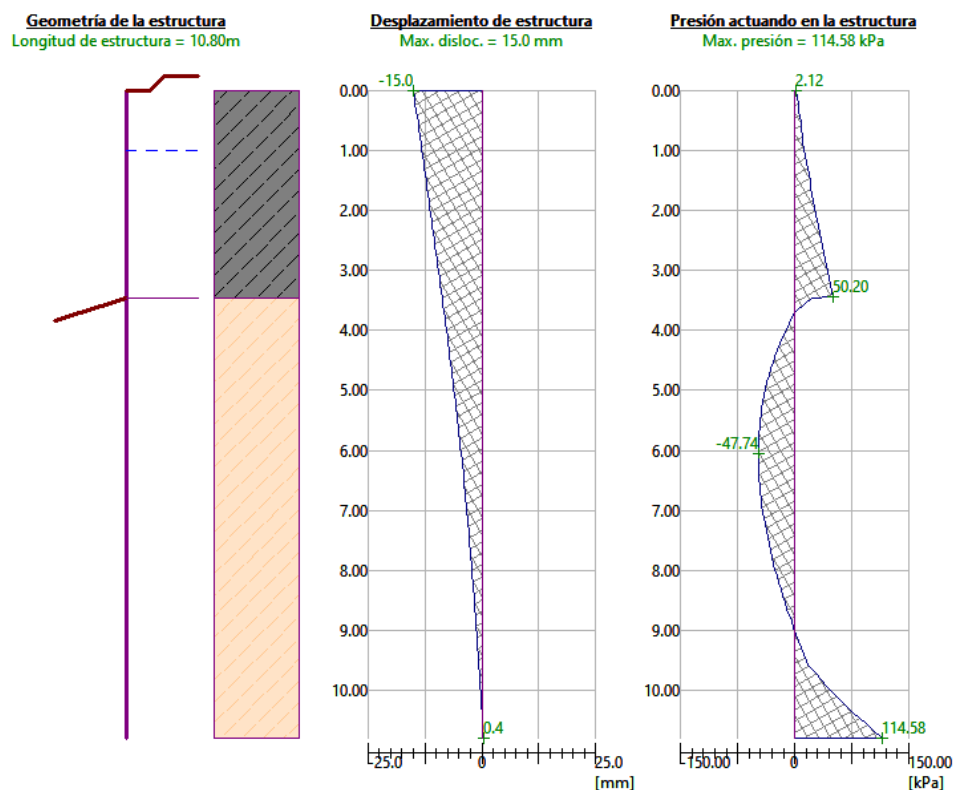


Figura 32. Deformaciones máximas esperadas en la cabeza del elemento.

Tabla 39. Empujes de tierra, activo, pasivo y en reposo actuando frente y detrás de la estructura de contención.

Profundidad [m]	Ta,p [kPa]	Tk,p [kPa]	Tp,p [kPa]	Ta,z [kPa]	Tk,z [kPa]	Tp,z [kPa]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.34	16.37
0.01	0.00	0.00	0.00	2.83	13.52	16.37
0.06	0.00	0.00	0.00	3.25	14.13	16.37
0.47	0.00	0.00	0.00	7.23	19.75	31.88
0.69	0.00	0.00	0.00	9.38	22.78	40.27
0.69	0.00	0.00	0.00	9.36	22.78	40.27
0.80	0.00	0.00	0.00	10.40	24.25	44.33
0.80	0.00	0.00	0.00	10.42	24.25	44.33
0.94	0.00	0.00	0.00	11.76	26.15	49.56
1.00	0.00	0.00	0.00	12.35	26.98	51.86
1.00	0.00	0.00	0.00	12.39	26.98	51.86
1.41	0.00	0.00	0.00	18.36	33.73	63.31
1.88	0.00	0.00	0.00	25.22	40.96	76.46
2.14	0.00	0.00	0.00	29.09	44.67	83.89
2.14	0.00	0.00	0.00	29.10	44.67	83.89

Profundidad	Ta,p	Tk,p	Tp,p	Ta,z	Tk,z	Tp,z
[m]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
2.35	0.00	0.00	0.00	32.09	47.54	89.61
2.82	0.00	0.00	0.00	38.95	54.19	102.76
3.29	0.00	0.00	0.00	45.80	60.93	115.92
3.45	0.00	0.00	0.00	48.19	63.29	120.48
3.45	0.00	-0.00	-36.88	22.86	44.12	240.66
3.76	0.00	-2.03	-49.77	26.04	47.45	255.16
4.13	0.00	-4.47	-65.32	29.87	51.34	272.65
4.13	0.00	-4.47	-65.32	29.92	51.34	272.65
4.23	0.00	-5.13	-69.52	30.95	52.39	277.37
4.70	0.00	-8.23	-89.27	35.82	57.40	299.59
5.17	0.00	-11.33	-109.02	40.69	62.48	321.80
5.63	0.00	-14.44	-128.77	45.56	67.61	344.02
6.03	0.00	-17.04	-145.33	49.64	71.96	362.64
6.10	-0.27	-17.54	-148.52	50.42	72.80	366.23
6.47	-1.60	-19.98	-164.07	54.26	76.92	383.73
6.57	-1.96	-20.64	-168.27	55.29	78.03	393.07
7.04	-3.65	-23.74	-188.02	60.16	83.32	437.10
7.51	-5.34	-26.85	-207.77	65.03	88.64	481.12
7.98	-7.03	-29.95	-227.52	69.89	94.00	525.15
8.45	-8.72	-33.05	-247.26	74.76	99.39	569.17
8.92	-10.41	-36.15	-267.01	79.63	104.81	613.20
9.39	-12.10	-39.26	-286.76	84.50	110.26	657.22
9.86	-13.79	-42.36	-306.51	89.36	115.73	701.25
10.33	-15.48	-45.46	-326.26	94.23	121.22	745.27
10.80	-17.17	-48.56	-346.01	99.10	126.73	789.30

Ta: presión activa – Tk: reposo – Tp: pasiva

Tabla 40. Distribución de las fuerzas internas

Profundidad	Desplazamiento	Presión	Resistencia al corte	Momento
[m]	[mm]	[kPa]	[kN/m]	[kNm/m]
0.00	-14.97	2.12	-0.00	-0.00
0.54	-13.98	7.91	-2.84	0.65
1.08	-12.98	13.56	-8.53	3.59
1.62	-11.99	21.45	-17.99	10.55
2.16	-11.01	29.34	-31.70	23.78
2.70	-10.03	37.49	-49.68	45.53
3.24	-9.05	46.67	-72.40	78.26
3.45	-8.69	50.20	-82.38	94.19
3.46	-8.67	22.02	-82.70	95.02
3.78	-8.10	-2.99	-85.14	122.44

Profundidad	Desplazamiento	Presión	Resistencia al corte	Momento
[m]	[mm]	[kPa]	[kN/m]	[kNm/m]
4.32	-7.18	-22.56	-77.95	166.92
4.86	-6.29	-36.19	-61.82	204.96
5.40	-5.45	-44.35	-39.84	232.59
5.94	-4.66	-47.62	-14.79	247.40
6.48	-3.93	-46.62	10.83	248.43
7.02	-3.26	-41.95	34.90	235.95
7.56	-2.64	-34.12	55.58	211.32
8.10	-2.07	-23.50	71.26	176.81
8.64	-1.53	-10.32	80.50	135.50
9.18	-1.03	5.34	81.96	91.25
9.72	-0.55	26.92	74.20	48.59
10.26	-0.09	67.69	48.92	14.35
10.80	0.38	114.58	-0.00	0.00

(*) Se recomienda considerar un cortante de mínimo 300 kN para el diseño de la obra de contención.

(*) en cualquier caso se deberá considerar una sobrecarga de 15 kPa en la corona de las obras de contención.

(*) Adicionalmente se deberá considerar muro tabique entre pilas, hasta 3.5 m de profundidad.

12.5.3 Módulos de reacción para pilas de contención

Se presenta a continuación la distribución de módulos de reacción para pilas de contención:

Tabla 41. Distribución del módulo de reacción en profundidad.

Profundidad [m]	Módulo de reacción horizontal, K_h [mN/m ³]	Módulo de reacción vertical, K_v [mN/m ³]
0.00	1.50	-
0.69	1.50	-
1.38	1.50	-
2.07	1.50	-
2.76	1.50	-
3.45	1.50	-
3.45	20.13	-
4.76	27.77	-
6.07	35.41	-

Profundidad [m]	Módulo de reacción horizontal, K_h [mN/m ³]	Módulo de reacción vertical, K_v [mN/m ³]
7.38	43.05	-
8.69	50.69	-
10.00	58.34	18.57

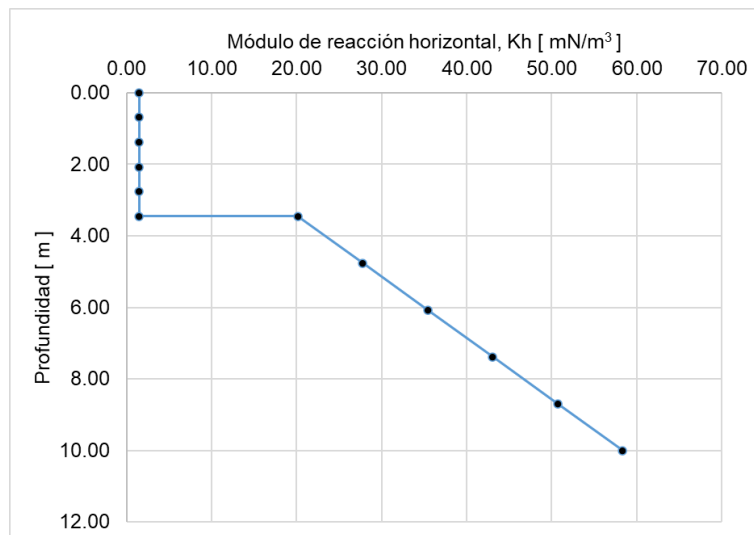


Figura 33. Distribución del módulo de reacción en profundidad.

13 CONSIDERACIONES HIDRÁULICAS

Para la optimización de las condiciones hidráulicas del sitio se recomienda tratar las aguas de escorrentía superficial y de flujo subsuperficial provenientes del talud anexo al costado interno de la vía.

Con la evaluación de varios escenarios y teniendo en cuenta las dificultades de descarga de las aguas de escorrentía al costado oriental de la vía, se observa que, debido a la presencia de viviendas en una zona de invasión y de alta pendiente, se pone en riesgo esta población y esto obliga a buscar un lugar de descarga a un sitio adecuado y que tenga una cuenca de recepción en donde no se genere este tipo de inconvenientes. Este lugar de descarga, donde existe una pequeña quebrada, se encuentra a una distancia de aproximadamente 202 m más abajo de la poceta de acceso al box culvert existente que pudo generar este problema de hundimientos.

75

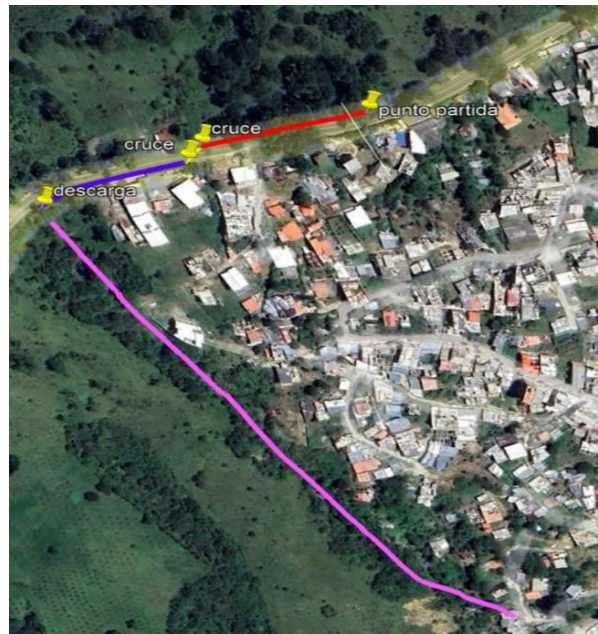


Figura 34. Propuesta para la conducción hasta descarga.

Se propone entonces un manejo de aguas que incluye el cierre del box culvert y de la poceta recolectora actual donde se presenta el hundimiento y conducir las aguas de escorrentía y de filtros de la zona aledaña, mediante la cuneta existente por esta margen occidental y llevarlas hasta una distancia de aproximadamente 100 m más abajo, donde existe un muro de contención, para construir al inicio de este muro una poceta y un box culvert que cruce la vía al costado oriental para hacer una conducción longitudinal paralela a la vía mediante un canal o cárcamo que descargará más abajo de la vía en un lugar aproximadamente a otros 100 m de este cruce, para descargar en una cuenca receptora de una pequeña quebrada.

Es importante que los filtros deberán ser paralelos a la conducción hasta la descarga en la poceta que se encuentra justo antes del muro de contención. El filtro será construido en material granular (Limpio - sin finos), con tamaños de entre 1" – 1 1/2" recubierto con material de protección tipo geotextil no tejido NT-2500.

El filtro podrá tener una altura de aproximadamente 0.4 m y deberá ir en el costado interno contra el talud, llevando la misma pendiente de la cuneta hasta descargar o realizar su descole aguas abajo en la poceta que se ubica justo antes del muro de contención como tal. La tubería central que llevará dicho filtro deberá ser como mínimo de 4" de diámetro. El tubo deberá estar al menos a 0.1 m de altura del piso del filtro como tal. Las aletas o ramales de la espina de pescado se deberán realizar con tubería de 2" cada 2.50 m intercaladas o alternas.

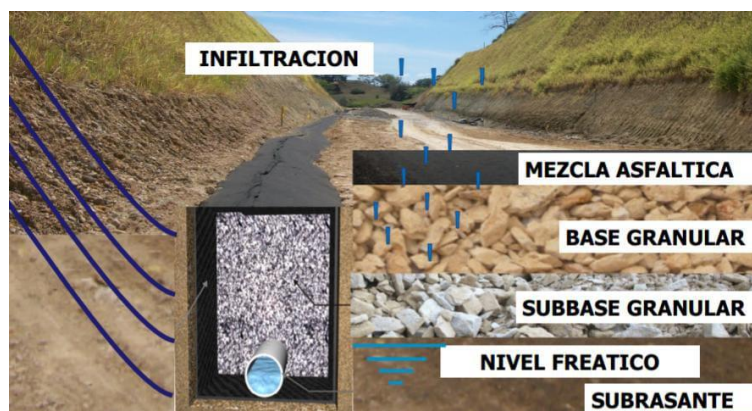


Figura 35. Filtro recomendado aguas arriba o contra zonas permeables.
Esquemático

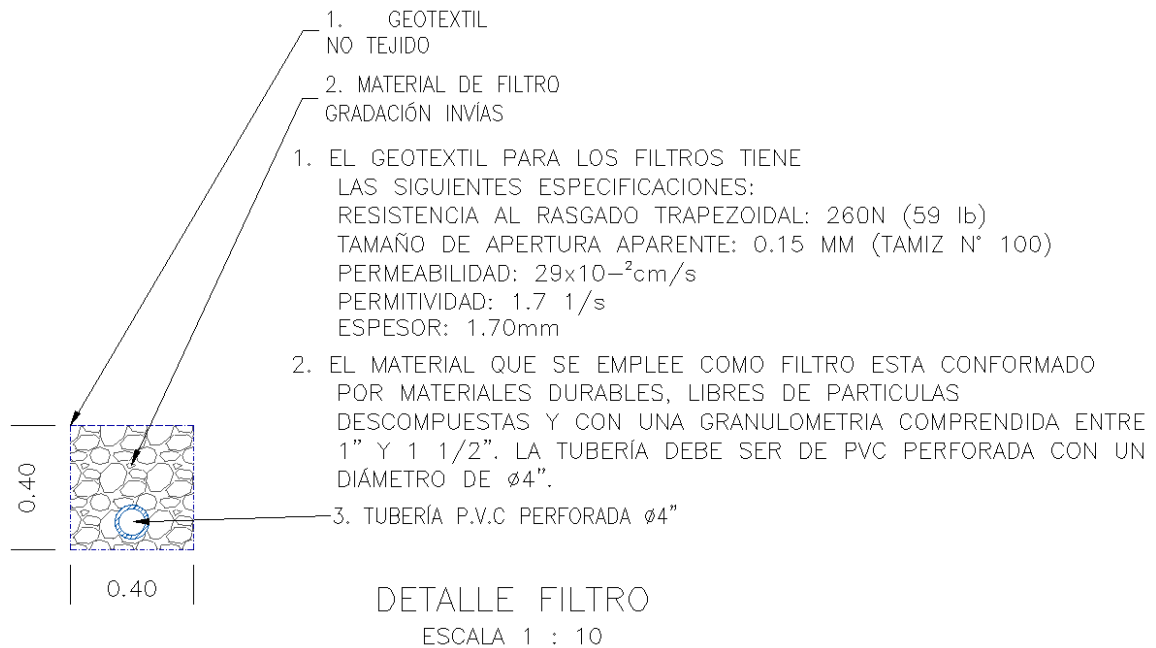


Figura 36. Dimensiones propuestas para el filtro paralelo a cuneta.

Para proceder a tener una pendiente adecuada de las conducciones de agua de escorrentía, se toma, con base en la topografía realizada en el año 2023, la pendiente longitudinal a lo largo de la vía en un tramo de 109.17 m entre las curvas de elevación 2104 y 2100 del plano topográfico y que da un desnivel de 4 m. Esto genera una pendiente de la calzada actual de $4/109.17 = 0.0366$. Con esta pendiente se hará el cálculo hidráulico de la conducción de aguas por la cuneta actual hacia abajo hasta el nuevo sitio de cruce con el box culvert a proponer, para determinar la profundidad de la poceta y la pendiente del piso del box, según el cálculo del caudal hidrológico de la cuenca a tener en cuenta. En forma similar, se proyectará con la misma pendiente de la vía la conducción de aguas a través del canal o cárcamo y de la cota de llegada a la quebrada receptora.

Es importante resaltar que los tramos de la cuneta actual que se encuentren en mal estado deberán ser intervenidos y reemplazados con las mismas dimensiones.

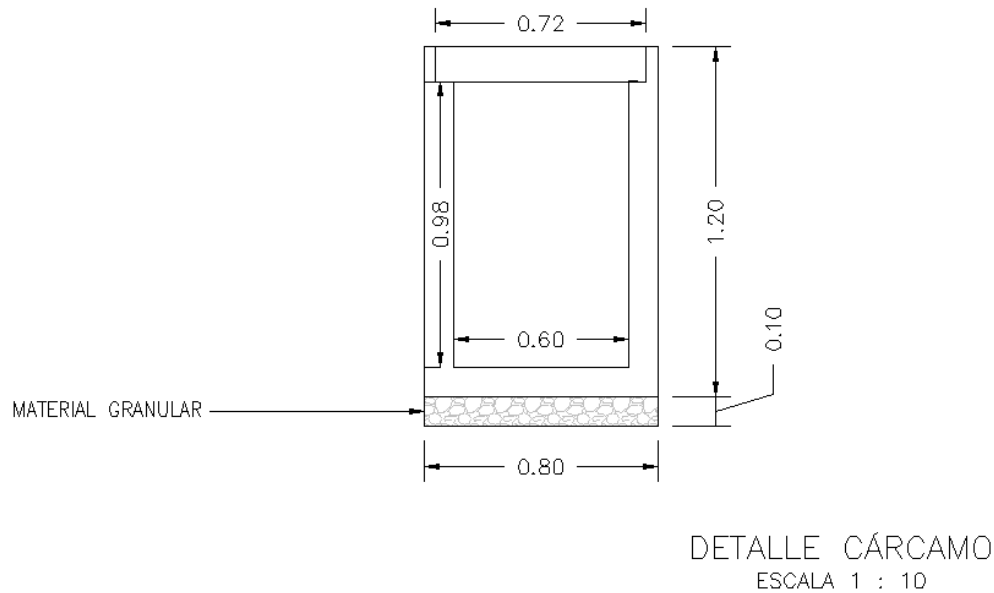


Figura 37. Cárcamo proyectado después de la estructura tipo Box culvert.

El Box culvert recomendado podrá consistir en un elemento construido a partir de diseños típicos de cartillas del INVIAS (Dimensiones 1.0 m * 1.0 m).

14 RECOMENDACIONES ESTRUCTURALES

Desde el componente geotécnico se propone la realización de un muro de contención en pilas sobre el eje externo de la vía, dicho muro será validado desde el componente estructural bajo las siguientes consideraciones:

Muro de contención

Pilas: Diámetro de 1.20m y 10.8m de longitud.

Viga cabezal: 1.40mx0.80m.

Concretos

$f'_c = 28.0$ MPa

$E = 4700 \cdot \sqrt{f'_c}$ MPa

$E = 24870$ MPa

Refuerzo longitudinal y transversal

$F_y = 420$ MPa.

$E_s = 200000$ MPa

Se presenta a continuación el diseño estructural de los elementos que conforman el sistema de estabilidad de estabilidad del punto crítico. El diseño estructural de las pilas se realiza según las solicitaciones obtenidas en la modelación geotécnica, las cuales se presentan a continuación y se encuentran consignadas en el estudio de estabilidad.

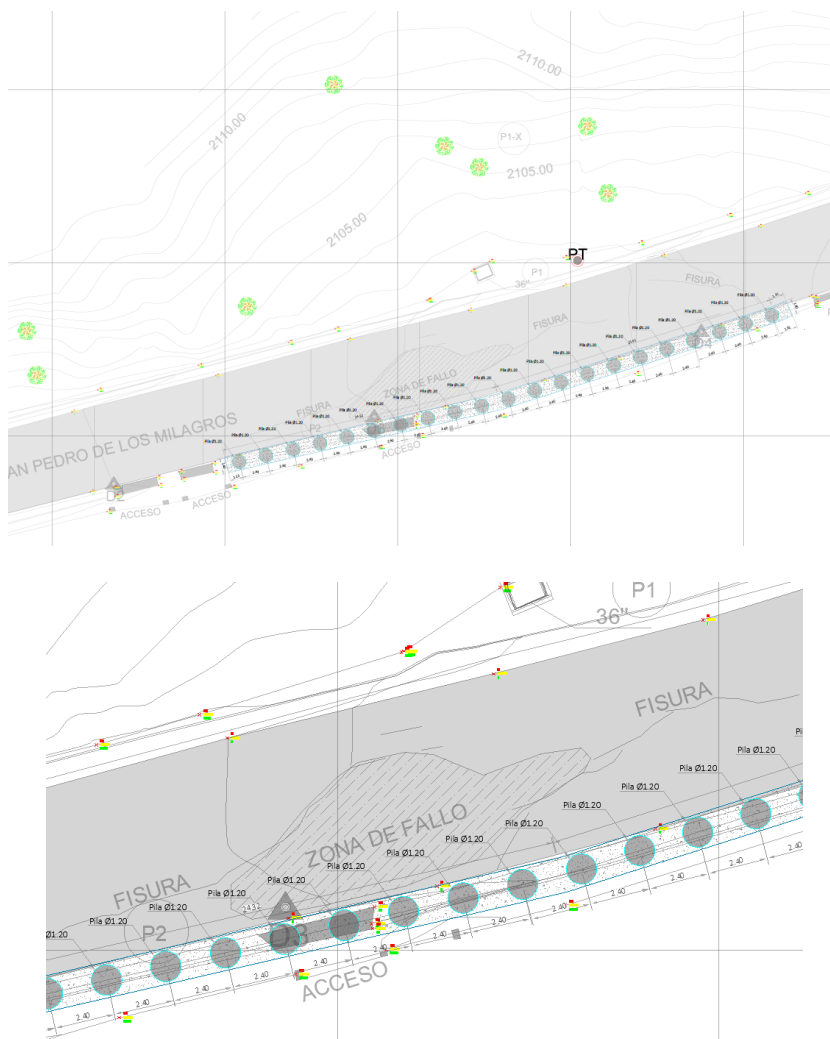


Figura 38. Vista en planta de muro de contención (Ver plano PL-1)

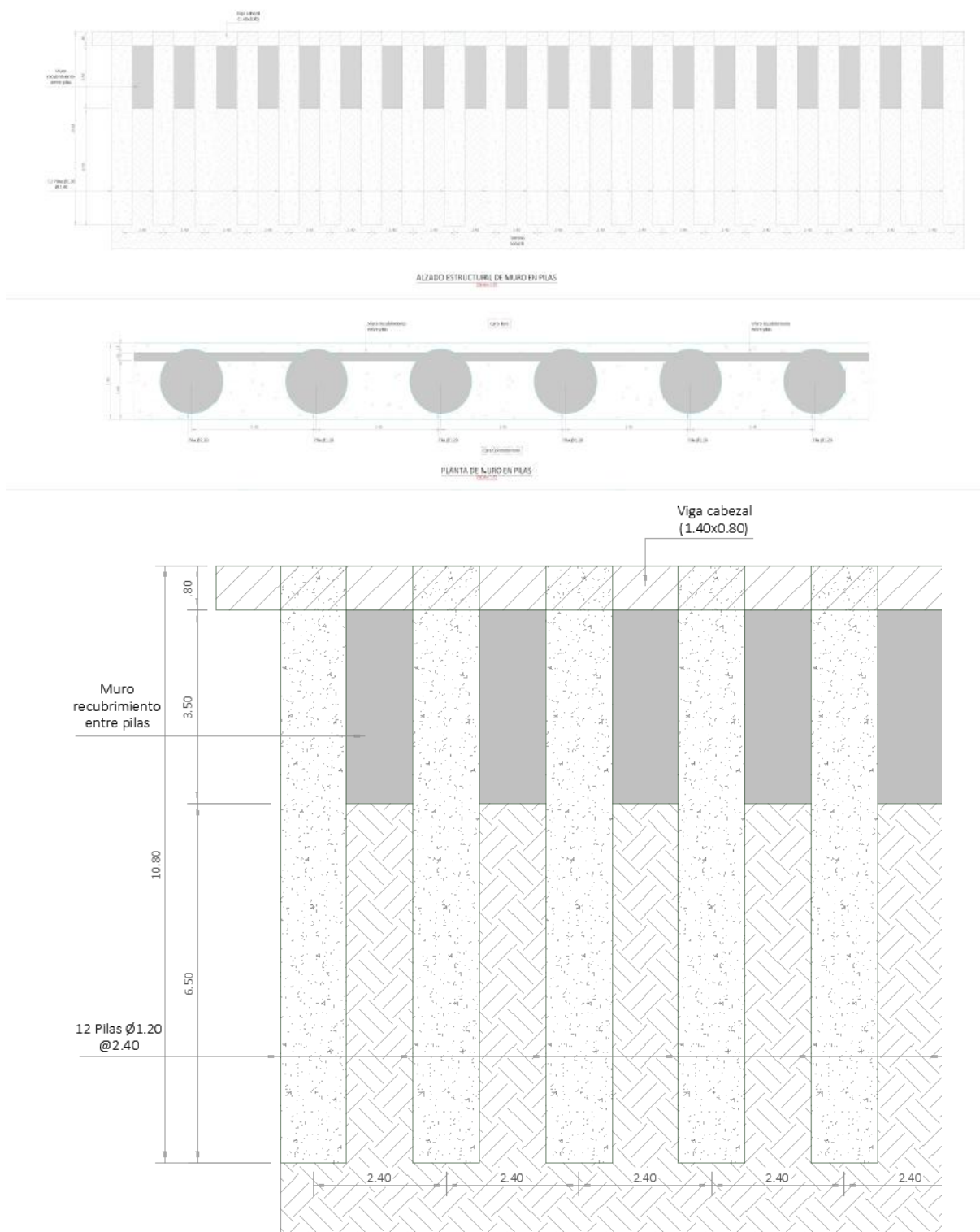


Figura 39. Vista en planta y frontal de contención (Muro en pilas + Muro tabique + viga de unión entre pilas).

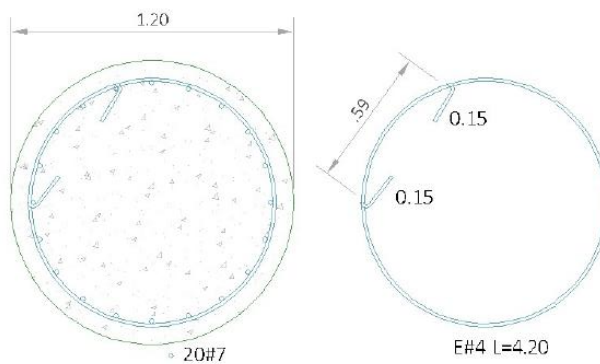


Figura 40. Sección típica de pilas de contención.

15 RECOMENDACIONES DE MONITOREO GEOTÉCNICO

Teniendo en cuenta el tipo de materiales, las pendientes que se presentan en la zona de interés y deslizamientos de gran magnitud que se han presentado históricamente en la zona de interés, se recomienda la instalación de un elemento tipo inclinómetro de mínimo 20.0 m de profundidad en el costado interno de la vía, como se muestra a continuación:



Figura 41. Ubicación del inclinómetro propuesto.
Coordenadas aproximadas: 6°17'57.57"N - 75°35'57.16"O

16 RECOMENDACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN

- Los materiales a utilizar en la obra deben ser previamente sometidos a ensayos de laboratorio para su aprobación por parte de la Interventoría; además, durante el proceso constructivo se debe realizar el control de calidad con ensayos de campo y laboratorio.
- Una vez se encuentre el nivel y el suelo de apoyo de los elementos, se procederá a vaciar un solado en concreto pobre de espesor no inferior a 0.10 m, con miras a garantizar una superficie de apoyo limpia y homogénea en las actividades de armado y vaciado de la infraestructura. Con el objetivo de tener un terreno de apoyo adecuado para las estructuras propuesta en este informe.

16.1 LLENOS

Los materiales de lleno se deberán colocar por capas de no más de 0.20 m de espesor compactando cada capa hasta alcanzar el 98% de la densidad seca máxima que se obtuvo en el ensayo Próctor Modificado. No se colocará la capa siguiente hasta no haber alcanzado la compactación en la capa anterior. Los sitios para la determinación de la densidad de cada capa y para la verificación de la compactación de la misma se debe basar en los criterios expuestos en el artículo 220 del INVIAS capítulo 220.5.2.2.2.

Los materiales de lleno deberán ser seleccionados y cumplir con los requisitos expuestos en la Tabla 42.

Tabla 42. Requisitos de los materiales para llenos.

Característica	Norma de ensayo INVÍAS	Suelos seleccionados	Suelos adecuados	Suelos tolerables
Tamaño máximo, mm	E-123	75	100	150
Porcentaje que pasa el tamiz de 2mm (No.10) en masa, máximo	E-123	80	80	-
Porcentaje que pasa el tamiz de 75µm (No.200) en masa, máximo	E-123	25	35	35
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	E-121	0	1	1
Límite líquido, máximo (%)	E-125	30	40	40
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-126	10	15	-
CBR de laboratorio, mínimo (%)	E-148	10	5	3
Expansión en prueba CBR, máximo (%)	E-148	0	2	2
Índice de colapso, máximo (%)	E-157	2	2	2
Contenido de sales solubles, máximo (%)	E-158	0.2	0.2	-

17 LIMITACIONES

Es importante resaltar que las recomendaciones consignadas en este documento obedecen a los resultados de las etapas constitutivas del trabajo de consultoría y a la experiencia de los profesionales técnicos que participaron en la elaboración del informe. La no acogencia a estas recomendaciones o la variación de alguna de ellas sin dar aviso oportuno a CONSULCIVIL S.A.S. omitirá responsabilidad alguna de nuestra empresa sobre las decisiones tomadas.

Si durante la etapa de construcción se encuentran condiciones del subsuelo diferentes a las descritas como típicas en el presente informe, la empresa contratante deberá dar aviso a CONSULCIVIL S.A.S. para refinar las conclusiones y recomendaciones.

Agosto de 2023.

18 REFERENCIAS

- AIS, 2010. Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente [NSR – 010] (Decreto 926 de 2010); Título H: Estudios Geotécnicos.
- ASTM Standard D4318-93: Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.
- ASTM Standard D854-92: Test Method for Specific Gravity of Soils.
- ASTM Standard D2166-91: Test Method for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil.
- ASTM Standard D3080 / D3080M – 11: Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions.
- Bowles Joseph E. 1988. Foundation Analysis and Design”, cuarta edición. Mc Graw – Hill International Editions.

85

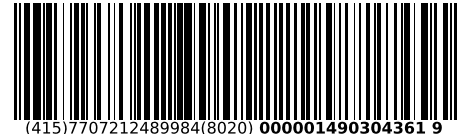
19 ANEXOS

ANEXO 1.	UBICACIÓN DE SONDEOS EXPLORATORIOS
ANEXO 2.	REGISTROS DE EXPLORACIÓN DE CAMPO
ANEXO 3.	REGISTROS DE INVESTIGACIÓN DE LABORATORIO
ANEXO 4.	MEMORIAS DE CÁLCULO
ANEXO 5.	RECOMENDACIONES HIDRAULICAS
ANEXO 6.	DISEÑO ESTRUCTURAL
ANEXO 7.	TOPOGRAFÍA

2. Concepto Actualización

4. Número de formulario

14903043619



(415)7707212489984(8020) 000001490304361 9

5. Número de Identificación Tributaria (NIT)

9 0 0 4 0 5 3 5 8

6. DV

5

12. Dirección seccional

Impuestos de Medellín

14. Buzón electrónico

1 1

IDENTIFICACIÓN

24. Tipo de contribuyente

Persona jurídica

1

25. Tipo de documento

26. Número de Identificación

27. Fecha expedición

Lugar de expedición

28. País

29. Departamento

30. Ciudad/Municipio

31. Primer apellido

32. Segundo apellido

33. Primer nombre

34. Otros nombres

35. Razón social

CONSULCIVIL S.A.S.

36. Nombre comercial

CONSULCIVIL S.A.S.

37. Sigla

UBICACIÓN

38. País

COLOMBIA

1 6 9

39. Departamento

Antioquia

0 5

40. Ciudad/Municipio

La Estrella

3 8 0

41. Dirección principal

CL 79 B SUR 50 150

42. Correo electrónico

gestion@consulcivil.com

43. Código postal

44. Teléfono 1

4 4 8 6 1 0 6

45. Teléfono 2

3 1 0 3 9 5 5 0 6 0

CLASIFICACIÓN

Actividad económica

Ocupación

Actividad principal

46. Código

47. Fecha inicio actividad

48. Código

49. Fecha inicio actividad

50. Código

1 2

51. Código

52. Número establecimientos

7 1 1 2

2 0 1 0 1 2 3 0

7 1 2 0

2 0 1 0 1 2 3 0

7 2 1 0

4 3 2 9

1

Responsabilidades, Calidades y Atributos

53. Código 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26
5 7 1 0 1 4 4 2 4 8 5 2 5 5

05- Impto. renta y compl. régimen ordinario 55- Informante de Beneficiarios Finales

07- Retención en la fuente a título de renta

10- Obligado aduanero

14- Informante de exogena

42- Obligado a llevar contabilidad

48 - Impuesto sobre las ventas - IVA

52 - Facturador electrónico

Obligados aduaneros

Exportadores

54. Código 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
2 2 2 3
11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

55. Forma 56. Tipo Servicio 1 2 3
1 1 57. Modo 58. CPC

IMPORTANTE: Sin perjuicio de las actualizaciones a que haya lugar, la inscripción en el Registro Único Tributario -RUT-, tendrá vigencia indefinida y en consecuencia no se exigirá su renovación

Para uso exclusivo de la DIAN

59. Anexos

SI

NO

X

60. No. de Folios:

0

61. Fecha

2023 - 03 - 15 / 15 : 07: 32

La información suministrada a través del formulario oficial de inscripción, actualización, suspensión y cancelación del Registro Único Tributario (RUT), deberá ser exacta y veraz; en caso de constatar inexactitud en alguno de los datos suministrados se adelantarán los procedimientos administrativos sancionatorios o de suspensión, según el caso.

Parágrafo del artículo 1.6.1.2.20 del Decreto 1625 de 2016

Firma del solicitante:

Sin perjuicio de las verificaciones que la DIAN realice.

Firma autorizada:

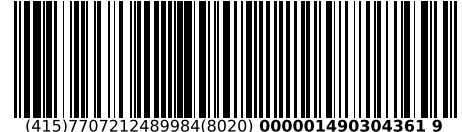
984. Nombre VELASQUEZ ALVAREZ ALEJANDRO

985. Cargo Representante legal Certificado

Espacio reservado para la DIAN

4. Número de formulario

14903043619



(415)7707212489984(8020) 000001490304361 9

5. Número de Identificación Tributaria (NIT)

9 0 0 4 0 5 3 5 8

6. DV

5

12. Dirección seccional

Impuestos de Medellín

14. Buzón electrónico

1 1

Características y formas de las organizaciones

62. Naturaleza

2

63. Formas asociativas

1 2

65. Fondos

66. Cooperativas

68. Sin personería jurídica

69. Otras organizaciones no clasificadas

64. Entidades o institutos de derecho público de orden nacional, departamental, municipal y descentralizados

67. Sociedades y organismos extranjeros

70. Beneficio

1

Constitución, Registro y Última Reforma

Composición del Capital

Documento

1. Constitución

2. Reforma

71. Clase

0 4

72. Número

73. Fecha

2 0 1 0 1 2 3 0

74. Número de notaría

75. Entidad de registro

0 3

76. Fecha de registro

2 0 1 1 0 1 0 4

77. No. Matrícula mercantil

2 1 4 4 1 0 6 1 1 2

78. Departamento

0 5

79. Ciudad/Municipio

0 2 1

0 1

2 5

2 0 1 5 0 8 2 7

0 3

2 0 1 5 0 8 2 7

2 1 4 4 1 0 6 1 1 2

0 5

0 2 1

82. Nacional

1 0 0 %

83. Nacional público

0 . 0 %

84. Nacional privado

1 0 0 . 0 %

85. Extranjero

0 %

86. Extranjero público

0 . 0 %

87. Extranjero privado

0 . 0 %

Entidad de vigilancia y control

88. Entidad de vigilancia y control

Superintendencia de Sociedades

5

Estado y Beneficio

Item	89. Estado actual	90. Fecha cambio de estado	91. Número de Identificación Tributaria (NIT)	92. DV
1	8 0	2 0 1 6 0 1 0 1		-
2				-
3				-
4				-
5				-

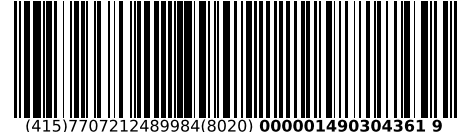
Vinculación económica

93. Vinculación económica	94. Nombre del grupo económico y/o empresarial	95. Número de Identificación Tributaria (NIT) de la Matriz o Controlante	96. DV.
97. Nombre o razón social de la matriz o controlante			
170. Número de identificación tributaria otorgado en el exterior	171. País	172. Número de identificación tributaria sociedad o natural del exterior con EP	
173. Nombre o razón social de la sociedad o natural del exterior con EP			

Espacio reservado para la DIAN

4. Número de formulario

14903043619



(415)7707212489984(8020) 000001490304361 9

5. Número de Identificación Tributaria (NIT)

6. DV

12. Dirección seccional

14. Buzón electrónico

9 0 0 4 0 5 3 5 8

5

Impuestos de Medellín

1 1

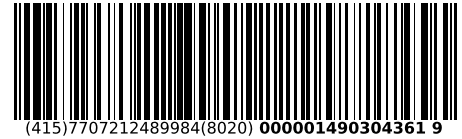
Representación

1	98. Representación REPRS LEGAL PRIN		1 8		99. Fecha inicio ejercicio representación 2 0 2 1 0 2 2 4	
	100. Tipo de documento Cédula de Ciudadan	1 3	101. Número de identificación 3 5 6 3 7 2 9		102. DV	103. Número de tarjeta profesional
	104. Primer apellido VELASQUEZ		105. Segundo apellido ALVAREZ		106. Primer nombre ALEJANDRO	
	108. Número de Identificación Tributaria (NIT)		109. DV	110. Razón social representante legal		
2	98. Representación REPRS LEGAL SUPL		1 9		99. Fecha inicio ejercicio representación 2 0 2 1 0 2 2 4	
	100. Tipo de documento Cédula de Ciudadan	1 3	101. Número de identificación 3 2 2 9 8 5 3 1		102. DV	103. Número de tarjeta profesional
	104. Primer apellido PALACIO		105. Segundo apellido MIRA		106. Primer nombre PAULA	
	108. Número de Identificación Tributaria (NIT)		109. DV	110. Razón social representante legal		
3	98. Representación				99. Fecha inicio ejercicio representación	
	100. Tipo de documento		101. Número de identificación		102. DV	103. Número de tarjeta profesional
	104. Primer apellido		105. Segundo apellido		106. Primer nombre	
	108. Número de Identificación Tributaria (NIT)		109. DV	110. Razón social representante legal		
4	98. Representación				99. Fecha inicio ejercicio representación	
	100. Tipo de documento		101. Número de identificación		102. DV	103. Número de tarjeta profesional
	104. Primer apellido		105. Segundo apellido		106. Primer nombre	
	108. Número de Identificación Tributaria (NIT)		109. DV	110. Razón social representante legal		
5	98. Representación				99. Fecha inicio ejercicio representación	
	100. Tipo de documento		101. Número de identificación		102. DV	103. Número de tarjeta profesional
	104. Primer apellido		105. Segundo apellido		106. Primer nombre	
	108. Número de Identificación Tributaria (NIT)		109. DV	110. Razón social representante legal		

Espacio reservado para la DIAN

4. Número de formulario

14903043619



(415)7707212489984(8020) 000001490304361 9

5. Número de Identificación Tributaria (NIT)

9 0 0 4 0 5 3 5 8

6. DV

5

12. Dirección seccional

Impuestos de Medellín

14. Buzón electrónico

1 1

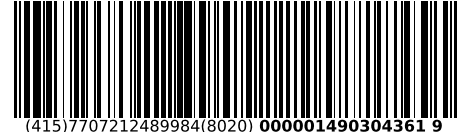
Revisor Fiscal y Contador

Revisor fiscal principal	124. Tipo de documento	125. Número de identificación	126. DV	127. Número de tarjeta profesional
	Cédula de Ciudadanía 1 3	7 1 3 6 5 1 4 2		2 0 1 3 4 7 T
	128. Primer apellido	129. Segundo apellido	130. Primer nombre	131. Otros nombres
	VARGAS	GONZALEZ	CARLOS	ALBERTO
Revisor fiscal suplente	132. Número de Identificación Tributaria (NIT)	133. DV	134. Sociedad o firma designada	
	135. Fecha de nombramiento			
	2 0 2 2 0 6 0 1			
Contador	136. Tipo de documento	137. Número de identificación	138. DV	139. Número de tarjeta profesional
	140. Primer apellido	141. Segundo apellido	142. Primer nombre	143. Otros nombres
Contador	144. Número de Identificación Tributaria (NIT)	145. DV	146. Sociedad o firma designada	
	147. Fecha de nombramiento			
Contador	148. Tipo de documento	149. Número de identificación	150. DV	151. Número de tarjeta profesional
	Cédula de Ciudadanía 1 3	1 0 8 2 9 6 9 6 0 4		2 8 0 3 5 9 T
	152. Primer apellido	153. Segundo apellido	154. Primer nombre	155. Otros nombres
	IGLESIAS	ROLONG	DAYANA	YAMILE
Contador	156. Número de Identificación Tributaria (NIT)	157. DV	158. Sociedad o firma designada	
	159. Fecha de nombramiento			
	2 0 2 1 0 5 0 6			

Espacio reservado para la DIAN

4. Número de formulario

14903043619



(415)7707212489984(8020) 000001490304361 9

5. Número de Identificación Tributaria (NIT)

9 0 0 4 0 5 3 5 8

6. DV

5

12. Dirección seccional

Impuestos de Medellín

14. Buzón electrónico

1 1

Establecimientos, agencias, sucursales, oficinas, sedes o negocios entre otros

160. Tipo de establecimiento Establecimiento de comerci 0 2	161. Actividad económica Actividades de ingeniería y otras actividades conexas de consultoría técnica 7 1 1 2
162. Nombre del establecimiento CONSULCIVIL S.A.S.	
163. Departamento Antioquia 0 5	164. Ciudad/Municipio Medellín 0 0 1
165. Dirección CR 60 23 41	
166. Número de matrícula mercantil 2 1 5 2 7 4 0 3 0 2	167. Fecha de la matrícula mercantil 2 0 1 2 0 3 2 9
168. Teléfono 3 1 0 4 6 4 8 8 7 6	169. Fecha de cierre
2	
160. Tipo de establecimiento	161. Actividad económica
162. Nombre del establecimiento	
163. Departamento	164. Ciudad/Municipio
165. Dirección	
166. Número de matrícula mercantil	167. Fecha de la matrícula mercantil
168. Teléfono	169. Fecha de cierre
3	
160. Tipo de establecimiento	161. Actividad económica
162. Nombre del establecimiento:	
163. Departamento	164. Ciudad/Municipio
165. Dirección	
166. Número de matrícula mercantil	167. Fecha de la matrícula mercantil
168. Teléfono	169. Fecha de cierre

**Factura Electrónica De Venta No****FE No. 5183**

Documento Oficial de Autorización de Numeración Facturación Electrónica No. 18764048360721 que habilita desde FE 4707 hasta FE 10000. Vence 2024-05-02

CONSULCIVIL S.A.S.

Nit 900405358

IVA Régimen Común No somos Agentes de Retención de IVA

No somos Grandes Contribuyentes
Actividad Económica ICA 7112 11.00 X 1000

CLIENTE	CONSORCIO NORANTIOQUIA			POR CONCEPTO DE	
NIT	901641653 8			CONSULTORÍA PARA EL DISEÑO GEOTÉCNICO, ESTRUCTURAL E HIDRÁULICO AMORTIZACIÓN DEL ANTICIPO DEL 50%	
DIRECCIÓN	CIUDAD	TELÉFONO		VENDEDOR	
CR 48 C 10 SUR 94	Medellín	604-5604850		YULIANA ANDREA OVIEDO BENITEZ	
FECHA FACTURA		FECHA VENCIMIENTO		FORMA DE PAGO	
06/09/2023		06/10/2023		Credito	

Item	Descripción	Cantidad	U Medida	Valor Unitario	IVA	Total
1	CONSULTORÍA PARA EL DISEÑO GEOTÉCNICO, ESTRUCTURAL E HIDRÁULICO EN LAS OBRAS NECESARIAS PARA OPTIMIZAR LA ESTABILIDAD DEL SITIO CRITICO UBICADA EN EL PR 0 + 900 DE LA VIA MEDELLÍN – SAN FELIX (ANTIOQUIA)	1	Und.	49.681.078	19%	49.681.078

Total líneas o ítems: 1	SUBTOTAL	49.681.078
Valor en Letras	DESCUENTO	0
CINCUENTA Y SIETE MILLONES CIENTO TREINTA Y TRES MIL DOSCIENTOS CUARENTA PESOS M/CTE	IVA	9.439.405
Observaciones	TOTAL DE LA OPERACIÓN	59.120.483
SOLICITANTE GEISSON DURAN COT-23-270	RETEFUENTE	1.987.243
MUNICIPIO DE MEDELLÍN	RETEIVA	0
	ANTICIPO AMORTIZADO	0
	TOTAL MENOS RETENCIONES	57.133.240

**Representación Gráfica de la Factura de Venta Electrónica**

Fecha y Hora de Generación: 06/09/2023 16:13:50

A esta factura le aplican las normas relativas a la letra de cambio (artículo 5 Ley 1231 de 2008). Con esta el comprador declara haber recibido real y materialmente las mercancías o prestación de servicios descritos en este título - Valor.

FAVOR REALIZAR RETENCIÓN POR CONCEPTO DE SERVICIOS DEL 4%, EL PAGO DEL TOTAL MENOS RETENCIONES SE DEBE CONSIGNAR A LA CUENTA CORRIENTE BANCOLOMBIA N° 36265839295

Parque Empresarial Promision, Bodega 158, Cl 79B S #50-150 Teléfono 6044486406 La Estrella

Correo Electrónico contabilidad@consulcivil.com



FORMULA $P = P_o(I/I_o)$

OBRA: CONSERVACION, MANTENIMIENTO, REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LAS VIAS EN LAS SUBREGIONES NORDESTE, NORTE, BAJO CAUCA Y VÍAS ESPECÍFICAS DEL PEAJE PAJARITO EN EL NORTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

ACTA No. 8

AJUSTE DEFINITIVO

CONTRATO No. 4600014620 DE 2022

CONTRATISTA: CONSORCIO NORANTIOQUIA (VIAS NORTE, NORDE, B. C.)

INTERVENTOR: RJYP INGENIERIA S.A.S

agosto de 2023

FORMULA P= Po(I/Io)					1	2	3	4	5	6
GRUPO	GRUPO	(Io) Agosto de 2022	(I) agosto de 2023	Mes (I)	FACTOR (I/Io)	VALOR BASICO ACTA	VALOR BASICO AJUSTADO 1 x 2	VALOR AJUSTADO 25-abr	AMORTIZACIÓN ANTICIPO 15%	VALOR AJUSTE (4)-(3)
1	Preliminares y explanación	109,17	121,040	agosto de 2023	1,1088	58.649.770,23	65.030.865,00	6.381.094,77	957.164,00	5.423.930,77
2	Afirmados, subbases y bases	107,64	122,440	agosto de 2023	1,1375	14.148.756,49	16.094.211,00	1.945.454,51	291.818,00	1.653.636,51
3	Pavimentos asfálticos / concreto	116,86	133,420	agosto de 2023	1,1417	114.954.199,24	131.243.209,00	16.289.009,76	2.443.351,00	13.845.658,76
4	Estructuras hidráulicas y drenajes	118,45	124,320	agosto de 2023	1,0495	85.465.303,82	89.695.836,00	4.230.532,18	634.580,00	3.595.952,18
5	Obras de urbanismo	113,07	125,510	agosto de 2023	1,1100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Obras geotécnicas y mitigación ambiental	116,39	126,460	agosto de 2023	1,0865	352.863.500,00	383.386.193,00	30.522.693,00	4.578.404,00	25.944.289,00
7	Señalización y control de tránsito	113,69	131,800	agosto de 2023	1,1593	378.244,27	438.499,00	60.254,73	9.038,00	51.216,73
8	Transporte y sobre acarreo	105,48	117,920	agosto de 2023	1,1179	99.791.394,66	111.556.800,00	11.765.405,34	1.764.811,00	10.000.594,34

TOTAL	726.251.169	797.445.613,00	71.194.444,30	10.679.166,00	60.515.278,30
-------	-------------	----------------	---------------	---------------	---------------

AJUSTE ADMINISTRACIÓN	
VR IPC 2022	13,120%
VR ADMINISTRACIÓN	\$ 188.099.053
VR COSTOS OTROS INDIRECTOS PRESENTE ACTA	\$ 115.680.917
VR A REAJUSTAR ADMINISTRACIÓN	\$ 72.418.135
VR REAJUSTE ADMINISTRACIÓN PRESENTE ACTA	\$ 9.501.259
VR TOTAL REAJUSTE	\$ 70.016.537

GEISSON DURÁN ROJAS
DIRECTOR CONTRATISTA
CONSORCIO NORANTIOQUIA

JHON ALEJANDRO LONDOÑO
DIRECTOR DE INTERVENTORÍA
RJYP INGENIERIA S.A.S



OBRA: CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO, REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LAS VÍAS EN LAS SUBREGIONES NORDESTE, NORTE, BAJO CAUCA Y VÍAS ESPECÍFICAS DEL PEAJE PAJARITO EN EL NORTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

CONTRATISTA: CONSORCIO NORANTIOQUIA (VIAS PAJARITO)

ACTA No. 8

AJUSTE DEFINITIVO

Agosto de 2023

TOTAL	2.694.596,470	3.034.672.079,00	340.075.608,77	51.011.342,00	289.064.266,77
-------	---------------	------------------	----------------	---------------	----------------

GEISSON DURÁN ROJAS
DIRECTOR CONTRATISTA
CONSORCIO NORANTIOQUIA

JHON ALEJANDRO LONDOÑO
DIRECTOR DE INTERVENTORÍA
RJYP INGENIERIA S.A.S



FORMULA $P = P_o(I/I_o)$

OBRA: CONSERVACION, MANTENIMIENTO, REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LAS VIAS EN LAS SUBREGIONES NORDESTE, NORTE, BAJO CAUCA Y VÍAS ESPECÍFICAS DEL PEAJE PAJARITO EN EL NORTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

ACTA No. 8

AJUSTE DEFINITIVO

agosto de 2023

0

FORMULA P= Po(I/Io)					1	2	3	4	5	6
GRUPO	GRUPO	(Io) Agosto de 2022	(I) agosto de 2023	Mes (I)	FACTOR (I/Io)	VALOR BASICO ACTA	VALOR BASICO AJUSTADO 1 x 2	VALOR AJUSTADO 25-abr	AMORTIZACIÓN ANTICIPO 15%	VALOR AJUSTE (4)-(3)
1	Preliminares y explanación	109,17	121,040	agosto de 2023	1,1088	267.227.583,97	296.301.945,00	29.074.361,03	4.361.154,00	24.713.207,03
2	Afirmados, subbases y bases	107,64	122,440	agosto de 2023	1,1375	314.745.303,05	358.022.782,00	43.277.478,95	6.491.622,00	36.785.856,95
3	Pavimentos asfálticos / concreto	116,86	133,420	agosto de 2023	1,1417	1.528.805.204,58	1.745.436.902,00	216.631.697,42	32.494.755,00	184.136.942,42
4	Estructuras hidráulicas y drenajes	118,45	124,320	agosto de 2023	1,0495	141.089.144,27	148.073.057,00	6.983.912,73	1.047.587,00	5.936.325,73
5	Obras de urbanismo	113,07	125,510	agosto de 2023	1,1100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Obras geotécnicas y mitigación ambiental	116,39	126,460	agosto de 2023	1,0865	749.869.634,35	814.733.358,00	64.863.723,65	9.729.559,00	55.134.164,65
7	Señalización y control de tránsito	113,69	131,800	agosto de 2023	1,1593	24.775.796,95	28.722.581,00	3.946.784,05	592.018,00	3.354.766,05
8	Transporte y sobre acarreo	105,48	117,920	agosto de 2023	1,1179	394.334.971,76	440.827.065,00	46.492.093,24	6.973.814,00	39.518.279,24

TOTAL	3.420.847.639	3.832.117.690,00	411.270.051,07	61.690.509,00	349.579.542,07
-------	---------------	------------------	----------------	---------------	----------------

AJUSTE ADMINISTRACIÓN	
VR IPC 2022	13,120%
VR ADMINISTRACIÓN	\$ 885.999.538
VR COSTOS OTROS INDIRECTOS PRESENTE ACTA	\$ 544.889.716
VR A REAJUSTAR ADMINISTRACIÓN	\$ 341.109.822
VR REAJUSTE ADMINISTRACIÓN PRESENTE ACTA	\$ 44.753.609
VR TOTAL REAJUSTE	\$ 394.333.151

GEISSON DURÁN ROJAS
DIRECTOR CONTRATISTA
CONSORCIO NORANTIOQUIA

JHON ALEJANDRO LONDOÑO
DIRECTOR DE INTERVENTORÍA
RJYP INGENIERIA S.A.S



FORMULA $P = P_o(I/I_o)$

OBRA: CONSERVACION, MANTENIMIENTO, REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LAS VIAS EN LAS SUBREGIONES NORDESTE, NORTE, BAJO CAUCA Y VÍAS ESPECÍFICAS DEL PEAJE PAJARITO EN EL NORTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

ACTA No. 8

AJUSTE DEFINITIVO

agosto de 2023

CONTRATO No. 4600014620 DE 2022

CONTRATISTA: CONSORCIO NORANTIOQUIA (VIAS NORTE, NORDE, B. C.)

INTERVENTOR: RJYP INGENIERIA S.A.S

FORMULA P= Po(I/Io)					1	2	3	4	5	6
GRUPO	GRUPO	(Io) Agosto de 2022	(I) agosto de 2023	Mes (I)	FACTOR (I/Io)	VALOR BASICO ACTA	VALOR BASICO AJUSTADO 1 x 2	VALOR AJUSTADO 25-abr	AMORTIZACIÓN ANTICIPO 15%	VALOR AJUSTE (4)-(3)
1	Preliminares y explanación	109,17	121,040	agosto de 2023	1,1088	267.227.583,97	296.301.945,00	29.074.361,03	4.361.154,00	24.713.207,03
2	Afirmados, subbases y bases	107,64	122,440	agosto de 2023	1,1375	314.745.303,05	358.022.782,00	43.277.478,95	6.491.622,00	36.785.856,95
3	Pavimentos asfálticos / concreto	116,86	133,420	agosto de 2023	1,1417	1.528.805.204,58	1.745.436.902,00	216.631.697,42	32.494.755,00	184.136.942,42
4	Estructuras hidráulicas y drenajes	118,45	124,320	agosto de 2023	1,0495	141.089.144,27	148.073.057,00	6.983.912,73	1.047.587,00	5.936.325,73
5	Obras de urbanismo	113,07	125,510	agosto de 2023	1,1100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Obras geotécnicas y mitigación ambiental	116,39	126,460	agosto de 2023	1,0865	749.869.634,35	814.733.358,00	64.863.723,65	9.729.559,00	55.134.164,65
7	Señalización y control de tránsito	113,69	131,800	agosto de 2023	1,1593	24.775.796,95	28.722.581,00	3.946.784,05	592.018,00	3.354.766,05
8	Transporte y sobre acarreo	105,48	117,920	agosto de 2023	1,1179	394.334.971,76	440.827.065,00	46.492.093,24	6.973.814,00	39.518.279,24

TOTAL	3.420.847,639	3.832.117.690,00	411.270.051,07	61.690.509,00	349.579.542,07
-------	---------------	------------------	----------------	---------------	----------------

AJUSTE ADMINISTRACIÓN	
VR IPC 2022	13,120%
VR ADMINISTRACIÓN	\$ 885.999.538
VR COSTOS OTROS INDIRECTOS PRESENTE ACTA	\$ 544.889.716
VR A REAJUSTAR ADMINISTRACIÓN	\$ 341.109.822
VR REAJUSTE ADMINISTRACIÓN PRESENTE ACTA	\$ 44.753.609
VR TOTAL REAJUSTE	\$ 394.333.151

GEISSON DURÁN ROJAS
DIRECTOR CONTRATISTA
CONSORCIO NORANTIOQUIA

JHON ALEJANDRO LONDOÑO
DIRECTOR DE INTERVENTORÍA
RJYP INGENIERIA S.A.S



FORMULA $P = P_o(I/I_o)$

OBRA: CONSERVACION, MANTENIMIENTO, REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LAS VIAS EN LAS SUBREGIONES NORDESTE, NORTE, BAJO CAUCA Y VÍAS ESPECÍFICAS DEL PEAJE PAJARITO EN EL NORTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

ACTA No. 8

AJUSTE DEFINITIVO

CONTRATO No. 4600014620 DE 2022

CONTRATISTA: CONSORCIO NORANTIOQUIA (VIAS NORTE, NORDE, B. C.)

INTERVENTOR: RJYP INGENIERIA S.A.S

agosto de 2023

FORMULA P= Po(I/Io)					1	2	3	4	5	6
GRUPO	GRUPO	(Io) Agosto de 2022	(I) agosto de 2023	Mes (I)	FACTOR (I/Io)	VALOR BASICO ACTA	VALOR BASICO AJUSTADO 1 x 2	VALOR AJUSTADO 25-abr	AMORTIZACIÓN ANTICIPO 15%	VALOR AJUSTE (4)-(3)
1	Preliminares y explanación	109,17	121,040	agosto de 2023	1,1088	58.649.770,23	65.030.865,00	6.381.094,77	957.164,00	5.423.930,77
2	Afirmados, subbases y bases	107,64	122,440	agosto de 2023	1,1375	14.148.756,49	16.094.211,00	1.945.454,51	291.818,00	1.653.636,51
3	Pavimentos asfálticos / concreto	116,86	133,420	agosto de 2023	1,1417	114.954.199,24	131.243.209,00	16.289.009,76	2.443.351,00	13.845.658,76
4	Estructuras hidráulicas y drenajes	118,45	124,320	agosto de 2023	1,0495	85.465.303,82	89.695.836,00	4.230.532,18	634.580,00	3.595.952,18
5	Obras de urbanismo	113,07	125,510	agosto de 2023	1,1100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Obras geotécnicas y mitigación ambiental	116,39	126,460	agosto de 2023	1,0865	352.863.500,00	383.386.193,00	30.522.693,00	4.578.404,00	25.944.289,00
7	Señalización y control de tránsito	113,69	131,800	agosto de 2023	1,1593	378.244,27	438.499,00	60.254,73	9.038,00	51.216,73
8	Transporte y sobre acarreo	105,48	117,920	agosto de 2023	1,1179	99.791.394,66	111.556.800,00	11.765.405,34	1.764.811,00	10.000.594,34

TOTAL	726.251.169	797.445.613,00	71.194.444,30	10.679.166,00	60.515.278,30
-------	-------------	----------------	---------------	---------------	---------------

AJUSTE ADMINISTRACIÓN	
VR IPC 2022	13,120%
VR ADMINISTRACIÓN	\$ 188.099.053
VR COSTOS OTROS INDIRECTOS PRESENTE ACTA	\$ 115.680.917
VR A REAJUSTAR ADMINISTRACIÓN	\$ 72.418.135
VR REAJUSTE ADMINISTRACIÓN PRESENTE ACTA	\$ 9.501.259
VR TOTAL REAJUSTE	\$ 70.016.537

GEISSON DURÁN ROJAS
DIRECTOR CONTRATISTA
CONSORCIO NORANTIOQUIA

JHON ALEJANDRO LONDOÑO
DIRECTOR DE INTERVENTORÍA
RJYP INGENIERIA S.A.S



FORMULA $P = P_o(I/I_o)$

OBRA: CONSERVACION, MANTENIMIENTO, REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LAS VIAS EN LAS SUBREGIONES NORDESTE, NORTE, BAJO CAUCA Y VÍAS ESPECÍFICAS DEL PEAJE PAJARITO EN EL NORTE DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

ACTA No. 8

AJUSTE DEFINITIVO

Agosto de 2023

CONTRATO No. 4600014620 DE 2022

CONTRATISTA: CONSORCIO NORANTIOQUIA (VIAS PAJARITO)

INTERVENTOR: RJYP INGENIERIA S.A.S

FORMULA P= Po(I/Io)					1	2	3	4	5	6
GRUPO	GRUPO	(Io) Agosto de 2022	(I) Agosto de 2023	Mes (I)	FACTOR (I/Io)	VALOR BASICO ACTA	VALOR BASICO AJUSTADO 1 x 2	VALOR AJUSTADO 25-abr	AMORTIZACIÓN ANTICIPO 15%	VALOR AJUSTE (4)-(3)
1	Preliminares y explanación	109,17	121,040	Agosto de 2023	1,1088	208.577.813,74	231.271.080,00	22.693.266,26	3.403.990,00	19.289.276,26
2	Afirmados, subbases y bases	107,64	122,440	Agosto de 2023	1,1375	300.596.546,56	341.928.572,00	41.332.025,44	6.199.804,00	35.132.221,44
3	Pavimentos asfálticos / concreto	116,86	133,420	Agosto de 2023	1,1417	1.413.851.005,34	1.614.193.693,00	200.342.687,66	30.051.403,00	170.291.284,66
4	Estructuras hidráulicas y drenajes	118,45	124,320	Agosto de 2023	1,0495	55.623.840,46	58.377.221,00	2.753.380,54	413.007,00	2.340.373,54
5	Obras de urbanismo	113,07	125,510	Agosto de 2023	1,1100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Obras geotécnicas y mitigación ambiental	116,39	126,460	Agosto de 2023	1,0865	397.006.134,35	431.347.165,00	34.341.030,65	5.151.155,00	29.189.875,65
7	Señalización y control de tránsito	113,69	131,800	Agosto de 2023	1,1593	24.397.552,67	28.284.083,00	3.886.530,33	582.980,00	3.303.550,33
8	Transporte y sobre acarreo	105,48	117,920	Agosto de 2023	1,1179	294.543.577,10	329.270.265,00	34.726.687,90	5.209.003,00	29.517.684,90

TOTAL	2.694.596,470	3.034.672,079,00	340.075.608,77	51.011.342,00	289.064.266,77
-------	---------------	------------------	----------------	---------------	----------------

AJUSTE ADMINISTRACIÓN	
VR IPC 2022	13,120%
VR ADMINISTRACIÓN	\$ 697.900.486
VR COSTOS OTROS INDIRECTOS PRESENTE ACTA	\$ 429.208.799
VR A REAJUSTAR ADMINISTRACIÓN	\$ 268.691.687
VR REAJUSTE ADMINISTRACIÓN PRESENTE ACTA	\$ 35.252.349
VR TOTAL REAJUSTE	\$ 324.316.616

GEISSON DURÁN ROJAS
DIRECTOR CONTRATISTA
CONSORCIO NORANTIOQUIA

JHON ALEJANDRO LONDOÑO
DIRECTOR DE INTERVENTORÍA
RJYP INGENIERIA S.A.S