ESTUDIO TOPOGRÁFICO

FRENTE DE OBRA

MUNICIPIO DE PAUNA – SECTOR CARARE.

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACION SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS PROVINCIA DE OCCIDENTE DEPARTAMENTO DE BOYACA

TOPOGRAFÍA

Pauna, Boyacá

TOPOGRAFÍA

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACION SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS PROVINCIA DE OCCIDENTE DEPARTAMENTO DE BOYACA

Versión 1.0

Contratista:
CONSTRUCTORA PAIS S.A.S
NIT. 901063647-3

PAUNA–BOYACÁ
SEPTIEMBRE
2023

Elaboró	**Nombre del profesional**	LUIS EDILBERTO GONZALES GALLO
	Firma	
	Profesión	Topógrafo
	Matricula Profesional	T.P. 01-15626 CPNT

Versión	**Fecha**
Versión 1.0	**Septiembre de 2023**

TABLA DE CONTENIDO

pág.

1. INTRODUCCIÓN 6

2. LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO 7

3. RECONOCIMIENTO DEL AREA DE ESTUDIO 9

4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO..... 10

4.1 EQUIPOS UTILIZADOS..... 10

4.2 PROCEDIMIENTO REALIZADO..... 12

5. CONCLUSIONES 13

LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 1. Localización general.....7
Figura 2. División política del municipio de Pauna 8
Figura 3. Localización vía de estudio-Pauna.....8
Figura 4. TOPCON GTS 246NW SERIAL V20160.....10
Figura 5. Especificaciones GTS 246NW 12

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Coordenadas Topografía.....13

BOYACÁ GRANDE
GOBERNACION DE BOYACA
SECRETARIA CONTRATACION
TRAMITADO
JUANA VIVIANA CORTES TAMAYO
FECHA 25-01-2024

TOPOGRAFÍA

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACION SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS PROVINCIA DE OCCIDENTE DEPARTAMENTO DE BOYACA

MUNICIPIO DE PAUNA – BOYACÁ

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe se realiza para establecer un documento que sirva de soporte para recopilar y organizar todas las actividades realizadas por la comisión de topografía durante el levantamiento de la vía principal del municipio de Pauna, en el departamento de Boyacá.

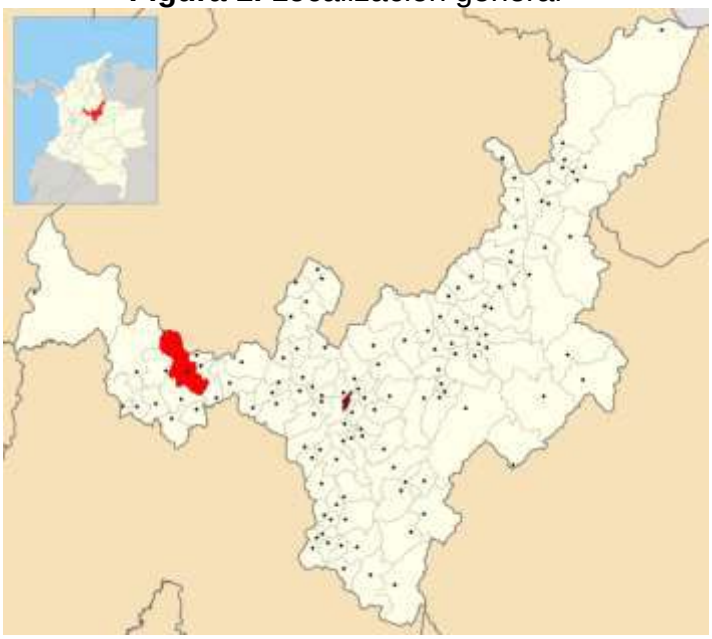
Documento que hace parte del cumplimiento para el proyecto “CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACION SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS PROVINCIA DE OCCIDENTE DEPARTAMENTO DE BOYACA.”

Para ello se presenta un análisis del estado actual del tramo vial según la topografía realizada incluyendo sus obras de drenaje, análisis soportado en información recolectada en campo por medio de GPS y registro fotográfico. A partir de las situaciones detectadas en el presente informe junto con el apoyo de los demás componentes, especialmente el de geotecnia, pavimentos, hidrológico y topográfico, se determinarán las condiciones óptimas para el objeto del proyecto.

2. LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El municipio de Pauna se localiza en la Latitud Norte: 5°39´22"N, Longitud Oeste: 73°58´44" O, a 1215 metros sobre el nivel del mar. Su temperatura media es de 20 °C, con una precipitación media anual de 1500 mm. Se encuentra a 171 km de Bogotá y su superficie total es de 259 km².

Figura 1. Localización general



Fuente: Wikipedia-sitio web del municipio de Pauna

Los límites del municipio de Pauna, Boyacá, son los siguientes:

- Norte: Municipio de Florián- Santander.
- Sur: Municipios de Caldas y Maripi.
- Oriente: Municipios de Briceño y Tunungua.
- Occidente: Municipio de San Pablo de Borbur.

La población del municipio de Pauna es de aproximadamente 10778 habitantes. La actividad económica principal es la agricultura, ganadería y piscicultura

Figura 2. División política del municipio de Pauna



Fuente: Oficina de planeación del municipio de Pauna, departamento de Boyacá

Figura 3. Localización vía de estudio-Pauna



Fuente: Google Maps

3. RECONOCIMIENTO DEL AREA DE ESTUDIO

El reconocimiento del área de estudio se llevó a cabo en septiembre de 2023. Se realizó un recorrido por las vías principales del municipio de Pauna para identificar los puntos de interés que serían objeto de levantamiento.

El reconocimiento se realiza analizando el tramo vial que será objeto de estudio de la presente consultoría, en el cual se identifica el inicio y fin de cada tramo, las diferentes obras civiles construidas como lo son; pozos de alcantarillado, muros de contención, entradas a viviendas, cercas, etc. Y para este caso en específico en el municipio de Pauna. Además de esto, se identifican todos los puntos de importancia que deberán ser registradoscon detalle en el levantamiento topográfico.

El personal necesario para realizar las labores de campo es:

- Ingeniero
- Topógrafo
- Cadeneros (dos personas)

4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

4.1 EQUIPOS UTILIZADOS

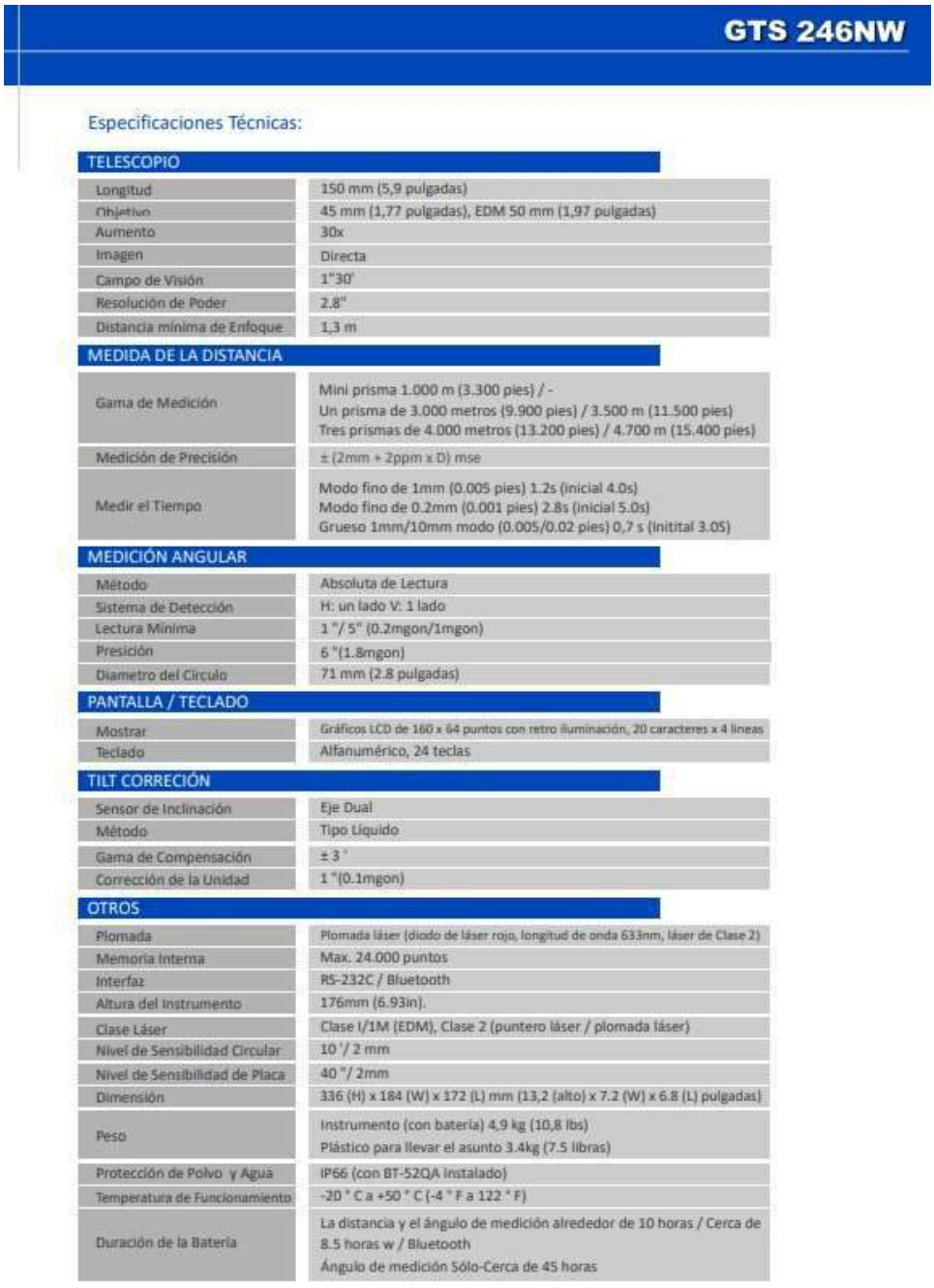
Los equipos utilizados en el levantamiento topográfico son:

Figura 4. TOPCON GTS 246NW SERIAL V20160



Fuente: Google.

Figura 5. Especificaciones GTS 246NW



GTS 246NW

Especificaciones Técnicas:

TELESCOPIO	
Longitud	150 mm (5,9 pulgadas)
Objetivo	45 mm (1,77 pulgadas), EDM 50 mm (1,97 pulgadas)
Aumento	30x
Imagen	Directa
Campo de Visión	1°30'
Resolución de Poder	2.8"
Distancia mínima de Enfoque	1,3 m
MEDIDA DE LA DISTANCIA	
Gama de Medición	Mini prisma 1.000 m (3.300 pies) / - Un prisma de 3.000 metros (9.900 pies) / 3.500 m (11.500 pies) Tres prismas de 4.000 metros (13.200 pies) / 4.700 m (15.400 pies)
Medición de Precisión	± (2mm + 2ppm x D) mse
Medir el Tiempo	Modo fino de 1mm (0.005 pies) 1.2s (inicial 4.0s) Modo fino de 0.2mm (0.001 pies) 2.8s (inicial 5.0s) Grueso 1mm/10mm modo (0.005/0.02 pies) 0,7 s (Initital 3.0S)
MEDICIÓN ANGULAR	
Método	Absoluta de Lectura
Sistema de Detección	H: un lado V: 1 lado
Lectura Mínima	1 "/ 5" (0.2mgon/1mgon)
Presición	6 "(1.8mgon)
Diametro del Círculo	71 mm (2.8 pulgadas)
PANTALLA / TECLADO	
Mostrar	Gráficos LCD de 160 x 64 puntos con retro iluminación, 20 caracteres x 4 líneas
Teclado	Alfanumérico, 24 teclas
TILT CORRECIÓN	
Sensor de Inclinación	Eje Dual
Método	Tipo Líquido
Gama de Compensación	± 3 '
Corrección de la Unidad	1 "(0.1mgon)
OTROS	
Plomada	Plomada láser (diodo de láser rojo, longitud de onda 633nm, láser de Clase 2)
Memoria Interna	Max. 24.000 puntos
Interfaz	RS-232C / Bluetooth
Altura del Instrumento	176mm (6.93in).
Clase Láser	Clase I/1M (EDM), Clase 2 (puntero láser / plomada láser)
Nivel de Sensibilidad Circular	10 '/ 2 mm
Nivel de Sensibilidad de Placa	40 "/ 2mm
Dimensión	336 (H) x 184 (W) x 172 (L) mm (13,2 (alto) x 7.2 (W) x 6.8 (L) pulgadas)
Peso	Instrumento (con batería) 4,9 kg (10,8 lbs) Plástico para llevar el asunto 3.4kg (7.5 libras)
Protección de Polvo y Agua	IP66 (con BT-52QA instalado)
Temperatura de Funcionamiento	-20 ° C a +50 ° C (-4 ° F a 122 ° F)
Duración de la Batería	La distancia y el ángulo de medición alrededor de 10 horas / Cerca de 8.5 horas w / Bluetooth Ángulo de medición Sólo-Cerca de 45 horas

Fuente: Brochure GTS 246NW

4.2 PROCEDIMIENTO REALIZADO

- ✓ Se realizó el levantamiento topográfico con la ayuda de la estación total, en las vías principales y rurales del municipio de Pauna que se delimitaron en la visitatécnica, se tomaron todos los datos necesarios (cercas, construcciones, bordes de vía, alcantarillas etc.), con el fin de determinar el modelo digital del terreno, su configuración topográfica, accidentes geográficos. Datos que sirvieron posteriormente para los planos.

- ✓ Se utilizan programas de software para procesar los datos recopilados y generar los planos y los informes topográficos

- ✓ Mediante el programa AutoCAD, se realizó el dibujo tanto de planta como de perfil, estos planos se encuentran en los anexos (planos topográficos).

5. CONCLUSIONES

Se realizó el levantamiento topográfico típico para el tramo en estudio, sin ningún inconveniente y todo dentro de lo normal.

Las coordenadas usadas fueron Magna sirgas origen Bogotá.

Tabla 1. Coordenadas Topografía

Origen	Coordenadas Elipsoidales	
	Latitud (N)	**Longitud (W)**
Bogotá-MAGNA	5°41’30.30”	73°59’39.86”

En los anexos se evidencian las carteras topográficas y el registro que se realizó en cuanto se refiere a los levantamientos topográficos, que son los soportes para cualquier inquietud.

ANEXO 1

REGISTRO FOTOGRÁFICO

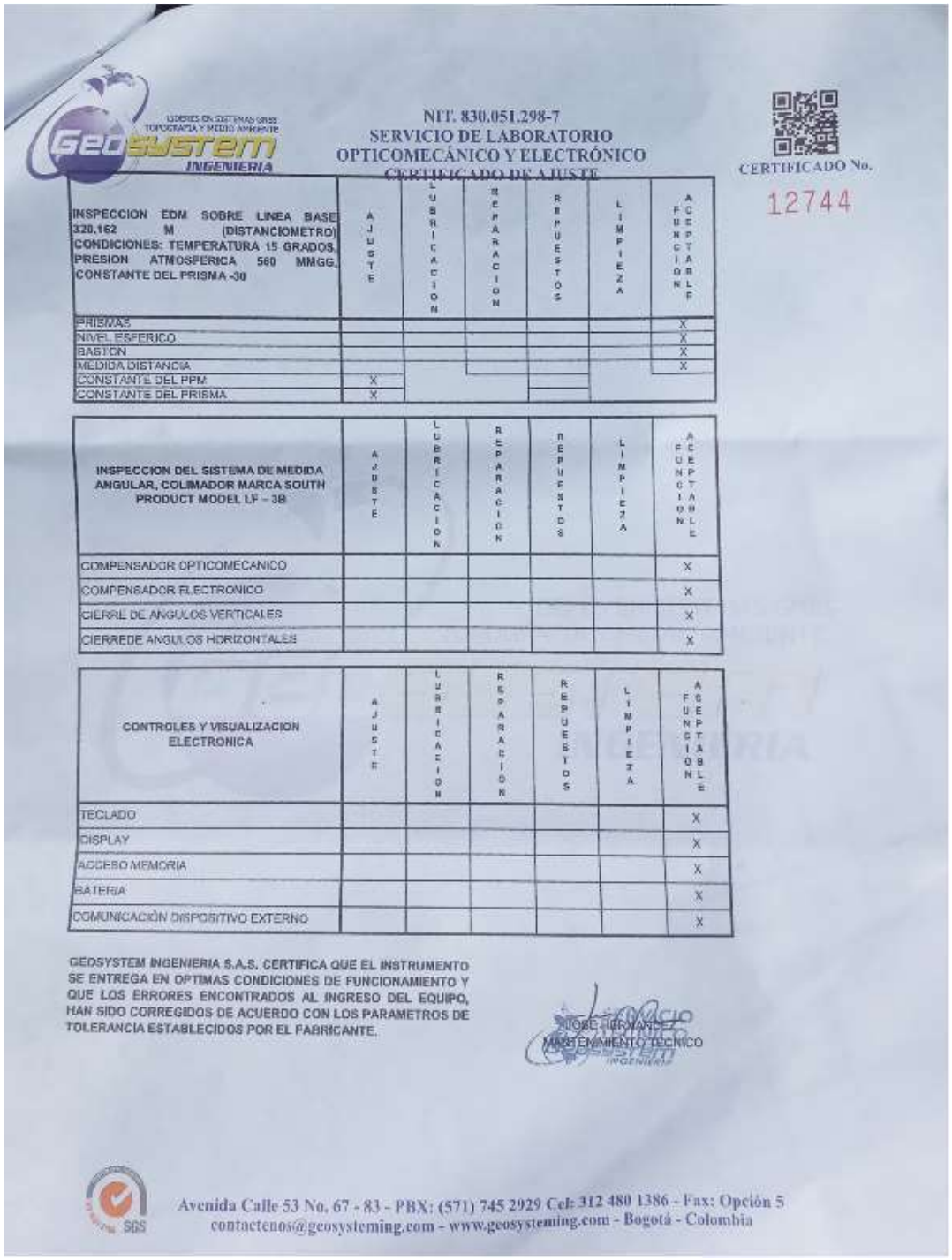






ANEXO 2

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS



LIDERES EN SISTEMAS GPS TOPOGRAFIA Y MEDIO AMBIENTE

GeoSystem INGENIERIA

NIT. 830.051.298-7

SERVICIO DE LABORATORIO OPTICOMECÁNICO Y ELECTRÓNICO

CERTIFICADO DE AJUSTE

CERTIFICADO No. 12744

INSPECCION EDM SOBRE LINEA BASE 328.162 M (DISTANCIOMETRO) CONDICIONES: TEMPERATURA 15 GRADOS, PRESION ATMOSFERICA 560 MMGG, CONSTANTE DEL PRISMA -30	AJUSTE	LUBRICACION	REPARACION	REPUESTOS	LIMPIEZA	FUNCION ACEPTABLE
PRISMAS						X
NIVEL ESFERICO						X
BASTON						X
MEDIDA DISTANCIA						X
CONSTANTE DEL PPM	X					
CONSTANTE DEL PRISMA	X					

INSPECCION DEL SISTEMA DE MEDIDA ANGULAR, COLIMADOR MARCA SOUTH PRODUCT MODEL LF - 30	AJUSTE	LUBRICACION	REPARACION	REPUESTOS	LIMPIEZA	FUNCION ACEPTABLE
COMPENSADOR OPTICOMECANICO						X
COMPENSADOR ELECTRONICO						X
CIERRE DE ANGULOS VERTICALES						X
CIERREDE ANGULOS HORIZONTALES						X

CONTROLES Y VISUALIZACION ELECTRONICA	AJUSTE	LUBRICACION	REPARACION	REPUESTOS	LIMPIEZA	FUNCION ACEPTABLE
TECLADO						X
DISPLAY						X
ACCESO MEMORIA						X
BATERIA						X
COMUNICACIÓN DISPOSITIVO EXTERNO						X

GEOSYSTEM INGENIERIA S.A.S. CERTIFICA QUE EL INSTRUMENTO SE ENTREGA EN OPTIMAS CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y QUE LOS ERRORES ENCONTRADOS AL INGRESO DEL EQUIPO, HAN SIDO CORREGIDOS DE ACUERDO CON LOS PARAMETROS DE TOLERANCIA ESTABLECIDOS POR EL FABRICANTE.

JOSE IGNACIO MANTENIMIENTO TECNICO

Avenida Calle 53 No. 67 - 83 - PBX: (571) 745 2929 Cel: 312 480 1386 - Fax: Opción 5
contactenos@geosysteming.com - www.geosysteming.com - Bogotá - Colombia

GeoSystem INGENIERIA

NIT. 830.051.298-7

SERVICIO DE LABORATORIO OPTICOMECÁNICO Y ELECTRÓNICO

CERTIFICADO DE AJUSTE

CERTIFICADO No.
12744

INSPECCION EDM SOBRE LINEA BASE 320,162 M (DISTANCIOMETRO) CONDICIONES: TEMPERATURA 15 GRADOS, PRESION ATMOSFERICA 560 MMGG, CONSTANTE DEL PRISMA -30	AJUSTE	LUBRICACION	REPARACION	REPUESTOS	LIMPIEZA	FUNCION ACEPTABLE
PRISMAS						X
NIVEL ESFERICO						X
BASTON						X
MEDIDA DISTANCIA						X
CONSTANTE DEL PPM	X					
CONSTANTE DEL PRISMA	X					

INSPECCION DEL SISTEMA DE MEDIDA ANGULAR, COLIMADOR MARCA SOUTH PRODUCT MODEL LF – 3B	AJUSTE	LUBRICACION	REPARACION	REPUESTOS	LIMPIEZA	FUNCION ACEPTABLE
COMPENSADOR OPTICOMECANICO						X
COMPENSADOR ELECTRONICO						X
CIERRE DE ANGULOS VERTICALES						X
CIERREDE ANGULOS HORIZONTALES						X

CONTROLES Y VISUALIZACION ELECTRONICA	AJUSTE	LUBRICACION	REPARACION	REPUESTOS	LIMPIEZA	FUNCION ACEPTABLE
TECLADO						X
DISPLAY						X
ACCESO MEMORIA						X
BATERIA						X
COMUNICACIÓN DISPOSITIVO EXTERNO						X

GEOSYSTEM INGENIERIA S.A.S. CERTIFICA QUE EL INSTRUMENTO SE ENTREGA EN OPTIMAS CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y QUE LOS ERRORES ENCONTRADOS AL INGRESO DEL EQUIPO, HAN SIDO CORREGIDOS DE ACUERDO CON LOS PARAMETROS DE TOLERANCIA ESTABLECIDOS POR EL FABRICANTE.

JOSE HERNANDEZ
MANTENIMIENTO TECNICO

Avenida Calle 53 No. 67 - 83 - PBX: (571) 745 2929 Cel: 312 480 1386 - Fax: Opción 5
contactenos@geosysteming.com - www.geosysteming.com - Bogotá - Colombia

ANEXO 3

PLANOS TOPOGRÁFICOS EN FORMATO PDF Y DWG

ANEXO 4

CARTERA Y MEMORIA DE LEVANTAMIENTO

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Por medio de la presente me permito dejar en constancia la responsabilidad de los trabajos realizados en el municipio de Pauna, lo entregando un informe y los planos topográficos planta perfil y ubicación debidamente firmados, con sus respectivas carteras topográficas.

Luis Edilberto Gonzalez Gallo

Att. Luis Edilberto González Gallo
CC. 1052313255 de Belén Boyacá
Cl. 3203589930
edilbertogonzalez500@gmail.com

República de Colombia

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE TOPOGRAFIA

Nombre: LUIS EDILBERTO GONZALEZ GALLO

Cédula: **1.052.313.255**

Licencia Profesional No: **01-15626**

Resolución: **02-5627 - 28/05/2015**

TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA

SENA

Vicepresidente



Esta tarjeta forma parte integral de la Licencia Profesional
Junto con la Resolución aprobatoria.

Esta tarjeta es documento público y junto con el Certificado de Vigencia acredita al titular para ejercer la profesión de TOPOGRAFO en la República de Colombia de acuerdo con la Ley 70 de 1979 y el Decreto Reglamentario 690 de 1981

Si esta tarjeta es encontrada, por favor, enviarla a la dirección de la oficina del Consejo Profesional Nacional de Topografía

Calle 33 No. 7-27 Of. [illegible] Tel.: 2881490
http://cpnt.org Bo[illegible] Colombia

Para cualquier información comunicarse con el Consejo Profesional Nacional de Topografía. Email: info@cpnt.org.

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO 1.052.313.255

GONZALEZ GALLO

APELLIDOS

LUIS EDILBERTO

NOMBRES



FIRMA



INDICE DERECHO

FECHA DE NACIMIENTO 23-MAR-1990

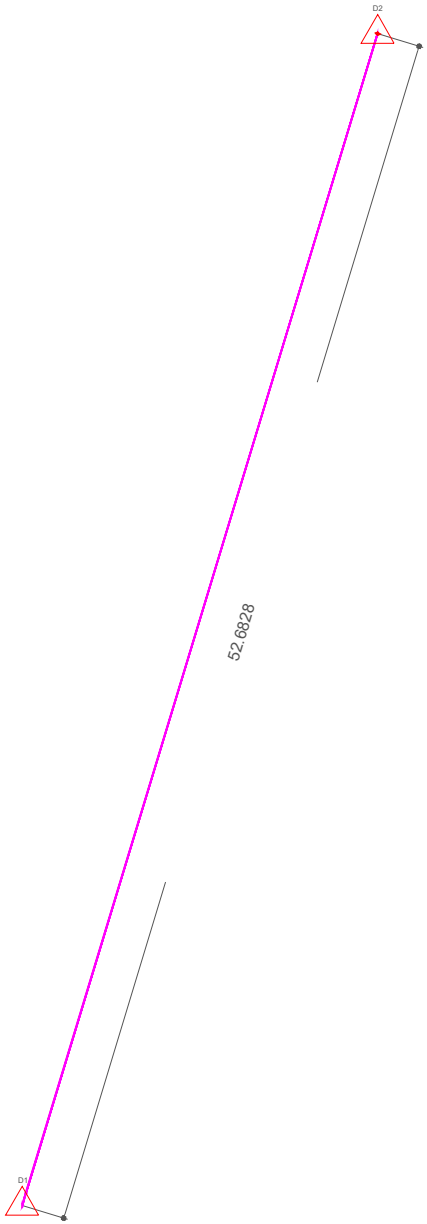
BELEN
(BOYACA)
LUGAR DE NACIMIENTO

1.70 AB+ M
ESTATURA G.S. RH SEXO

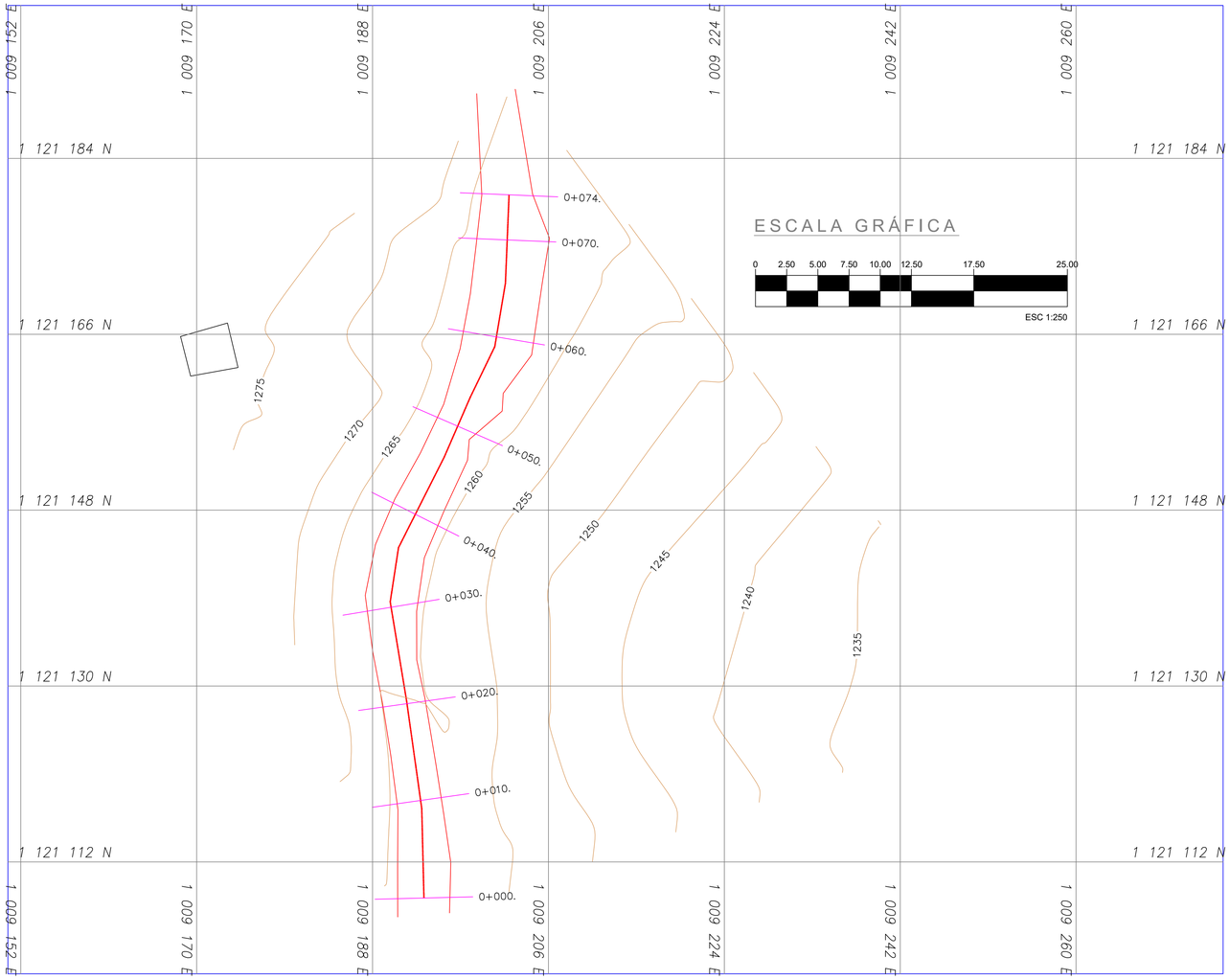
26-MAR-2008 BELEN
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

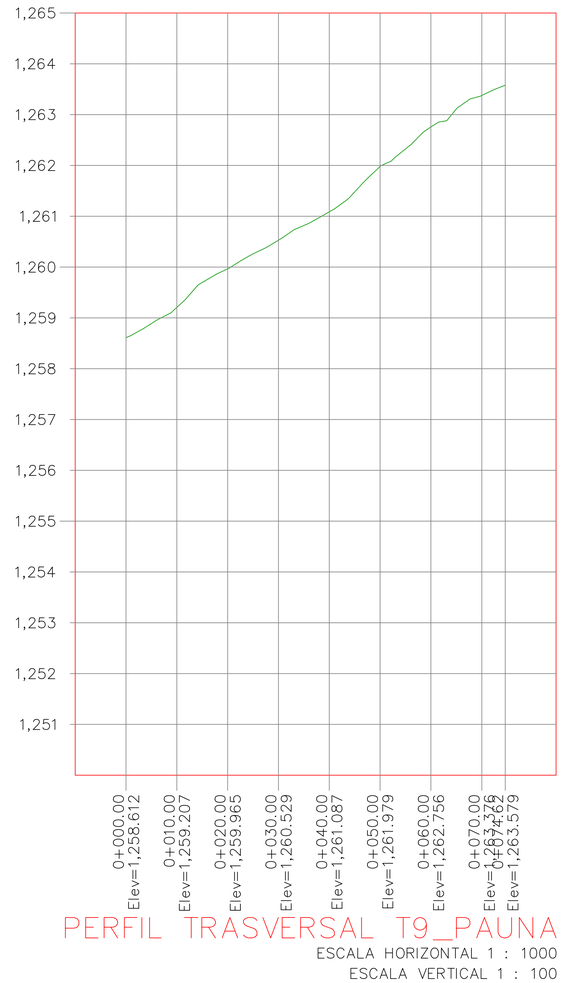
REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SANCHEZ TORRES

P-0701300-00179252-M-1052313255-20090917 0016213261A 4 27674841



DELTAS	COORDENADAS	
	X	Y
D1	1009193.139	1121127.89
D2	1009208.433	1121178.304
DISTANCIA	52.6828	



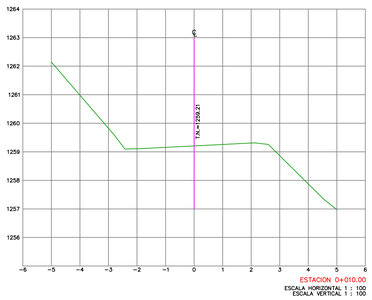


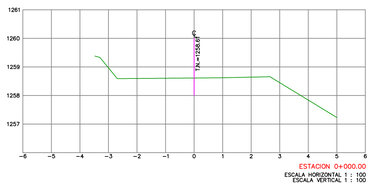
PERFIL TRASVERSAL T9_PAUNA

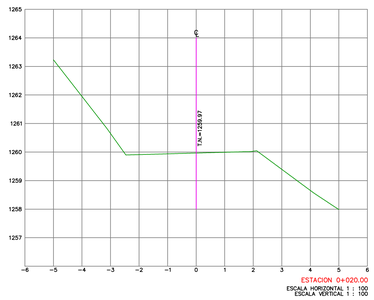
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000

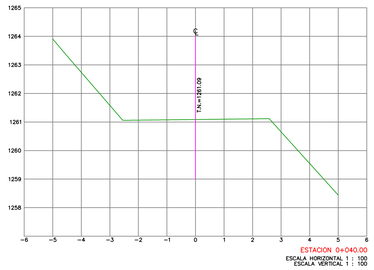
ESCALA VERTICAL 1 : 100

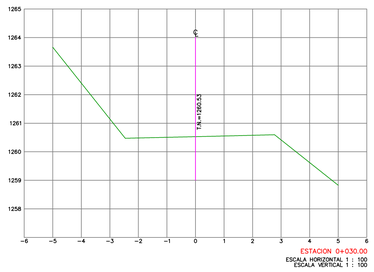
SECCIONES TRASVERSALES T9_PAUNA

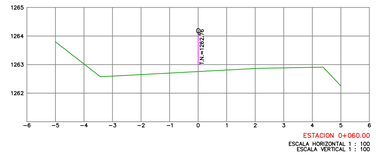


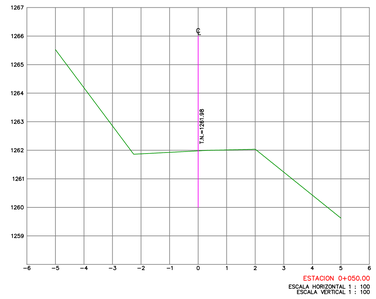


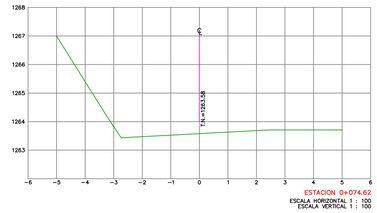


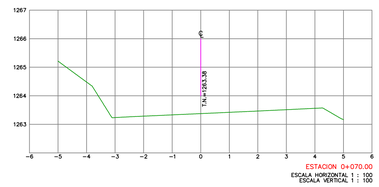












GOBERNACIÓN DE BOYACÁ

PROYECTO:

OBRA PUBLICA
N° DE CONTRATO 002-2023

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS PROVINCIA DE OCCIDENTE DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

CONTIENE:

PLANTA PERFIL - SECCIONES TRANSVERSALES Y DETALLES MUNICIPIO DE PAUNA.

LEVANTO:

Luis Edilberto Gonzalez Gallo

Top. EDILBERTO GONZALEZ GALLO
L.P. 01-15626 CPNT

REVISÓ:

CONTRATISTA DE OBRA
R/L JUAN CARLOS VELASQUEZ
CONSTRUCTORA PAIS S.A.S

APROBO:

Jhonatan Meneses

INTERVENTORIA
R/L JHONATAN MENESES
CONSORCIO CARINGA

LOCALIZACIÓN:



CONVENCIONES

- *Via*
- *Curva indice*
- *Curva intermedia*
- *Arbol*
- *Red hidrica*
- *Estación P.K.*

DÍGITO :

Top. EDILBERTO GONZALEZ GALLO
L.P. 01-15626 CPNT

ESCALA :

1 : 250

FECHA :

SEPTIEMBRE DE 2023

ARCHIVO DIGITAL :

LT_TRAMO9_PAUNA.dwg

PLANO Nº DG 1 DE 1

ESTUDIO HIDRÁULICO

FRENTE DE OBRA

MUNICIPIO DE PAUNA – SECTOR CARARE.

CT019_02

CONCEPTO TÉCNICO DISEÑO HIDRÁULICO

"CONSTRUCCION DE OBRAS DE MITIGACION SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS PROVINCIA DE OCCIDENTE DEPARTAMENTO DE BOYACA"

MUNICIPIO DE PAUNA
SECTOR CARARE

ELABORADO POR

ING. JEISSON ARNULFO SIERRA LEÓN

M.P. 15237-437151 BYC
M.P. 15238-437150 BYC
INGENIERO SANITARIO
INGENIERO AMBIENTAL

NOVIEMBRE, 2023

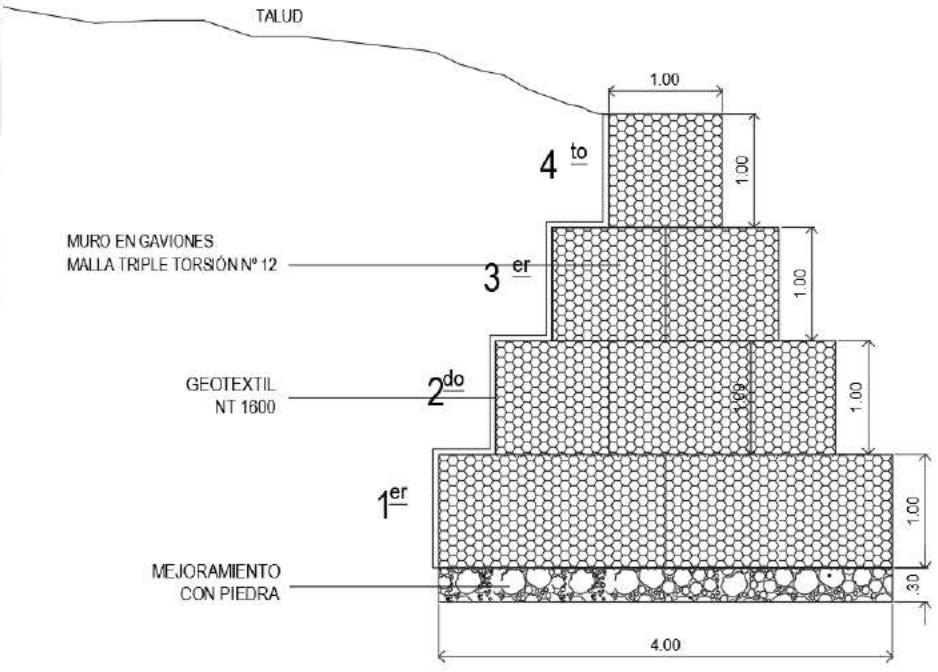
1. GENERALIDADES

Los gaviones son cajones rectangulares constituidos por mallas de características especiales que forman una base, paredes verticales y una tapa. Están compuestos por un lleno de fragmentos de roca, mientras que la canasta está elaborada en acero especial de alto desempeño (PAVCO, 2014).

Los gaviones son muros que presentan una elevada resistencia, puesto que al ser totalmente permeables alivian las tensiones que se acumulan en el trasdós de los muros tradicionales. Así mismo, debido a su gran flexibilidad, soportan movimientos y asientos diferenciales sin pérdida de eficiencia. Además, son muros que se construyen de forma sencilla y económica. Sin embargo, hay que tener presente que las mallas de acero galvanizado se corroen en ambientes ácidos, por lo que la falta de control de calidad en los amarres de la malla puede provocar problemas (Yepes, 2023).

Los espacios intersticiales en el relleno de piedra dentro de las cestas proporcionan un alto grado de permeabilidad en toda la estructura, lo que elimina la necesidad de un sistema de drenaje y evita la acumulación de presión hidrostática que desplazará y agrietará las estructuras de hormigón, es importante mencionar la importancia de la instalación de un geotextil no tejido desde la referencia 1600 en adelante ubicado en el costado en contacto con el talud.

Figura 1. Configuración de gaviones



Fuente: Estudio estructural, 2023.

Teniendo en cuenta la alternativa planteada, no se proyecta ningún sistema de drenaje para el muro de gaviones, sin embargo, se recomienda realizar una limpieza y optimización de las cunetas asociadas a la vía de intervención, ya que los gaviones actúan como un medio filtrante donde el agua proveniente del talud y corrientes subsuperficiales se descargan por gravedad en la parte baja del muro, donde la cuneta será la encargada del drenaje del flujo.

Atentamente,

JEISSON ARNULFO SIERRA LEÓN
C.C. 1'057.597.804 de Sogamoso, Boyacá
M.P. 15237-437151 BYC
M.P. 15238-437150 BYC

CT019_02

INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

CT019_02

MEMORIAS DE CÁLCULO

DISEÑO HIDROSANITARIO DEL PROYECTO "CONSTRUCCION DE OBRAS DE MITIGACION SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS PROVINCIA DE OCCIDENTE DEPARTAMENTO DE BOYACA"

MUNICIPIO DE PAUNA
SECTOR CARARE

ELABORADO POR

ING. JEISSON ARNULFO SIERRA LEÓN

M.P. 15237-437151 BYC
M.P. 15238-437150 BYC
INGENIERO SANITARIO
INGENIERO AMBIENTAL

INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA

NOVIEMBRE, 2023

CONTROL DE CAMBIOS

VERSIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO
1	11/07/2023	Creación del documento
2	23/11/2023	Modificaciones estructurales y técnicas del documento

Título del documento:	**ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA EL PROYECTO** "CONSTRUCCION DE OBRAS DE MITIGACION SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS PROVINCIA DE OCCIDENTE DEPARTAMENTO DE BOYACA" *MUNICIPIO DE PAUNA SECTOR CARARE*	
Número de revisión:	2.0	
Elaboró:	**Nombre:**	JEISSON ARNULFO SIERRA LEÓN
	Cédula:	1057597804
	Matrícula profesional:	15238-437150 BYC 15237-437151 BYC
	Fecha:	23/11/ 2023
	Serie:	CT019_02

INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 5
2. JUSTIFICACIÓN 5
3. NORMATIVA 5
4. LOCALIZACIÓN 6
5. RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN 8
   5.1. Datos de hidrología y meteorología 8
      5.1.1. Clima y temperatura 10
      5.1.2. Humedad 11
      5.1.3. Precipitación 11
6. DISEÑO DE DRENAJE 16
      6.1.1. Estimación del caudal de diseño 17
      6.1.2. Sistema de evacuación de líquidos 18
      6.1.3. Determinación de la sección transversal del subdrén 19
      6.1.4. Criterio de retención (TAA) 20
      6.1.5. Criterio de permeabilidad 21
      6.1.6. Criterio de colmatación 21
      6.1.7. Criterio de supervivencia 22
      6.1.8. Criterio de permitividad 23
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 26
8. REFERENCIAS 27

INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto 7
Figura 2. Ubicación estaciones zona de intervención 9
Figura 3. Valores mensuales de precipitación 11
Figura 4. Regiones en Colombia para definición de parámetros 14
Figura 5. Relación I-D-F estación PAUNA código: 23125090 15
Figura 6. Nomograma para el cálculo del diámetro de tubería a usar 18
Figura 7. Pendiente Vs velocidad, según el tamaño del agregado 19
Figura 8. Especificaciones técnicas de geotextiles no tejidos 22
Figura 9. Sistema de drenaje proyectado 25

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de los municipios por extensión territorial y área de residencia, Municipio de Pauna Boyacá 6
Tabla 2. Datos de precipitación máxima mensual en 24 horas histórica estación Pauna 12
Tabla 3. Precipitación máxima anual en 24 horas estación PAUNA 13
Tabla 4. Valores de los coeficientes calculo IDF para Colombia 14
Tabla 5. Datos curva I-D-F estación PAUNA – Código: 23125090 14
Tabla 6. Valores de permeabilidad de los principales tipos de suelos 16
Tabla 7. Valores recomendados para Fi 17
Tabla 8. Factores de reducción para geotextiles en aplicaciones de drenajes 24
Tabla 9. Cálculo de cantidades para el sistema de drenaje subsuperficial proyectado 26

INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

1. INTRODUCCIÓN

Es fundamental realizar un estudio hidrológico de la zona afectada para comprender los patrones de lluvia, la intensidad de las precipitaciones y el caudal de agua esperado. Esto ayudará a determinar las dimensiones y capacidades requeridas para los sistemas de drenaje.

El diseño hidráulico para obras de mitigación sobre la red vial afectada por la temporada de lluvias es una parte crucial del proceso de construcción. Este tipo de obras se enfocan en minimizar los impactos negativos de las lluvias en las carreteras, como inundaciones, erosión del suelo y daños a la infraestructura vial.

En el presente documento se realiza el estudio hidrológico y los respectivos cálculos hidráulicos para la dimensión de las estructuras que realizarán el manejo de aguas de infiltración que podrían afectar el muro de contención ubicado en el sector de Carare del municipio de Pauna Boyacá.

2. JUSTIFICACIÓN

Debido a las altas precipitaciones ocurridas en los últimos meses del año 2022 y los primeros meses del año 2023 generados por el fenómeno de la niña[1] se presentaron diversos daños viales donde las lluvias generaron crecientes en niveles de ríos y desprendimiento de taludes por humidificación de laderas, es por este motivo que se generó el daño a la vía objeto de intervención, donde existió un movimiento de ladera generando daños directos sobre el corredor.

Esta temporada de lluvias ha sido inclemente y la infraestructura vial se ha visto altamente afectada por lo cual requiere de atención inmediata, remociones en masa, deslizamientos, los suelos saturados, la socavación que ocasiona cambios en la elevación del cauce afectando la estructura de los puentes siendo de las causas más comunes de fallo por la constante en el cambio del clima. Estas circunstancias conllevan a la toma de acciones mediante obras de mitigación que atiendan las necesidades urgentes y garanticen la protección de dichas estructuras que afectan directamente la provincia de occidente y en general el departamento.

3. NORMATIVA

El presente estudio se emite siguiendo la normativa nacional vigente como lo es la resolución 2483 de 2020 por la cual se adopta la cartilla de Obras menores de Drenaje y Estructuras Viales del Instituto Nacional de Vías INVIAS, el Manual de

[1] https://n9.cl/3d7xt

Drenaje para Carreteras del 2009 y la Guía de Diseño de Pavimentos con Placa Huella del INVIAS.

4. LOCALIZACIÓN

El municipio de Pauna se encuentra ubicado en la Provincia de Occidente del Departamento de Boyacá, se ubica en la región montañosa correspondiente al ramal occidental de la región cordillerana de Boyacá y al costado oriental de la cuenca del Río Magdalena. El municipio de Pauna actualmente se encuentra conformado por 28 veredas.

En cuantos los límites geográficos, Pauna limita por el norte con el departamento de Santander por el Oriente con los municipios de Briceño y Tununguá, por el Sur con los Municipios de Caldas y Maripí y por el Occidente con los municipios de San Pablo de Borbur y Otanche. Las coordenadas de ubicación del casco urbano del municipio en el marco geocéntrico nacional de referencia MAGNA-SIRGAS corresponde a Norte 2183224.150 Este 4891579.590, a una altura de 1.130 m.s.n.m. y a una distancia de 44Km a la capital de la provincia, Chiquinquirá y 149 Km a la capital del Departamento, Tunja.

El municipio de Pauna tiene una extensión total de 259.0552 kilómetros cuadros con un porcentaje distribuido en urbano 0.4042 kilómetros cuadrados un 0.16%, y una extensión rural de 258.651 kilómetros cuadrados con un porcentaje de 99.84% observando que la extensión territorial del municipio de Pauna es mayormente rural.

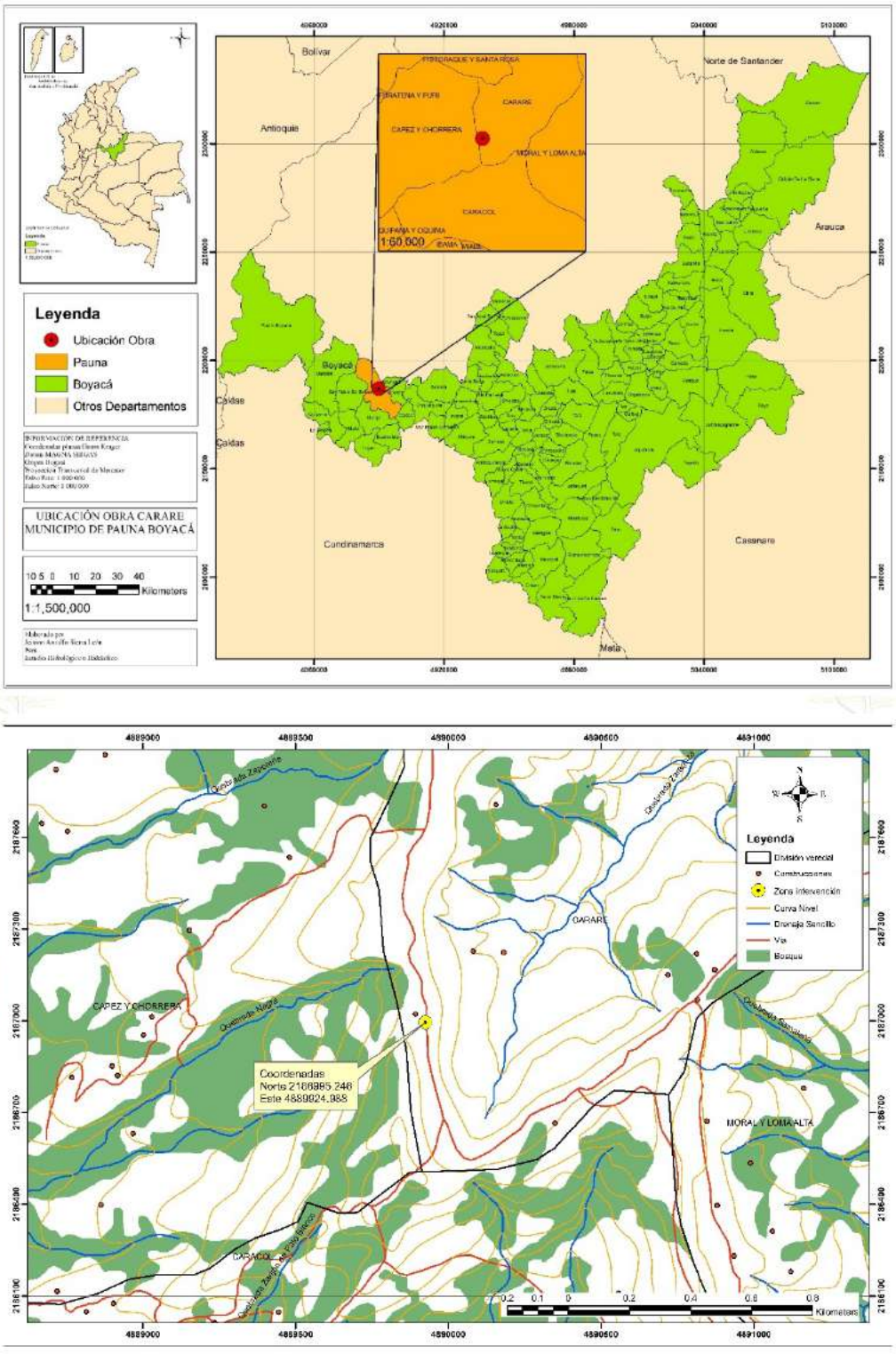
Tabla 1. Distribución de los municipios por extensión territorial y área de residencia, Municipio de Pauna Boyacá

Municipio	Extensión urbana		Extensión rural		Extensión total	
	Extensión	Porcentaje	Extensión	Porcentaje	Extensión	Porcentaje
Pauna	0.4042	0.16%	258.651	99.84%	259.0552	100%

Fuente: Cartografía Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC.

En la siguiente figura que se adjunta como anexo H-1 se presenta la ubicación de la zona de intervención, localizándola en la vereda Carare.

Figura 1. Ubicación del proyecto



Fuente: Autor con base en datos de Google Earth, 2023.

Las coordenadas geográficas con referencia MAGNA-SIRGAS del punto de intervención corresponde a Norte 2186995.246 Este 4889924.988.

5. RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

La recopilación y análisis de información busca generar una línea base de datos que permitan acercar el estudio a las características concretas de la población y zona de estudio, para lo cual, se realiza la toma de datos de entes gubernamentales y no gubernamentales, mencionando en cada componente las características principales que se desarrollen en la zona.

5.1. Datos de hidrología y meteorología

Se deben seleccionar las curvas IDF de cada localidad o región en particular y verificar su validez si no existen o no contemplan datos del último quinquenio, se deben obtener a partir de información pluviográfica de la zona, incluyendo los datos más recientes, para derivar las curvas de frecuencia correspondientes mediante análisis puntuales de frecuencia de eventos extremos máximos. Si esto no permite derivar curvas IDF aceptables para el proyecto, deben ajustarse curvas IDF por métodos sintéticos, derivados con información pluviográfica colombiana. En el análisis se deberán incluir los cambios en las intensidades producidos por los fenómenos de variabilidad y cambio climático sucedidos en Colombia, teniendo en cuenta los lineamientos desarrollados en las comunicaciones nacionales sobre cambio climático, elaborados por el IDEAM.

Se realiza inicialmente una consulta de estaciones existentes en el municipio de Maripi con la suficiente información para sustentar la conformación de curvas de Intensidad Duración Frecuencia (IDF) necesarias para el estudio hidráulico, además de variables climáticas necesarias para descripción del área de influencia, encontrando las siguientes estaciones en el área de influencia:

Estación BUENAVISTA (23120280)

- Categoría Pluviométrica tecnología convencional
- Ubicación: Longitud -73.98 Latitud 5.55 Altitud 2.200
- Municipio Buenavista Boyacá
- Estado: Suspendida
- Fecha de instalación: mayo 15, 1942
- Fecha de suspensión: junio 15, 1949

Estación CAMPOALEGRE (23125020)

- Categoría Climática ordinaria tecnología convencional
- Ubicación: Longitud -74.00 Latitud 5.53 Altitud 1.180
- Municipio Buenavista Boyacá

- Estado: Suspendida
- Fecha de instalación: enero 15, 1944
- Fecha de suspensión: julio 15, 1949

Estación MARIPI (23120150)

- Categoría Pluviométrica tecnología convencional
- Ubicación: Longitud -74.02 Latitud 5.55 Altitud 1.390
- Municipio Maripí Boyacá
- Estado: Activa
- Fecha de instalación: noviembre 15, 1963
- Fecha de suspensión: octubre 15, 1971

Estación PAUNA (23125090)

- Categoría Meteorológica especial tecnología convencional
- Ubicación: Longitud -73.98 Latitud 5.65 Altitud 1.225
- Municipio Pauna Boyacá
- Estado: Activa
- Fecha de instalación: marzo 15, 1993
- *UNICA CERCANA AL ÁREA DE INFLUENCIA CON DATOS DE PRECIPITACIÓN*

Considerando que el desarrollo de la obra tendrá lugar en el municipio de Pauna se considera adecuado el uso de los datos de esta estación para la conformación de la curva de Intensidad – Duración – Frecuencia.

Figura 2. Ubicación estaciones zona de intervención



Fuente: Autor con base en datos del IDEAM, 2023.

5.1.1. Clima y temperatura

En clima en el municipio de Pauna es muy variado debido principalmente a las diversas altitudes de las montañas y a la variación de la precipitación. Las condiciones atmosféricas húmedas de algunos sectores son causadas por la presencia casi permanente de nubes; al contrario, la acción de los vientos locales hace que en algunas zonas las condiciones sean más secas. La temperatura y la humedad del aire varían en el municipio, y esto causa diferencias notables en la fisonomía vegetal, reflejada en las zonas de vida y asociaciones.

Ciertamente la topografía del territorio de Pauna presenta la posibilidad de disfrutar de diversos climas, por lo tanto, existe una oferta climática muy variada que les ofrece a los habitantes del municipio, la oportunidad de realizar diferentes actividades. Se encuentra desde el cálido en el costado occidental, hasta el Subpáramo en el extremo oriental, ya que, en un recorrido menor de 20 kilómetros, se pasa de 300 m.s.n.m. en el cauce del Río Minero hasta los 3000 m.s.n.m. en el Cerro El Páramo. Este cambio topográfico interrelaciona con factores como temperatura, precipitación, evaporación, humedad relativa y brillo solar, y determina finalmente los diversos climas identificados en el municipio. En el territorio de Pauna hay presencia de cuatro tipos de clima:

Cálido húmedo

Se presenta desde los 200 hasta los 1000 m.s.n.m., con temperaturas entre 20 y 28 grados, en un terreno montañoso perteneciente a la margen derecha del Río Minero; ocupa la mayor proporción en el municipio, abarcando las veredas localizadas en el sector occidental y central.

Templado húmedo

Se presenta desde los 1000 hasta los 2000 m.s.n.m., con temperaturas entre 16 y 20 grados.

Frío

Se presenta en los sectores de Monte y Pinal y Manote, área importante, donde se encuentran las microcuencas que abastecen de agua al municipio, esta desde los 2000 hasta los 2900 m.s.n.m., con temperaturas entre 12 y 16 grados.

Subpáramo

Sector de morfología montañosa, con presencia de bosque, localizado entre los 2900 y los 3000 m.s.n.m., con temperaturas entre 6 y 12 grados; este sector se

ubica en la parte alta de la vereda Monte y Pinal en el extremo costado oriental del municipio.

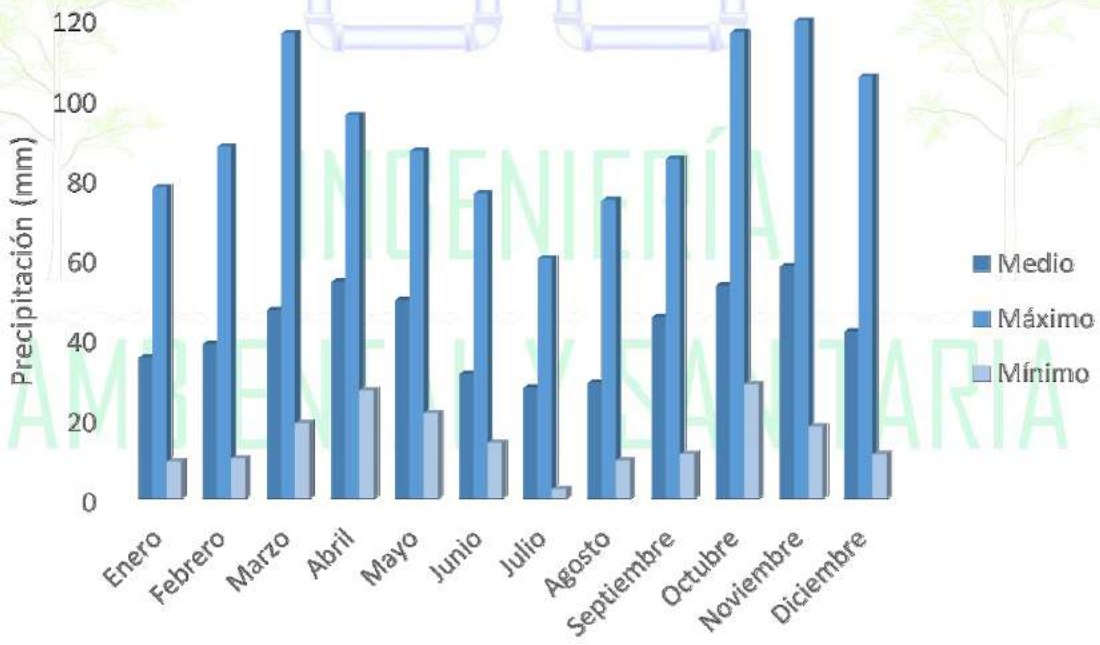
5.1.2. Humedad

El nivel de humedad percibido en Maripí, medido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, opresivo o insoportable, no varía considerablemente durante el año, y permanece prácticamente constante en 70%.

5.1.3. Precipitación

Se observa un comportamiento bimodal de precipitaciones, siendo en promedio abril y noviembre los meses de mayores precipitaciones en el año, por el contrario, en el periodo abarcado entre los meses de junio a agosto y de diciembre a febrero se presentan bajas precipitaciones, los meses de marzo, mayo, septiembre y octubre presentan lluvias moderadas.

Figura 3. Valores mensuales de precipitación



Fuente: Autor, 2023.

Para el análisis de precipitación del municipio de Maripí se tuvo en cuenta la estación pluviométrica PAUNA de código 23125090, de propiedad del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), activa desde abril del

año 1963. Se encuentra ubicada en la latitud 0539 N Longitud 7359W a una elevación de 1.225 msnm en la corriente Qda Paunero.

Los análisis de precipitación máxima tienen por objeto la evaluación de eventos extremos que, para un determinado periodo de retorno, permitan mediante la aplicación de modelos lluvia-escorrentía estimar caudales de diseño. En la tabla 2 y 3 se presentan los valores máximos mensuales de precipitación en 24 horas para la estación PAUNA, con los cuales se realiza la elaboración de la gráfica de Intensidad- Duración- Frecuencia.

Tabla 2. Datos de precipitación máxima mensual en 24 horas histórica estación Pauna

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1993	43.9	61.3	46.1	37	42.1	34.5	34.5	10	41	71.6	41	33.5
1994	32	43	54	42.9	31.5	30.5	50.7	12.8	55.4	61	73.3	37
1995	18.8	60.5	107.4	78.3	70.9	33	35.3	34.2	70.8	40.8	39.5	72
1996	30.5	31.3	48.5	29	27	53	28.5	35	49.49	53.10	62	48
1997	27	31.2	29	66	57	34.5	5.5	13.2	66	43.5	103.5	18.5
1998	39.5	43	39.2	60.3	61.5	10.8	13.7	39.7	72	67.6	44.7	33
1999	55.5	65.7	48.4	46.1	27	62.5	33.5	29.3	50.5	49	37.3	63.5
2000	28	21.5	64.5	70.5	22.5	44.5	34.3	12.5	54	42	48.7	69.8
2001	18.7	23	69.7	49	53.1	18.6	33.4	25.2	39.2	74	42	25.5
2002	15.5	24.4	76.3	75	73.5	30.83	56.3	49.8	40	37	38.8	63.5
2003	59.8	40.8	55.8	45.2	53.5	37	22	19.8	49.7	47.3	49.7	91.5
2004	32.9	56.8	62	39.5	27.5	10.7	52	11.5	56	43.5	73.2	39
2005	29.5	36	22.5	29.7	47.3	41.2	28.6	15	34.5	51.7	39.2	54
2006	65.9	42	44.5	45.7	54.2	37.5	11	44	44	92.7	65.4	25
2007	42.5	8	37.5	52	54	29.5	28.6	32.5	34.5	51	47	41.5
2008	22.8	21.7	55.3	70.7	64	22	30.5	39	49.5	43.2	61.7	28.5
2009	34	77.6	57.6	44	52	18	7.3	19.5	28.3	41.5	35.5	30.8
2010	27	53.2	29.5	78	51	26.5	50.5	31	57	60	86.7	38
2011	46	44	52.5	65	62.5	43	31	59	48	75.5	75.5	64
2012	39.4	13.5	42.5	61.5	38.5	32	16.5	47.5	59	55	63	25
2013	9.5	38	51	69.5	50.5	26.6	18	39	27.5	38	33	32.8
2014	48.5	50.5	37	84.5	43.5	12.5	36	36	33	52.5	76.5	53
2015	36.5	29	85.5	50.6	56.5	12.7	4.7	16.5	47	65.5	71.5	12.6
2016	34.4	21.5	46.2	52.4	31.8	43.7	12.4	30.3	50.8	50.8	70	82.3
2017	52	36.6	74.4	40.5	41.8	43.8	3.5	114.3	47.3	37.9	40.4	46.5
2018	28.3	19.7	34.9	34.9	41.3	41.8	13.4	27	83.6	58.5	56.1	38.3
2019	32.7	38.71	78.5	36.3	24.5	16.7	18.9	18.2	38.3	41.7	58.5	29.4
2020	36.9	31	34.3	34.6	25.2	25.2	27.2	25	69.8	66.2	66.2	45.3
2021	10.2	37.5	22.4	59.6	37.5	36.7	38.8	42.4	49.7	43.5	37	37.6
2022	18.8	51	72.6	57.2	33.8	27.2	17.2	33.8	38.8	37.3	53.5	59

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2023	36.4	48.1	48.8	64	39.1	18.7	18.1	40.5				

Fuente: Autor con base en datos del IDEAM.

Tabla 3. Precipitación máxima anual en 24 horas estación PAUNA

AÑO	P (mm)	AÑO	P (mm)	AÑO	P (mm)	AÑO	P (mm)
1993	71.6	2001	74	2009	77.6	2017	114.3
1994	73.3	2002	76.3	2010	86.7	2018	83.6
1995	107.4	2003	91.5	2011	75.5	2019	78.5
1996	62	2004	73.2	2012	63	2020	69.8
1997	103.5	2005	54	2013	69.5	2021	59.6
1998	72	2006	92.7	2014	84.5	2022	72.6
1999	65.7	2007	54	2015	85.5		
2000	70.5	2008	70.7	2016	82.3		

Fuente: Autor con base en datos del IDEAM.

Las curvas son el soporte en el desarrollo de proyectos de diseño hidráulico. El análisis de los datos depende de la frecuencia y el periodo de retorno de las lluvias en la estación. Para obtener las curvas I-D-F se requiere de los registros continuos de precipitación medidos en pluviógrafos, la caracterización de las precipitaciones se realiza en la intensidad de las precipitaciones, que equivalen a la cantidad de lluvia caída en función del tiempo, expresada en mm/hora.

Las curvas de Intensidad- Duración- Frecuencia I-D-F se elaboraron a partir de los registros de precipitaciones máximas en 24 horas empleando el método simplificado enunciado en el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS (Ministerio de Transporte, 2009).

La expresión está dada por:

$$i = \frac{a * T^b * M^d}{\left(\frac{t}{60}\right)^c}$$

Donde:

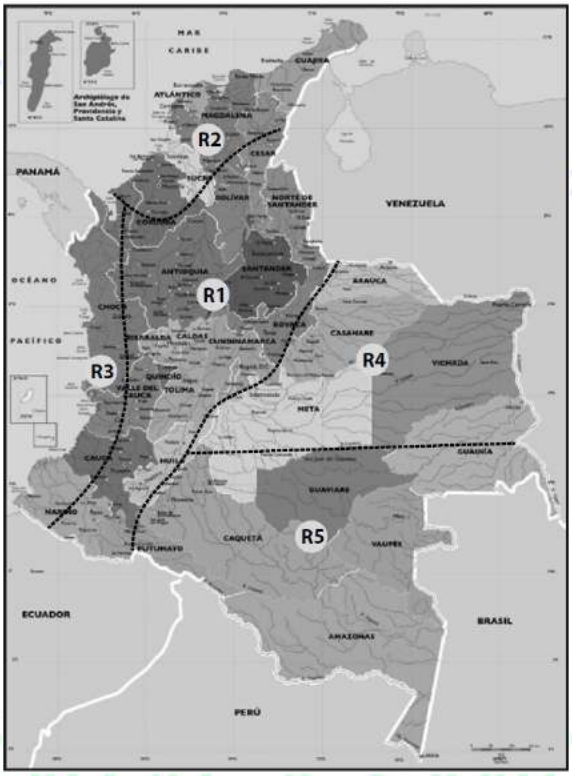
- i= Intensidad de precipitación, en milímetros por hora (mm/h)
- T= Periodo de retorno, en años
- M= Precipitación máxima promedio anual en 24 h a nivel multianual
- t= Duración de la lluvia, en minutos (min)
- a,b,c,d= Parámetros de ajuste de la regresión

Tabla 4. Valores de los coeficientes calculo IDF para Colombia

REGIÓN	a	b	c	d
Andina (R1)	0.94	0.18	0.66	0.83
Caribe (R2)	24.85	0.22	0.50	0.10
Pacífico (R3)	13.92	0.19	0.58	0.20
Orinoquía (R4)	5.53	0.17	0.63	0.42

Fuente: Manual para Drenaje de Carreteras INVIAS, 2009.

Figura 4. Regiones en Colombia para definición de parámetros



Fuente: Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-Huella INVIAS, 2009.

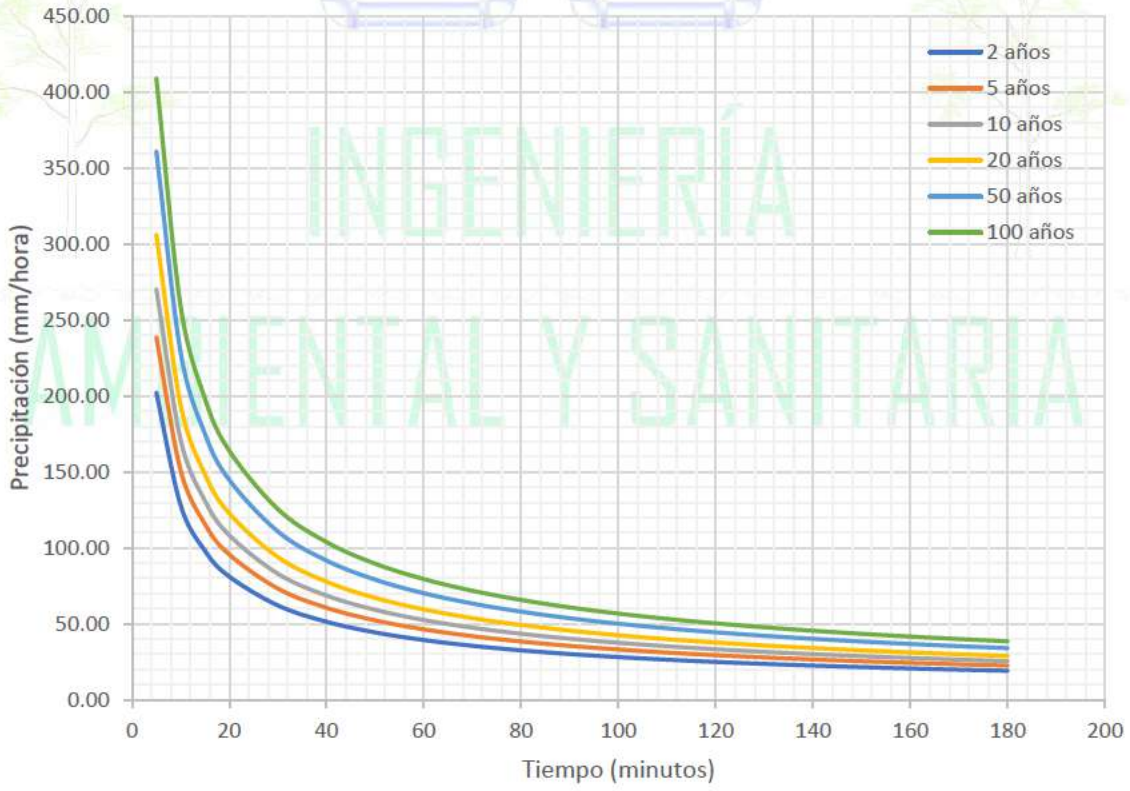
Tabla 5. Datos curva I-D-F estación PAUNA – Código: 23125090

Tiempo (min)	Periodo de retorno (años)				
	2	5	20	50	100
5	202.40	238.69	270.41	306.34	361.27
10	128.09	151.06	171.13	193.88	228.64
15	98.02	115.59	130.95	148.35	174.96
20	81.07	95.60	108.31	122.70	144.70
30	62.03	73.16	82.88	93.89	110.73
40	51.31	60.51	68.55	77.65	91.58

Tiempo (min)	Periodo de retorno (años) 2	5	20	50	100
50	44.28	52.22	59.16	67.02	79.04
60	39.26	46.30	52.45	59.42	70.08
70	35.46	41.82	47.38	53.67	63.30
80	32.47	38.29	43.38	49.15	57.96
90	30.04	35.43	40.14	45.47	53.62
100	28.02	33.05	37.44	42.42	50.02
110	26.31	31.03	35.16	39.83	46.97
120	24.85	29.30	33.20	37.61	44.35
130	23.57	27.79	31.49	35.67	42.07
140	22.44	26.47	29.98	33.97	40.06
150	21.44	25.29	28.65	32.46	38.28
160	20.55	24.23	27.45	31.10	36.68
170	19.74	23.28	26.38	29.88	35.24
180	19.01	22.42	25.40	28.78	33.94

Fuente: Autor con base en datos del IDEAM.

Figura 5. Relación I-D-F estación PAUNA código: 23125090



Fuente: Autor con base en datos del IDEAM, 2023.

6. DISEÑO DE DRENAJE

Una de las principales causas de falla de los muros de contención es la carencia de un apropiado sistema de drenaje. La función de éste es minimizar los excesos de presión hidrostática en el plano de falla y en la pared del muro, debido a la filtración de agua subterránea y a la infiltración del agua lluvia. La clase de sistema depende del tipo de material de relleno, de la cantidad de lluvia y de las condiciones del agua subterránea.

Con el fin de impedir que se genere una presión de poros exagerada sobre la pared de un muro de contención en concreto, se deben construir huecos de drenaje o lloraderos donde se ajustan tubos rígidos de no menos de 75 milímetros de diámetro. El espaciamiento entre lloraderos no debe ser mayor de 150 centímetros en sentido horizontal ni de 100 centímetros en sentido vertical. La hilera más baja se debe ubicar unos 30 centímetros por encima del pie del muro. Se debe colocar un geotextil contra la pared, directamente detrás de cada lloradero, para impedir que se colmate con fragmentos granulares del material del relleno.

De acuerdo con las condiciones del subsuelo descritas en el estudio de suelos, se encuentra un tipo de suelo conformado por grava limosa, de acuerdo con el sistema unificado de clasificación de suelos.

Sabiendo que el tipo de suelo característico del lugar de acuerdo con estudio de suelos corresponde a grava limosa (GM) según la clasificación SUCS, el coeficiente de permeabilidad será entonces de 10^{-6} m/s según Sowers (1978).

Tabla 6. Valores de permeabilidad de los principales tipos de suelos

Suelo	Descripción	Clasificación USCS	Permeabilidad (m/s)
Gravas	Bien gradadas	GW	10^{-3} a 10^{-1}
	Bien seleccionadas	GP	10^{-2} a 10
	Limosas	GM	10^{-7} a 10^{-5}
	Arcillosas	GC	10^{-8} a 10^{-6}
Arenas	Bien gradadas	SW	10^{-5} a 10^{-3}
	Bien seleccionadas	SP	10^{-4} a 10^{-2}
	Limosas	SM	10^{-7} a 10^{-5}
	Arcillosas	SC	10^{-8} a 10^{-6}
Limos	Baja plasticidad	ML	10^{-9} a 10^{-7}
	Alta plasticidad	MH	10^{-9} a 10^{-7}
Arcillas	Baja plasticidad	CL	10^{-9} a 10^{-7}
	Alta plasticidad	CH	10^{-10} a 10^{-8}

Fuente: Sowers, 1978.

Se realiza el cálculo manual de las condiciones de drenaje y posteriormente se usa el software Geosoft ® de PAVCO para la verificación del sistema de evacuación subsuperficial óptimo para el muro de contención de la zona de estudio.

6.1.1. Estimación del caudal de diseño

Debido que no se encontró presencia de nivel freático que pueda afectar la estructura según el estudio de suelos, únicamente se tiene en cuenta el caudal por infiltración de la superficie adyacente a la estructura.

$$Q_{inf} = l_R * B * L * F_i$$

Donde

Qinf= Caudal de infiltración
IR= Precipitación máxima horaria de frecuencia anual, registrada en la zona del proyecto.
B= Longitud de afectación de las zonas verdes frente a las estructuras a drenar.
L= Longitud del tramo de drenaje hasta la descarga.
Fi= Factor de infiltración.

Tabla 7. Valores recomendados para Fi

Tipo de Carpeta	F_i
Carpetas asfálticas muy bien conservadas	0.3
Carpetas asfálticas normalmente conservadas	0.4
Carpetas asfálticas pobremente conservadas	0.5
Carpetas de concreto de cemento Portland	0.67
Campos deportivos o terreno natural	0.7 – 0.8

Fuente: Diseño de infraestructura con geosintéticos.

De acuerdo con recomendaciones del INVIAS los filtros se diseñan con un periodo de retorno de dos (2) años, promediando un tiempo de concentración de treinta minutos (30) minutos en base a la velocidad de infiltración esperada, por lo tanto, la precipitación máxima horaria de frecuencia anual corresponde a 62.03mm/h, el área aferente al muro corresponde a una longitud de 30.0 metros por un talud aproximado de 20.0 metros, el tipo de terreno corresponde a un terreno natural, por lo que el factor de infiltración corresponde a 0.7, de esta manera:

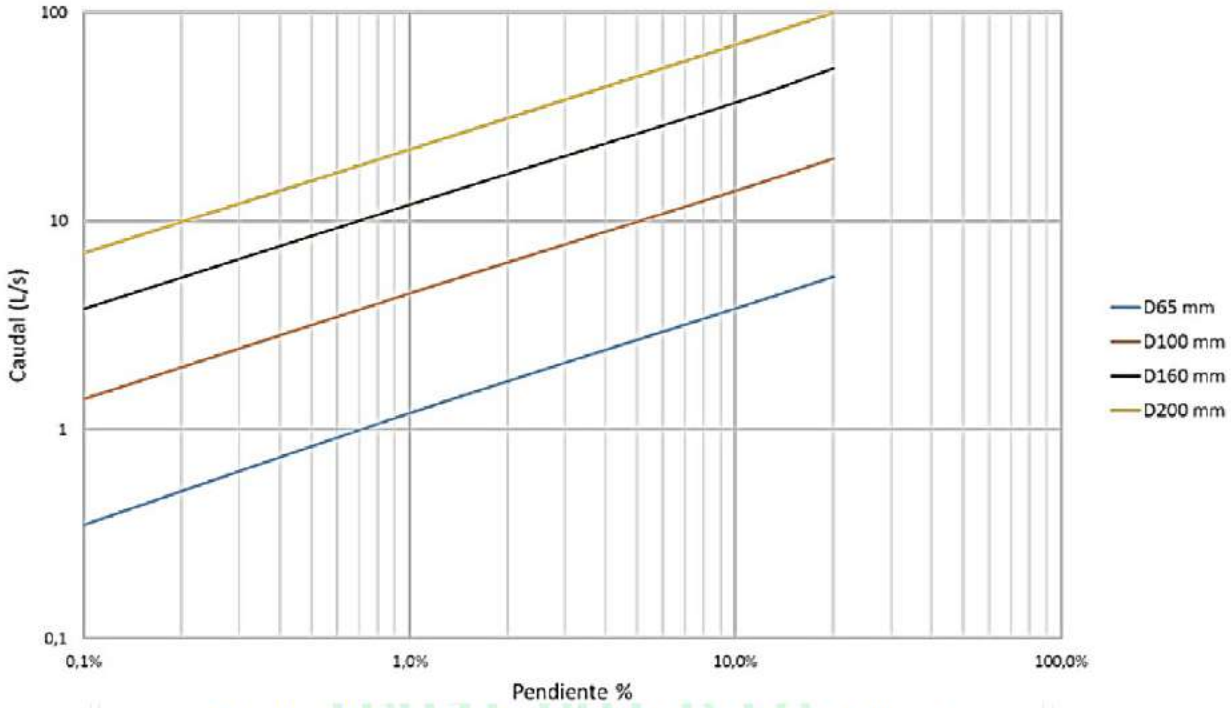
- 62.03mm/h – 0.0000172306m/s

$$Q_{inf} = 0.0000172306 * 20 * 30 * 0.7$$
$$Q_{inf} = 0.007236\ {}^{m^3}/_{s}$$
$$Q_{inf} = 7.24\ {}^{L}/_{s}$$

6.1.2. Sistema de evacuación de líquidos

Para estimar el caudal máximo que puede transportar el tubo se usa un monograma con base en la ecuación de Prandtl Colebrook, en donde conociendo la pendiente y el caudal de diseño se puede establecer el diámetro de la tubería a usar.

Figura 6. Nomograma para el cálculo del diámetro de tubería a usar

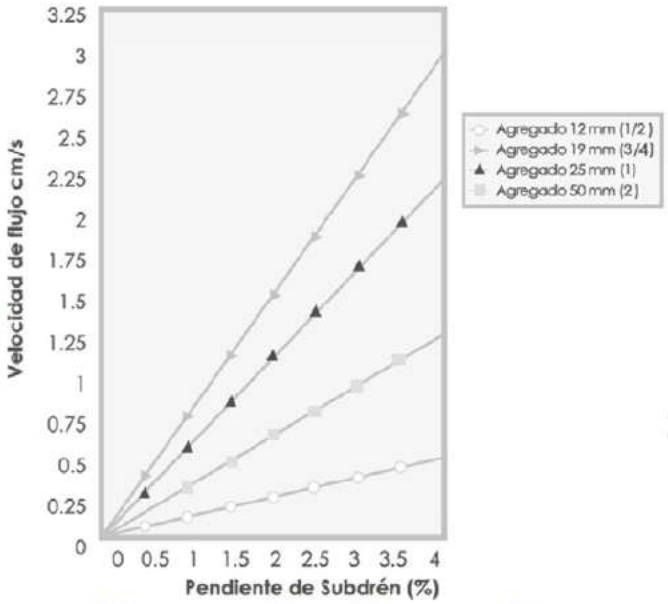


Fuente: Diseño de infraestructura con geosintéticos.

Para el caso de diseño, teniendo en cuenta que se proyecta una pendiente longitudinal de 6.90%, realizando la relación se evidencia un tránsito optimo con tubería de 4" de diámetro, sin embargo, dada la amplia longitud del muro proyectado y con el objetivo de guardar un margen de seguridad adecuado en base al tipo de obra, se opta por la proyección de tubería de drenaje en diámetro de 6".

6.1.3. Determinación de la sección transversal del subdrén

Figura 7. Pendiente Vs velocidad, según el tamaño del agregado



Fuente: Diseño de infraestructura con geosintéticos.

De acuerdo con el grafico anterior, se determina la velocidad para una pendiente promedio de 2.57% establecida para el subdrén y utilizando como material drenante grava con tamaño uniforme de 25mm (1"). En estas condiciones la velocidad aproximada corresponde a 2.25cm/s.

En aplicaciones para sistemas de subdrenaje en espaldones de muros o en carreteras el valor de gradiente es 1.0, esto debido a que el geo compuesto está ubicado de forma vertical por lo que los fluidos tendrán una mayor facilidad para ser transmitidos en el geo compuesto. Teniendo en cuenta que se proyecta una lámina de TecDren ubicado de manera vertical drenando hacia la parte baja donde se proyecta la ubicación del filtro francés el valor de gradiente equivale a 1.

Con la velocidad determinada y utilizando la ecuación de Darcy, se calcula el área de la sección transversal requerida para el subdrén usando un gradiente hidráulico de 1,0.

$$A = \frac{QT}{V * i}$$

$$A = \frac{0.00724}{0.0225 * 1} = 0.322m^2$$

Considerando un ancho de 0,50m la altura optima corresponde a 0.644m considerando la etapa constructiva y funcional, así como la conservación de un margen de seguridad, se proyecta una altura final de 1,0m.

6.1.4. Criterio de retención (TAA)

Este criterio asegura que las aberturas sean lo suficientemente pequeñas para evitar la migración del suelo hacia el medio drenante o hacia donde se dirige el flujo.

De acuerdo con lo establecido en "Geotextiles Engineering Manual" de la Federal Highway Administration (FHWA) y basados en los criterios de retención de Christopher y Holtz (1989), Carroll (1983), un Geotextil debe cumplir con la siguiente condición:

$$TAA < D_{85} * B$$

Donde

TAA= Tamaño de abertura aparente, dato suministrado por el fabricante. Corresponde a la abertura de los espacios libres (en milímetros). Se obtiene tamizando unas esferas de vidrio de diámetros conocidos, cuando el 5% de un tamaño determinado de esferas pasa a través del Geotextil, se define el TAA. Ensayo ASTM D4751.

D85= Tamaño de partículas (en milímetros) que corresponde al 85% del suelo que pasa al ser tamizado. Este dato se obtiene de la curva granulométrica del suelo en consideración.

B= Coeficiente que varía entre 1 y 3. Depende del tipo de suelo a filtrar, de las condiciones de flujo y del tipo del Geotextil.

Para arenas, arenas gravosas, arenas limosas y arenas arcillosas (con menos del 50% pasa tamiz #200), B es función del coeficiente de uniformidad Cu, donde Cu = D60/D10, de la siguiente manera:

$C_u \leq 2$ ó $C_u \geq 8$ → $B = 1$

$2 < C_u \leq 4$ → $B = 0.5 \times C_u$

$4 < C_u < 8$ → $B = 8/ C_u$

Para suelos arenosos mal gradados: B entre 1.5 y 2

Para suelos finos (más del 50% pasa tamiz #200) B es función del tipo de Geotextil.

Para Tejidos: B = 1 → $TAA \leq D_{85}$

Para No Tejidos: B = 1.8 → $TAA \leq 1.8 * D_{85}$

Según Christopher y Holtz, para suelos cohesivos con un índice de plasticidad mayor a 7, el valor del Tamaño de Abertura Aparente debe ser de:

TAA < 0.30 m

De esta manera, de acuerdo con el estudio de suelos.

$$TAA < D_{85} * B$$

$$B = 1.8; Para\ geotextiles\ No\ Tejidos$$

$$D_{85} = 0.085$$

$$TAA < 0.153mm$$

6.1.5. Criterio de permeabilidad

Este criterio considera que el coeficiente de permeabilidad es la propiedad hidráulica por medio de la cual, el Geotextil permite un adecuado paso de flujo perpendicular al plano del mismo, considerando su habilidad para esto. Para revisar la permeabilidad del Geotextil se debe tener en cuenta lo siguiente:

Para condiciones de flujo estable o flujo laminar y suelos no dispersivos, con porcentajes de finos no mayores al 50%, y de acuerdo con el criterio de Schober y Teindl (1979); Water (1980); Carroll (1983); Christopher y Holtz (1985) y otros:

$$k_g > k_s$$

Donde

kg= Permeabilidad del geotextil
ks= Permeabilidad del suelo

Para condiciones de flujo crítico, altos gradientes hidráulicos y buscando un correcto desempeño a largo plazo reduciendo los riesgos de colmatación se recomienda usar el criterio de Carroll (1983); Chistopher y Holtz (1985):

$$k_g > 10 * k_s$$

$$k_s = 10 * 10^{-6} m/s$$

$$k_s > 10 * 10^{-5} m/s$$

6.1.6. Criterio de colmatación

Este criterio considera que existe la posibilidad de taparse algunos de sus vacíos debido a incrustación de partículas de suelo, con una incidencia en la reducción de la permeabilidad, por lo tanto, el Geotextil debe tener un porcentaje mínimo de espacios vacíos o una alta porosidad.

Los Geotextiles con una mayor resistencia a la colmatación, son los Geotextiles No Tejidos punzonados por agujas, en los cuales la probabilidad a que se taponen gran parte de sus orificios es muy baja debido al espesor que poseen y a los altos valores de porosidad que presentan. Los Geotextiles No Tejidos unidos por temperaturas o calandrados, son mucho más delgados y rígidos, razón por la cual se parecen en su comportamiento a los Geotextiles Tejidos, Leuttich (1993).

Los Geotextiles Tejidos tienen baja porosidad y el riesgo de colmatación muy alto, con la consecuencia de una pérdida súbita en la permeabilidad; razón por la cual no se recomienda usarlos como filtros en sistemas de drenaje. De acuerdo con el criterio de Chistopher y Holtz, 1985; R. Koemer, 1990, los Geotextiles usados como medios filtrantes deben tener una porosidad > 50%. Razón por la cual no se deben usar Geotextiles Tejidos en sistemas de subdrenaje (Wavin, 2014).

6.1.7. Criterio de supervivencia

Cuando se presentan condiciones severas de instalación con esfuerzos de contacto altos, se evaluarán todas las características mecánicas que tienen los posibles Geotextiles a usar frente las especificaciones según el artículo de la norma AASHTO M288-05.

Figura 8. Especificaciones técnicas de geotextiles no tejidos

PROPIEDADES MECÁNICAS	NORMA	UNIDAD	NT1600	NT1800	NT2000	NT2500	NT3000	NT4000	NT5000	NT6000	NT7000	REPAV 400	REPAV 450
Método Grab Resistencia a la Tensión	ASTM D4632	N (lb)	400 (90)	470 (106)	500 (113)	700 (158)	720 (162)	980 (221)	1165 (262)	1310 (295)	1530 (345)	470 (106)	550 (124)
Elongación		%	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50
Método CBR Resistencia al Punzonamiento	ASTM D6241	kN (lb)	1.1 (247)	1.3 (292)	1.5 (337)	1.9 (427)	2.1 (472)	2.8 (629)	3.3 (742)	4.0 (899)	4.6 (1034)	N.A.	N.A.
Resistencia al Rasgado Trapezoidal	ASTM D4533	N (lb)	164 (37)	190 (43)	210 (47)	260 (59)	295 (66)	350 (79)	400 (90)	470 (106)	570 (128)	180 (40)	230 (52)
PROPIEDADES HIDRÁULICAS	**NORMA**	**UNIDAD**	**NT1600**	**NT1800**	**NT2000**	**NT2500**	**NT3000**	**NT4000**	**NT5000**	**NT6000**	**NT7000**	**REPAV 400**	**REPAV 450**
Tamaño de Abertura Aparente	ASTM D4751	mm (Tamiz)	0.212 (70)	0.180 (80)	0.180 (80)	0.150 (100)	0.150 (100)	0.106 (140)	0.125 (120)	0.106 (140)	0.090 (170)	N.A.	N.A.
Permeabilidad	ASTM D4491	cm/s	27×10^{-2}	29×10^{-2}	25×10^{-2}	29×10^{-2}	27×10^{-2}	20×10^{-2}	22×10^{-2}	17×10^{-2}	12×10^{-2}	N.A.	N.A.
Permitividad	ASTM D4191	s^{-1}	2.1	2.1	1.7	1.7	1.5	1.0	1.0	0.6	0.4	N.A.	N.A.
Tasa de Flujo	ASTM D4491	l/min/m²	5300	6120	4750	4800	4400	2930	2700	1920	1200	N.A.	N.A.
Retención de Asfalto	ASTM D6140	l/m²	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	0.9	1.0
PROPIEDADES FÍSICAS	**NORMA**	**UNIDAD**	**NT1600**	**NT1800**	**NT2000**	**NT2500**	**NT3000**	**NT4000**	**NT5000**	**NT6000**	**NT7000**	**REPAV 400**	**REPAV 450**
Espesor	ASTM D5199	mm	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	2.0	2.2	2.8	2.9	1.3	1.5
Resistencia UV @ 500 hr	ASTM D4355	%	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70
Punto de Fusión	ASTM D276	°C	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	150	150
Rollo Ancho	Medido	m	3.5 • 3.8 • 4.0	3.5 • 3.8 • 4.0	3.5 • 3.8 • 4.0	3.5 • 3.8 • 4.0	3.5 • 3.8 • 4.0	3.5 • 3.8 • 4.0	3.5 • 3.8 • 4.0	3.5 • 3.8 • 4.0	3.5 • 3.8 • 4.0	3.8	3.8
Rollo Largo	Medido	m	160	150	130	120	120	130	120	100	80	180	150
Rollo Área	Calculado	m2	560 • 608 • 640	525 • 570 • 600	455 • 494 • 520	420 • 456 • 480	420 • 456 • 480	455 • 494 • 520	420 • 456 • 480	350 • 380 • 400	280 • 304 • 320	684	570
FUNCIÓN DEL GEOTEXTIL			**NT1600**	**NT1800**	**NT2000**	**NT2500**	**NT3000**	**NT4000**	**NT5000**	**NT6000**	**NT7000**	**REPAV 400**	**REPAV 450**
Filtración			√	√	√	√	√	√	√	√	√		
Drenaje			√	√	√	√	√	√	√	√	√		
Protección			√	√	√	√	√	√	√	√	√		
Separación						√	√	√	√	√	√		
Estabilización								√	√	√	√		
Repavimentación												√	√

Fuente: Diseño de infraestructura con geosintéticos.

Con base en los criterios anteriores y comparando las especificaciones de los Geotextiles de la figura anterior, los Geotextiles que cumplen estos criterios son:

NT2500, NT3000, NT4000, NT5000, NT6000 y NT7000. Se selecciona el Geotextil NT2500 por ser técnica y económicamente más conveniente.

6.1.8. Criterio de permitividad

Se desarrolla el cálculo de la permitividad requerida por el geotextil como medio filtrante.

$$\varphi_{req} = \frac{Q}{\Delta h * H * L}$$

$$\varphi_{req} = \frac{0.00724\ {}^{m^3}/_{s}}{0.5 * 1.0 * 30}$$

$$\varphi_{req} = 4.826\ X10^{-4}\ s^{-1}$$

Una vez calculada la permitividad requerida por el sistema, se contrasta con la permitividad admisible del Geotextil NT2500, el cual cuenta con una ψult = 1.7 s-1, donde:

ψadm = Permitividad admisible.
ψult = Permitividad última, entregada por el fabricante.
FRSCB = Factor de reducción por colmatación y taponamiento.
FRCR = Factor de reducción por creep o fluencia.
FRIN = Factor de reducción por intrusión.
FRCC = Factor de reducción por colmatación química.
FRBC = Factor de reducción por colmatación biológica.

INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

Tabla 8. Factores de reducción para geotextiles en aplicaciones de drenajes

Área	Colmatación FRSCB	Reducción de vacíos por creep FRCR	Intrusión en los vacíos FRIN	Colmatación química FRCC	Colmatación biológica FRBC
Filtros en el espaldón muros de contención	2.0 a 4.0	1.0 a 2.0	1.0 a 1.2	1.0 a 1.2	1.0 a 1.3
Sistemas de subdrenaje	2.0 a 10	1.0 a 1.5	1.0 a 1.2	1.2 a 1.5	2.0 a 4.0**
Filtros de control de erosión	2.0 a 10	1.0 a 1.5	1.0 a 1.2	1.0 a 1.2	2.0 a 4.0
Filtros en rellenos sanitarios	2.0 a 10	1.5 a 2.0	1.0 a 1.2	1.2 a 1.5	2.0 a 5.0**
Drenaje por gravedad	2.0 a 4.0	2.0 a 3.0	1.0 a 1.2	1.2 a 1.5	1.2 a 1.5
Drenaje a presión	2.0 a 3.0	2.0 a 3.0	1.0 a 1.2	1.1 a 1.3	1.1 a 1.3

**Si bloques de concreto o rip rap cubren la superficie de los Geotextiles, use los valores superiores o incluya un factor de reducción adicional.*
***Los valores pueden ser particularmente más altos por alta alcalinidad del agua subterránea.*
****Los valores pueden ser más altos por un extremadamente alto contenido de microorganismos y/o crecimiento de organismos y raíces de plantas o vegetación.*

Fuente: Diseño de infraestructura con geosintéticos.

$$\varphi_{adm} = \frac{\varphi_{ult}}{FR_{SCB} * FR_{CR} * FR_{IN} * FR_{CC} * FR_{BC}}$$

$$\varphi_{adm} = \frac{1.7\ s^{-1}}{2.0 * 1.1 * 1.1 * 1.2 * 2.0}$$

$$\varphi_{adm} = 0.29\ s^{-1}$$

Conforme lo anterior, se calcula el factor de seguridad global.

$$FS_g = \frac{\varphi_{adm}}{\varphi_{req}}$$

$$FS_g = \frac{0.29\ s^{-1}}{4.826\ X10^{-4}\ s^{-1}} = 600.91$$

$$FS_g > 1.0\ cumple$$

Por lo que el geotextil NT 2500 es apto como medio filtrante en el sistema.

En conclusión, se proyecta la instalación de una lámina de TecDren contra el vástago del muro que drenará hacia un filtro francés con sección de 0.5m de ancho por 1.0m de alto, el cual estará protegido con geotextil NT 2500, el filtro tendrá un conducto de drenaje en PVC perforado de diámetro 6", la totalidad de sistema de

drenaje contará con la longitud del muro proyectado y la pendiente longitudinal del mismo.

Se usa el software Geosoft ® de PAVCO para la verificación del sistema de drenaje subsuperficial óptimo para el muro de contención de la zona de estudio, el reporte del modelo se adjunta en el anexo H-2.

En la siguiente figura se presenta la ubicación de los elementos del sistema de drenaje recomendados para el drenaje del muro de contención.

Figura 9. Sistema de drenaje proyectado



Fuente: Autor, 2023.

A continuación, se presenta el resumen de cantidades requerido para el desarrollo del sistema de drenaje subsuperficial proyectado.

Tabla 9. Cálculo de cantidades para el sistema de drenaje subsuperficial proyectado

ITEM	CANTIDAD	UNIDAD
LÁMINA TECDREN	75	M2
TUBERÍA PVC PERFORADA 6"	30	M
GEOTEXTIL NT 2500	99.0	M2
GRAVA ø1"	15.0	M3

Fuente: Autor, 2023.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se proyecta la ubicación de una lámina de TecDren en la totalidad de extensión del muro de contención partiendo de 20 cm abajo del techo del vástago, como sistema recolector se proyecta un filtro francés con sección de 0.50m de ancho por 1.0m de alto ubicado en la base del talón, este tendrá un tubo en PVC perforado de seis (6) pulgadas que se encargará de la recolección y evacuación del agua captada, el tamaño de las partículas del agregado serán de una (1) pulgada y estará protegido por geotextil No Tejido 2500. La pendiente del sistema de drenaje subsuperficial corresponde a la pendiente longitudinal del muro (6.90%), de la misma manera, la longitud del drenaje equivale a la totalidad del muro de contención.
- No se establece la necesidad de una estructura complementaria para la estabilidad del corredor vial más allá de una adecuada evacuación de las aguas lluvias por medio de las cuentas.
- Se recomienda la limpieza y adecuado mantenimiento de las cunetas de la vía adyacente al muro de contención, la adecuada evacuación de las aguas lluvias disminuye la carga hidrostática aplicada al muro y posibles daños a las condiciones de la rasante vial.
- De acuerdo con la climatología local y el comportamiento bimodal de precipitaciones, se recomienda el desarrollo de las intervenciones en los periodos abarcados entre junio a agosto y de diciembre a febrero, ya que en estos periodos las precipitaciones disminuyen generando un mayor rendimiento del trabajo en obra.
- Es importante recalcar la necesidad de cada elemento proyectado del sistema de drenaje haciendo especial énfasis en la lámina de TecDren, ya que esta funciona como medio filtrante y de soporte para el material de relleno evitando la colmatación y posterior taponamiento de lloraderos, así mismo garantizando el movimiento del flujo de estratos superiores hacia el sistema de drenaje contemplado.
- En la instalación del geotextil se recomienda un traslapo mínimo de 20cm de acuerdo con requerimientos de fabricantes y normativa nacional.

8. REFERENCIAS

Ministerio de Transporte. (30 de Marzo de 2009). Manual de Drenaje para Carreteras. Bogotá D.C., Colombia.

PAVCO. (s.f.). Manual Técnico Tubosistemas para Alcantarillado NOVAFORT NOVALOC. Mexichem.

Pérez, R. (2010). *Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas para Edificaciones* (Vol. VI). Bogotá: Ecoe Ediciones.

ING. JEISSON ARNULFO SIERRA LEÓN
Ingeniero Sanitario M.P. 15237-437151 BYC
Ingeniero Ambiental M.P. 15238-437150 BYC

CT019_02

INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, JEISSON ARNULFO SIERRA LEÓN, identificado con cédula de ciudadanía No. 1'057.597.804, Ingeniero Ambiental con Matricula Profesional No. 15238-437150 e Ingeniero Sanitario con Matricula Profesional No. 15237-437151 del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería (COPNIA).

CERTIFICO:

Que realicé el memorial de cálculo de los estudios hidráulicos para el proyecto "**CONSTRUCCION DE OBRAS DE MITIGACION SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS PROVINCIA DE OCCIDENTE DEPARTAMENTO DE BOYACA**" para el sector **CARARE** en el municipio de Pauna Boyacá.

Declaro que todos los estudios están realizados cumpliendo con las recomendaciones del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y de acuerdo a la necesidad del proyecto en particular, exonero a los demás particulares por los daños y perjuicios que de estos estudios pudieran derivarse.

Aclaro que me responsabilizo por los estudios y cálculos, siempre y cuando en las obras de "**CONSTRUCCION DE OBRAS DE MITIGACION SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS PROVINCIA DE OCCIDENTE DEPARTAMENTO DE BOYACA**" para el sector **CARARE** en el municipio de Pauna Boyacá, se sigan textual y cabalmente los planos y las directrices técnicas realizadas por el suscrito.

Atentamente,

JEISSON ARNULFO SIERRA LEÓN
C.C. 1'057.597.804 de Sogamoso, Boyacá
M.P. 15237-437151 BYC
M.P. 15238-437150 BYC CT019_02

REPÚBLICA DE COLOMBIA

COPNIA

Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

15237-437151 BYC

Fecha de Expedición 21/10/2019

Matrícula Profesional

Nombre:
JEISSON ARNULFO
SIERRA LEON

Identificación:
C.C. 1057597804

Profesión:
INGENIERO SANITARIO

Institución:
UNIVERSIDAD DE BOYACA



CT019_2

190267/0319

Este es un documento público expedido en virtud de la Ley 842 de 2003, que autoriza al titular a ejercer como Ingeniero en el Territorio Nacional.

DIRECTOR GENERAL

CT019_2

En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA. Calle 78 No. 9-57 primer piso
Línea Nacional: 01 8000 116590

CONSTRUCCION DE OBRAS DE MITIGACION SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS PROVINCIA DE OCCIDENTE DEPARTAMENTO DE BOYACA" para el sector CARARE en el municipio de Pauna Boyacá


REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA
NUMERO 1.057.597.804
SIERRA LEON
APELLIDOS
JEISSON ARNULFO
NOMBRES
FIRMA
CT019_2
CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACION SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADAS DE LLUVIAS PROVINCIA DE OCCIDENTE DEPARTAMENTO DE BOYACA" para el sector CARARE en el municipio de Pauna Boyacá


CT019_2
INDICE DERECHO
FECHA DE NACIMIENTO 30-MAR-1995
CHIQUINQUIRA
(BOYACA)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.75
ESTATURA
O+
G.S. RH
M
SEXO
10-MAY-2013 SOGAMOSO
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION
REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SÁNCHEZ TORRES
P-0727700-00458447-M-1057597804-20130820
0034476499A 1
40276756
REGISTRADURIA NACIONAL DEL ESTADO CIVIL

REPORTE DE SUBDRENAJE EN EDIFICACIONES CON TECDRÉN

DATOS DEL PROYECTO

Nombre del proyecto	Drenaje Muro de contención
Nombre de la empresa	Ing. Jeisson Sierra
Localización	Sector Carare municipio de Pauna Boyacá

Observaciones

PARÁMETROS DE ENTRADA

Precipitación máxima horaria de frecuencia anual	I_R	62.03 mm/h
Ancho del tramo de drenaje	B	20.0 m
Longitud del tramo de drenaje	L	30.0 m
Factor de infiltración	F_i	0.7
Suelo de sitio		Otros
Tipo de suelo de subrasante		Arenas, arenas gravosas, arenas limosas y arenas arcillosas (menos del 50%, pasa tamiz #200)
Permeabilidad del suelo	K	0.0 m/s
Cota inferior del subdrén	N_d	0.0 m
Cota superior del nivel freático	N_f	0.0 m
Altura del muro		2.7 m

Diámetro de la tubería	160.0 mm
Pendiente de la tubería	6.9 %
Geocompuesto a usar	Tecdren
Material drenante	Gravilla
Ángulo de fricción	28.0 grad
Peso específico	2.0 Ton/m3
Permeabilidad del suelo en contacto con el subdrén K	1.0E-6 cm/s
Criterio de retención	Usar criterio recomendado
TAA <	0.3 mm
Factor de reducción por colmatación Geotextil	2.0
Factor de reducción por creep o fluencia Geotextil	2.0
Factor de reducción por intrusión Geotextil	1.2
Factor de reducción por colmatación química Geotextil	1.2
Factor de reducción por colmatación biológica Geotextil	1.2
Factor de reducción por creep o fluencia Geodrén	1.2
Factor de reducción por intrusión Geodrén	1.3
Factor de reducción por colmatación química Geodrén	1.1
Factor de reducción por colmatación biológica Geodrén	1.0

PARÁMETROS CALCULADOS Y RESULTADOS

Caudal de diseño	7.24 L/s
Presión sobre el Geodrén	19.12 kPa

Criterio de retención

TAA <	0.3 mm
Observación	CUMPLE

Criterio de permeabilidad K(g) > K(s)

Observación	CUMPLE

Capacidad hidráulica tubería de drenaje

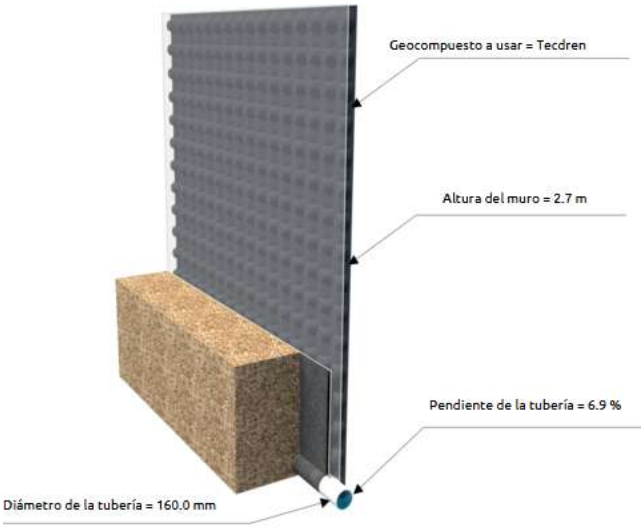
Diámetro de la tubería	160.0 mm
Caudal que es capaz de transportar la tubería	30.98 L/s
Observación	CUMPLE

Evaluación según la permitividad del sistema

Permitividad admisible [1/s]	0.39062500
Permitividad requerida [1/s]	0.00003309
Factor de seguridad global > 3.0	CUMPLE

Conducción del agua en el plano del geocompuesto

Tasa de flujo admisible	0.00111621
Tasa de flujo requerida	0.00024123
Factor de seguridad global	4.63
Observación	CUMPLE



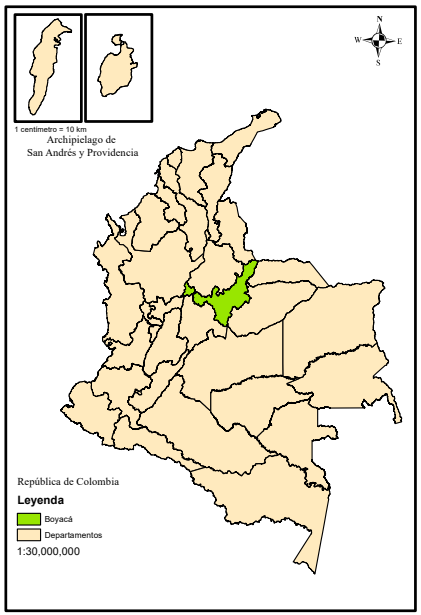
Para consultas y soporte técnico: ingenieriageosinteticos@wavin.com

ADVERTENCIA

Esta herramienta de cálculo es un complemento al Manual de Diseño. El usuario debe conocer las ecuaciones, su aplicabilidad y limitaciones. Esta herramienta de cálculo no debe ser usada en reemplazo de un ingeniero diseñador.

La información contenida aquí no puede ser garantizada ya que las condiciones del usuario están mas allá de nuestro control. El usuario de esta herramienta asume todos los riesgos asociados con su uso.

A pesar de que todos los esfuerzos han sido hechos para verificar su funcionamiento y resultados, GEOSINTÉTICOS PAVCO WAVIN no se hace responsable por cualquier error en los cálculos obtenidos con esta herramienta. Datos asumidos o valores entrados erróneos pueden dar soluciones incorrectas.



Leyenda

- Ubicación Obra
- Pauna
- Boyacá
- Otros Departamentos

INFORMACIÓN DE REFERENCIA
Coordenadas planas Gauss Kruger
Datum MAGNA SIRGAS
Origen Bogotá
Proyección Transversal de Mercator
Falso Este: 1 000 000
Falso Norte: 1 000 000

UBICACIÓN OBRA CARARE
MUNICIPIO DE PAUNA BOYACÁ

10 5 0 10 20 30 40
Kilometers
1:1,500,000

Elaborado por
Jeisson Arnulfo Sierra León
Para
Estudio Hidrológico e Hidráulico

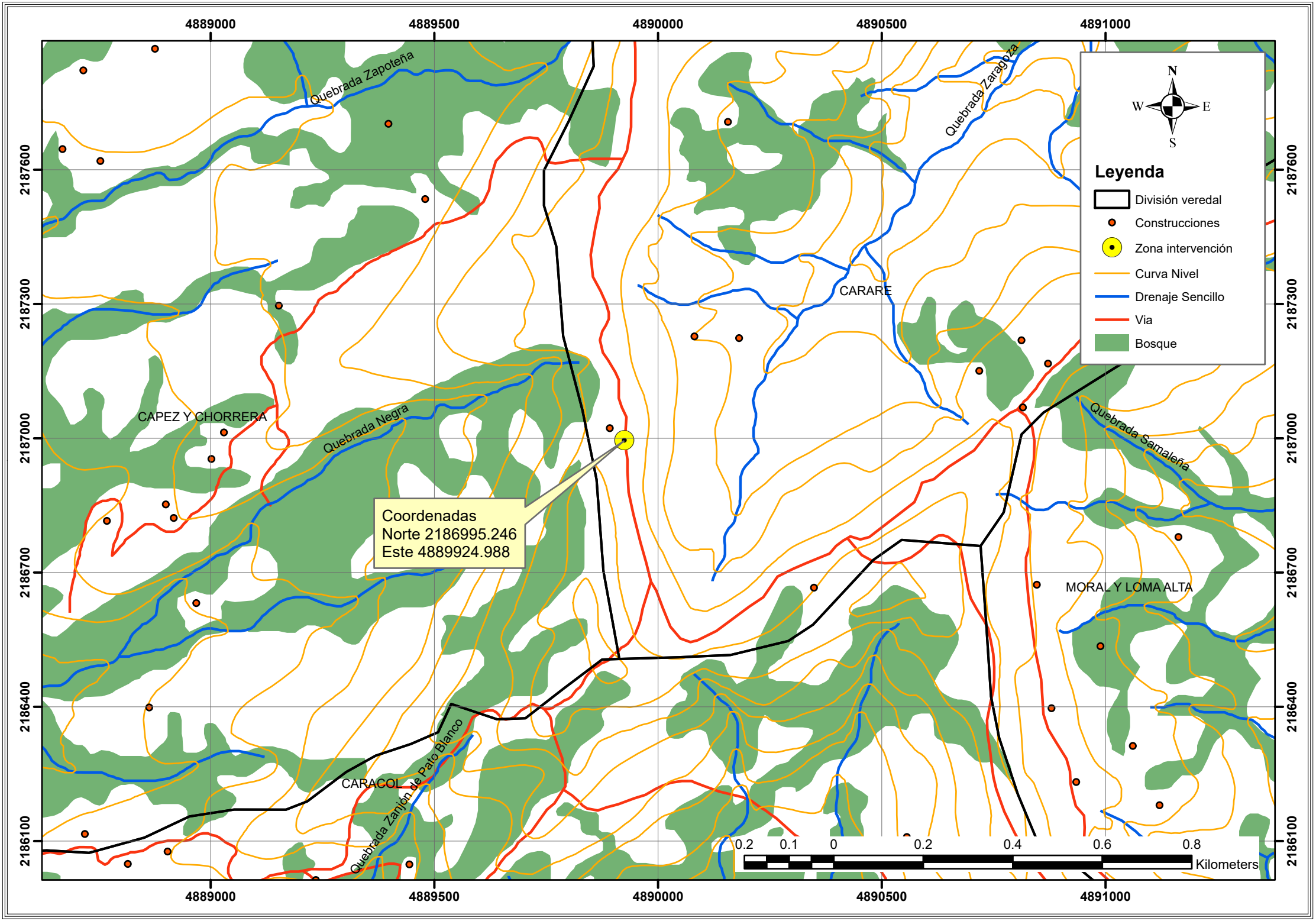
4860000 4920000 4980000 5040000 5100000

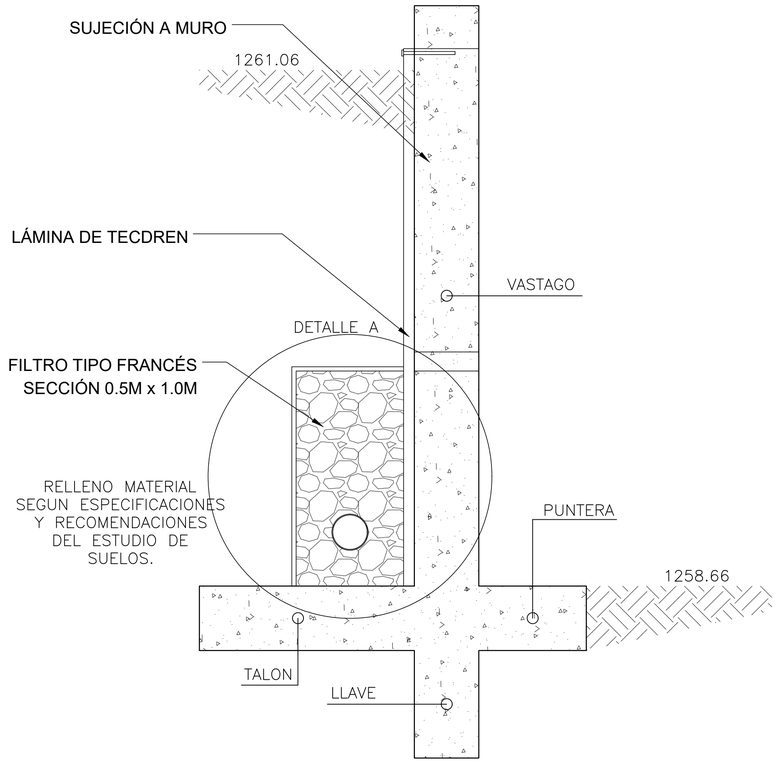
2300000 2250000 2200000 2150000 2100000

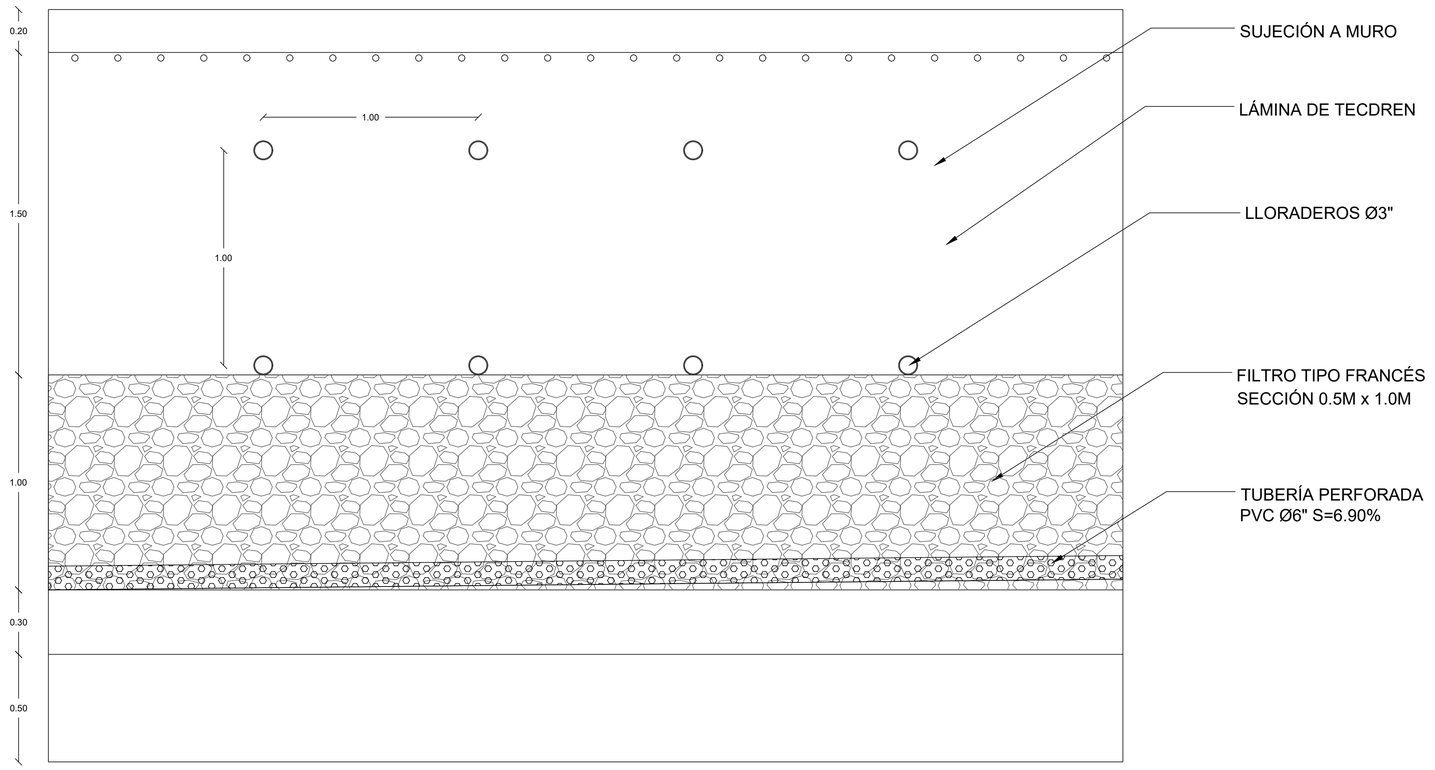
Bolívar
Norte de Santander
Antioquia
Arauca
Caldas
Caldas
Cundinamarca
Casanare
Meta

PISTORAQUE Y SANTA ROSA
FURATENA Y PURI
CARARE
CAPEZ Y CHORRERA
MORAL Y LOMA ALTA
CARACOL
QUIPAMA Y OQUIMA
1:60,000
IBAMA
MIABE

Puerto Boyacá
Boyacá
Otanche
Pauna
Briceño
Saboyá
Chiquinquirá
Caldas
Maripí
Muzo
Quípama
La Victoria
Buenavista
Coper
San Miguel De Sema
Tinjacá
Sáchica
Ráquira
Samacá
Santana
San José De Pare
Chitaraque
Togüí
Moniquirá
Santa Sofía
Sachantiva
Arcabuco
Villa De Leiva
Chíquiza
Sutamarchán
Motavita
Oicatá
Sora
Cucaita
Tunja
Soracá
Boyacá
Ventaquemada
Jenesano
Nuevo Colón
Turmequé
Tibaná
Úmbita
Chinavita
Pachavita
La Capilla
Garagoa
Tenza
Sutatenza
Guateque
Somondoco
Almeida
Guayatá
Chivor
Santa María
San Luis De Gaceno
Macanal
Campohermoso
Páez
Miraflores
Zetaquirá
Berbeo
San Eduardo
Ramiriquí
Viracachá
Ciénega
Rondón
Pajarito
Aquitania
Pesca
Tota
Siachoque
Toca
Chivatá
Cómbita
Tuta
Sotaquirá
Paipa
Tibasosa
Nobsa
Firavitoba
Sogamoso
Iza
Cuítiva
Labranzagrande
Pisba
Paya
Mongua
Monguí
Tópaga
Gámeza
Corrales
Busbanzá
Floresta
Santa Rosa De Viterbo
Tasco
Betéitiva
Duitama
Cerinza
Belén
Paz De Río
Tutazá
Sativasur
Sativanorte
Susacón
Socha
Socotá
Jericó
Chita
La Uvita
Boavita
Soatá
San Mateo
El Cocuy
Tipacoque
Guacamayas
Panqueba
El Espino
Güicán De La Sierra
Chiscas
Cubará
Covarachía

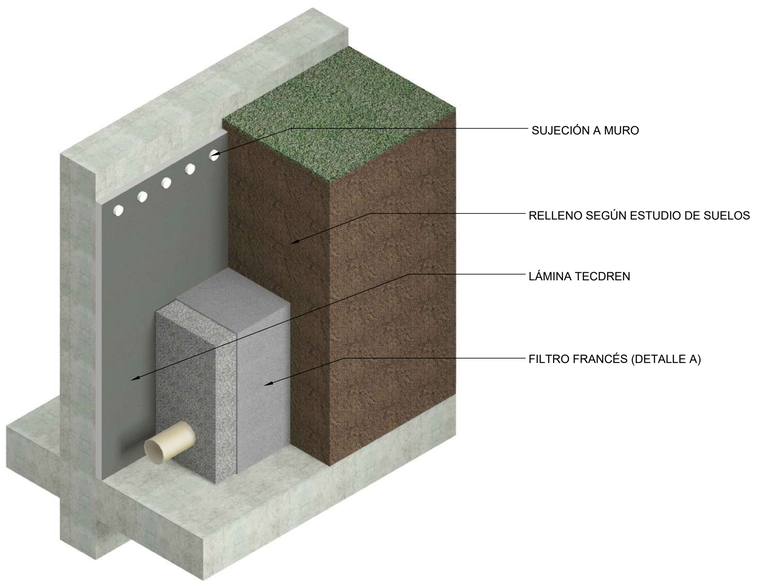

4889000
4889500
4890000
4890500
4891000
2187600
2187300
2187000
2186700
2186400
2186100
Quebrada Zapoteña
Quebrada Zaragoza
CARARE
CAPEZ Y CHORRERA
Quebrada Negra
Quebrada Samaleña
MORAL Y LOMA ALTA
CARACOL
Quebrada Zanjón de Pato Blanco
Coordenadas
Norte 2186995.246
Este 4889924.988
N
W
E
S
Leyenda
División veredal
Construcciones
Zona intervención
Curva Nivel
Drenaje Sencillo
Via
Bosque
0.2 0.1 0 0.2 0.4 0.6 0.8
Kilometers

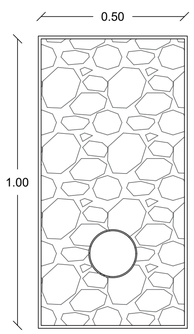


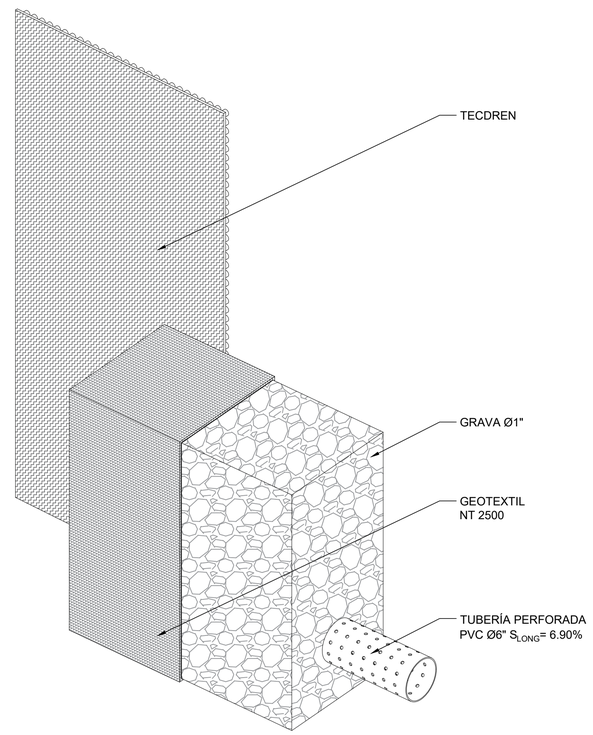


ALZADO LATERAL DRENAJE MURO DE CONTENCIÓN
ESC_____1:20

ALZADO FRONTAL DRENAJE MURO DE CONTENCIÓN
ESC_____1:20







DETALLE ISOMÉTRICO DRENAJE MURO DE CONTENCIÓN
ESC_____S.E.

DETALLE A
ESC_____S.E.

GOBERNACIÓN DE BOYACÁ

PROYECTO:

CONSTRUCCION DE OBRAS DE MITIGACION SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS PROVINCIA DE OCCIDENTE DEPARTAMENTO DE BOYACA

SECTOR CARARE MUNICIPIO DE PAUNA

CONTIENE:

- ALZADO LATERAL DRENAJE MURO DE CONTENCIÓN.
- ALZADO FRONTAL DRENAJE MURO DE CONTENCIÓN.
- DETALLE ISOMÉTRICO DRENAJE MURO DE CONTENCIÓN.
- DETALLE A.

DISEÑO:

Ing. JEISSON ARNULFO SIERRA LEÓN
Contacto: +57 3212820720
ing.jearsile@gmail.com

APROBÓ:

REVISÓ:

JUAN CARLOS VELAZQUEZ
CONTRATISTA DE OBRA

APROBO:

JHONATAN MENESES
INTERVENTOR

LOCALIZACIÓN:



CONVENCIONES

DÍGITO :

Ing. JEISSON ARNULFO SIERRA LEÓN
Contacto: +57 3212820720
ing.jearsile@gmail.com

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

NOVIEMBRE DE 2023

ARCHIVO DIGITAL :

CT019_02

PLANO Nº 1 DE 1

ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN

FRENTE DE OBRA

MUNICIPIO DE PAUNA – SECTOR CARARE.

Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

SEPTIEMBRE 2023

INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO ATENCIÓN DE EMERGENCIA PARA LA ESTABILIZACIÓN TALUD VÍA TERCIARIA 52688 SECTOR CARARE MUNICIPIO DE PAUNA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

LOCALIZACIÓN: **MUNICIPIO DE PAUNA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**

PROPIETARIO: **ALCALDÍA MUNICIPAL**

DIRIGIDO A: **GOBERNACIÓN DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ**

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

1 GENERALIDADES 6
1.1 DEL PROYECTO 6
1.2 LOCALIZACIÓN GENERAL 7
1.2.1 Localización zona de estudio 8
1.3 GEOLOGÍA GENERAL[3] 8
1.4 GEOLOGIA REGIONAL 11
1.4.1 Formación Paja (K1p) 11
1.4.2 Formación Tablazo (K1t) 11
1.4.3 Depósitos Coluviales (Q2c) 13
2 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA 15
2.1 OBJETIVO Y ALCANCES DEL ESTUDIO 19
2.2 ENSAYOS REALIZADOS 19
2.3 ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR 20
2.4 PRESENCIA DE CUERPOS DE AGUA, VEGETACION Y PRECIPITACION 24
2.4.1 Presencia de Cuerpos de agua 24
2.4.2 Distribución Temporal de la Precipitación 25
3 CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO 26
3.1 PERFIL DEL SUBSUELO 26
4 ANÁLISIS DE RESULTADOS 26
4.1 HUMEDAD DEL MATERIAL 26
4.2 PLASTICIDAD DEL MATERIAL 27
4.3 RESISTENCIA DEL MATERIAL DEL SUELO DE FUNDACIÓN 29
4.4 ANÁLISIS DE SUELOS EXPANSIVOS 30
4.5 ANÁLISIS DE SUELOS COLAPSABLES 30
4.6 ABLANDAMIENTO CICLICO DE SUELOS FINOS 31
5 RECOMENDACIONES 33
5.1 Tipo de cimentación 33
5.2 Nivel de cimentación 33
5.3 TIPO DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO 35
6 EVALUACION DE CARGAS A CIMENTACION 39
6.1 PRESIÓN DE TRABAJO (CAPACIDAD PORTANTE) 39
6.2 EVALUACION DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS 39
6.3 EVALUACION DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACION 39
6.4 MÓDULO DE BALASTO EN SUELOS COHESIVOS 40

6.5 FACTOR DE SEGURIDAD ADOPTADO 40
6.5.1 REVISION FACTORES DE SEGURIDAD 41
6.5.2 ASENTAMIENTOS DEBIDO A LAS CARGAS Y CALCULO DELMODULO DE BALASTO 42
6.6 PARÁMETROS DE DISEÑO MUROS DE CONTENCION 44
7 RECOMENDACIONES GENERALES 45
8 ANEXOS – PERFILES DE CAMPO 48
9 ANEXOS ENSAYOS DE LABORATORIO 50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización general de la zona de estudio. Modificado Google Earth. 6
Figura 2 Localización general del proyecto dentro de la geografía nacional..... 7
Figura 3. Definición de cada uno de los bloques estructurales de acuerdo con el Ingeominas. 10
Figura 4. Vista general de la zona de estudio.....13
Figura 5. Ubicación geológica del sitio de estudio. 14
Figura 6. Localización general de los sondeos dentro de la zona de estudio. 16
Figura 7. Actividades de exploración mediante la utilización del barreno helicoidal, ensayos de campo de pruebas de penetración estándar SPT. 18
Figura 8. Ejemplo cálculo de N corregido por energía 22
Figura 9. Resistencia al corte no drenado estimado con el ensayo de SPT. 24
Figura 10 Variación de la humedad con la profundidad para los sondeos. 27
Figura 11. Variación del límite líquido con la profundidad de exploración.....28
Figura 12 Variación de la resistencia con la profundidad para los sondeos 1 al 2 con base en los ensayos de resistencia realizados tanto en el campo como en el laboratorio 29
Figura 13. Criterio propuesto para la evaluación de susceptibilidad a la licuación de suelos finos. Fuente Bray J.D. Sancio R.B. Durgunoglu H.T. (2004).....31
Figura 14. Evaluación de susceptibilidad a la licuación de suelos finos, por medio del criterio propuesto por Bray J.D. Sancio R.B. Durgunoglu H.T. (2004). 32
Figura 15. Esquema de cimentación.....33
Figura 16. Espectro elástico de aceleraciones. (A.2.6.1 de la NSR-10). 37
Figura 17. Espectro elástico de velocidades. (A.2.6.2 de la NSR-10).....37
Figura 18.Espectro elástico de desplazamientos. (A.2.6.2 de la NSR-10). 38

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Cantidad y tipo de ensayos programados.....19
Tabla 2. Tabla resumen resultados de laboratorio.....20
Tabla 3. Descripción estratos. 20
Tabla 4. Tabla resumen resultados de laboratorio (SPT).....23
Tabla 5. Clasificación de suelos expansivos. Tomado NSR-10 30
Tabla 6. Parámetros geotécnicos 35
Tabla 7. Coeficientes de diseño sísmico. 36
Tabla 8. Valores de aceleración, velocidad y desplazamiento espectral. 36
Tabla 9. Cálculo de capacidad portante 41
Tabla 10. Asentamientos inmediatos. 42
Tabla 11. Asentamientos totales.....43
Tabla 12. Parámetros de diseño de muros de contención.....44

1 GENERALIDADES

1.1 DEL PROYECTO

La gobernación departamental de Boyacá está adelantando el proyecto para la atención de la emergencia para la estabilización de la banca de una vía terciaria la 52688 en el sector Carare del municipio de Pauna departamento de Boyacá. Ver figura 1.



Figura 1. Localización general de la zona de estudio. Modificado Google Earth.

Revisada la información proporcionada por el cliente se tiene que el proyecta la estabilización de la banca de la vía carreteable.

El sitio se encuentra al momento de ejecutar las perforaciones como un talud con pérdida de banca. El lote se caracteriza por presentar pendiente de 20°.

Para conocer propiedades mecánicas e índices, parámetros de resistencia y de asentamientos del subsuelo bajo el área de la obra, el cliente ordenó el estudio

de suelos y recomendaciones necesarias para el diseño de la cimentación de la obra a construir.

1.2 LOCALIZACIÓN GENERAL[1]

En la figura 2 se puede apreciar la localización general del municipio de Pauna dentro de la geografía nacional, y el proyecto en general

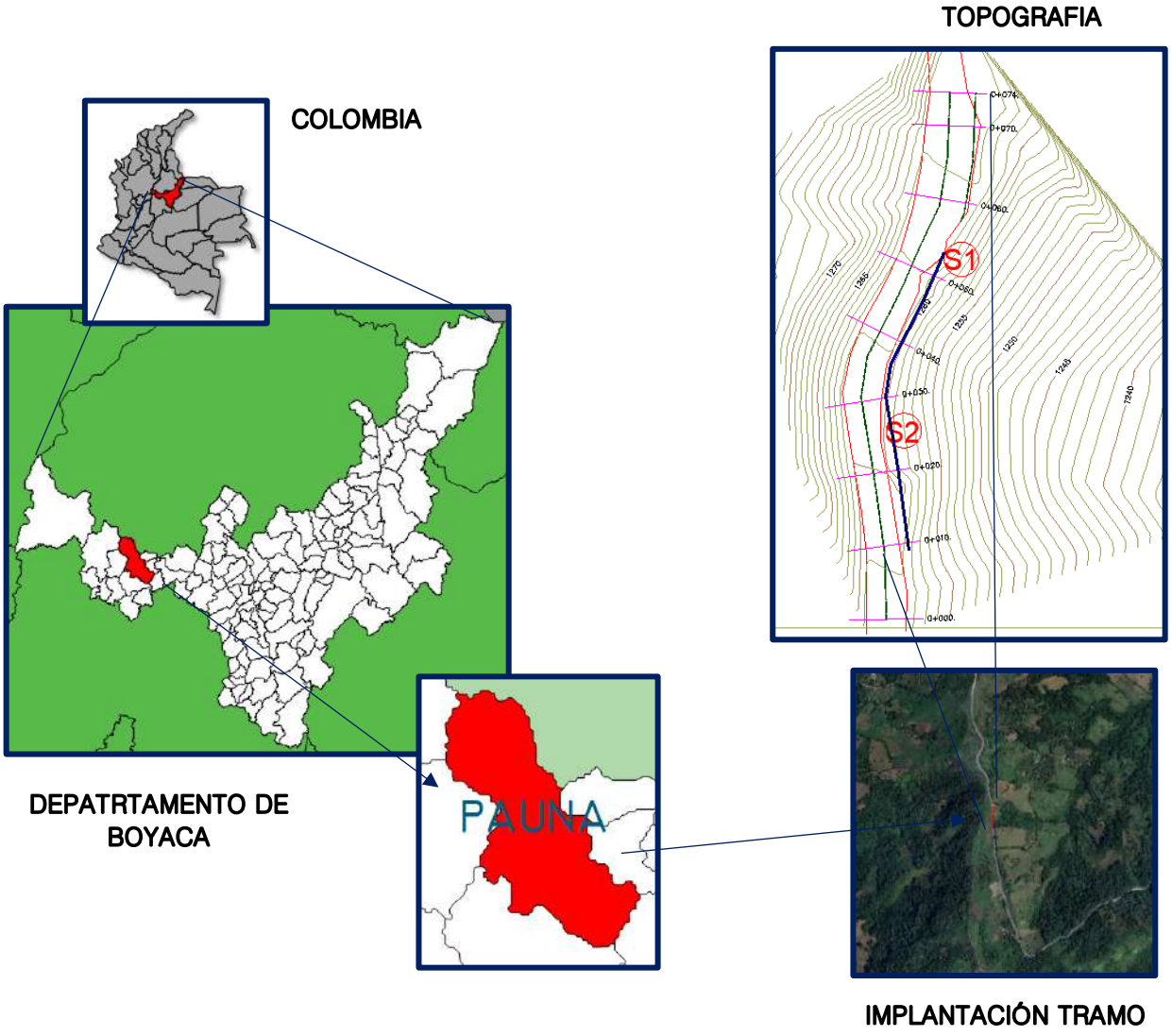


Figura 2 Localización general del proyecto dentro de la geografía nacional

[1] Diccionario Geográfico de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1996

PAUNA: Es una ciudad Colombiana ubicada en el occidente del Departamento de Boyacá, en una de las estribaciones de la Cordillera Oriental que forma la denominada Cuenca del Río Minero. Dista 164 km de Bogotá D.C. y 119 km de Tunja (Capital de Boyacá). Limita por el Norte con el departamento de Santander (Florián), por el Oriente con los municipios de Briceño y Tununguа, por el sur con los municipios de Caldas y Maripi y por el Occidente limita con los municipios de San Pablo de Borbur y Otanche. Tiene una Extensión total de 259 Km2, una temperatura media de 22º C. y unas coordenadas geográficas (Cabecera municipal). de Latitud 5° 40' Norte y Longitud: 73° 59' Oeste.
Las actividades económicas en el municipio son la agricultura, la ganadería, la piscicultura y la silvicultura. Los principales productos agrícolas son el maíz, la yuca, el café, el cacao y el plátano. [2]

1.2.1 Localización zona de estudio

El proyecto se localiza en el Municipio de Pauna, sobre las coordenadas referidas al datum Bogotá:

Coordenadas Magna Sirgas	Norte	Oeste
Elipsoidal	5°41'30,5''	73°59'39,9''
Gauss-Krueger	1121156,223	1009204,379

Estas coordenadas corresponden a la carta geológica de Vélez que en nomenclatura propia del IGAC corresponde a la plancha número 170-III-H-2.

1.3 GEOLOGÍA GENERAL[3]

Para describir la estratigrafía del Departamento de Boyacá Ingeominas (2000) ha dividido el área departamental en cuatro cuencas sedimentarias que de occidente a oriente se designan así:

- Cuenca Valle Medio del Magdalena:
  - Bloque Valle del Río Magdalena: Puerto Boyacá

[2] FUENTE: Pagina web municipio de Pauna. http://www.pauna-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml

- Bloque Vertiente Occidental de la Cordillera Oriental: Otanche

- Cuenca Cordillera Oriental
  - Bloque Chiquinquirá – Arcabuco
  - Bloque Tunja – Duitama
  - Bloque Tota – Paz de Río
  - Bloque Macizo de Floresta
- Cuenca Sierra Nevada del Cocuy
  - Bloque Cocuy – Cubará – Margua
- Cuenca Piedemonte Llanero
  - Bloque San Luís de Gaceno

La zona de estudio se encuentra en la Cuenca de la Cordillera Oriental, que corresponde a una serie de bloques diferencialmente levantados constituidos por rocas sedimentarias Mesozoicas. En esta Cuenca se distinguen cuatro bloques estratigráfica y tectónicamente diferentes, los cuales se mencionaban anteriormente: Bloque Chiquinquirá – Arcabuco, Bloque Tunja – Duitama, Bloque Tota – Paz de Río y Bloque Macizo de Floresta.
El sitio de estudio se encuentra localizado en el Bloque Chiquinquirá – Arcabuco el cual está localizado inmediatamente al oriente del bloque de Otanche y está limitado por la Falla de cabalgamiento de La Salina al occidente y la Falla inversa de Boyacá al oriente.
Entre los pliegues presentes en este bloque cabe mencionar de occidente a oriente: el Sinclinal de La Palma – Otanche, el Sinclinal de Santa Bárbara, el Anticlinal de La Victoria, el Anticlinal de Coscuez, el Anticlinal de Santa Helena, el Sinclinal de Coscuez, el Sinclinal de Quipama, el Anticlinal del Alto La Chapa, el Sinclinal y Anticlinal de Muzo, el Sinclinal del Almendro y el Anticlinal de Pauna; el Sinclinal de Coper, el Anticlinal del Río Piedras, el Sinclinal y Anticlinal de Caldas, el Sinclinal de Chiquinquirá – San José de Pare, el Anticlinal de Oiba, el Anticlinal de Tinjacá y el Anticlinal de Arcabuco, el cual cabecea o se hunde al nororiente del Municipio de Sáchica, para presentarse como una bifurcación en relevo al suroccidente de esta población, formando el Sinclinal y Anticlinal de Ráquira, el Sinclinal de La Isla y el Anticlinal del Rabanal.

En general son estructuras simétricas, de gran extensión longitudinal, cuyos ejes se orientan en dirección N30°E a N40°E, algunos de los cuales presentan inversión, generalmente en uno de sus flancos, tales como el Anticlinal de Tinjacá que presenta una inversión en su flanco occidental.

En la siguiente figura se presenta la definición de cada uno de los bloques en los cuales se encuentra dividido el departamento de Boyacá de acuerdo con la información suministrada por el Ingeominas.

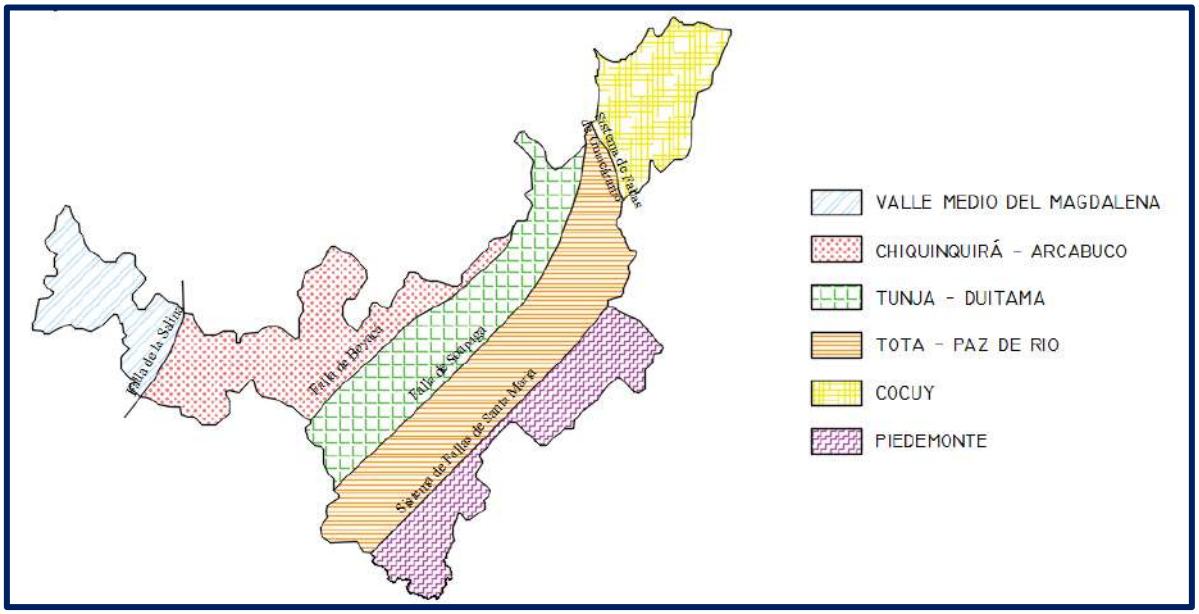


Figura 3. Definición de cada uno de los bloques estructurales de acuerdo con el Ingeominas.

La zona de estudio se encuentra en la Región de la cordillera oriental la cual se describe como, región montañosa de la Cordillera Oriental ocupa la mayor parte (65%) del área del departamento en dirección general sur occidente nororiente, caracterizada por una variedad de climas que abarca desde los templados suaves hasta los fríos intensos y el típico clima de páramo. En función de los diferentes relieves y las características climáticas que tiene la región, pueden distinguirse tres zonas importantes: el Macizo de Santander, la zona de la Serranía de Los Cobardes o y Ariguíes, que forma una barrera con elevaciones de hasta 3.000 m para separar el Valle del Magdalena al occidente del Valle del Suárez al oriente y zona de relieves glaciares y periglaciares que representen las partes más altas de los páramos con los más pintorescos y exóticos paisajes santandereanos.

1.4 GEOLOGIA REGIONAL [3]

Para esta zona de encuentran diferenciados los siguientes tipos de formas

1.4.1 Formación Paja (K1p)

El nombre fue dado por wheeler, O. C., (informe inédito), según Morales, L.,(1955), para designar una sucesión de shales negros, ligeramente calcáreos y micáceos, con concreciones de calizas hasta de 30 cm de diámetro, que afloran en la quebrada La Paja, afluente del río Sogamoso, entre Bucaramanga y San Vicente. La Formación Paja, aflora en la zona estudiada (planchas 170 y 190) en un área de 850 Km^2, concordantemente a la Formación Bitoque en el lado oriental de la plancha 170 y de igual manera sobre la Formación Rosa- blanca en la región occidental (Anticlinal de Portones). La unidad se caracteriza por una morfología suavemente ondulada, debido a su carácter predominantemente arcilloso. Sus numerosos repliegues, impidieron el levantamiento detallado de su litología, y por tal razón, su descripción se hace en forma general, basados en secciones discontinuas. Está constituida en su base por lutitas y limolitas grises oscuras a negras„ ferruginosas, con delgadas intercalaciones de areniscas arcillosas; su parte media la componen una sucesión de frutitas, arcillolitas, grises, con intercalaciones de areniscas, con concreciones limolíticas, piritosas, hasta de 10 cm de diámetro, y niveles de yeso (selenita), y la parte superior está formada por lutitas grises claras a oscuras micáceas, interestratificadas con areniscas arcillosas, de grano fino, en estratos hasta de 5 m de es- pesor. Un estudio detallado de esta unidad ha sido realizado por Etayo, Fernando (1968, pp. 18-30) en el área de Villa de Leiva-Sáchica, quien le asigna una edad de Hauteriviano - Aptiano Superior; por sus características paleontológicas y litológicas, este mismo autor supone para esta unidad un ambiente marino de aguas poco profundas y de circulación restringida. Su correlación puede hacerse con la parte inferior a media del Tibú- Mercedes Tibasosa Arenisca de Las Juntas y parte inferior del Fómeque.

1.4.2 Formación Tablazo (K1t)

El nombre de Formación Tablazo fue dado por Wheeler, O. C., (informe inédito), según Morales, L., et. al., (1955), para designar una serie de calizas

FUENTE: GEOLOGÍA DE LAS PLANCHAS 170, VÉLEZ, 190 CHIQUINQUIRÁ, COLOMBIA Carlos E. Ulloa M. Erasmo Rodríguez M. INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA INGEOMINAS, Bogotá, julio de 1979. Recuperado de https://www.sgc.gov.co

y margas fosilíferas, macizas, con predominio de calizas en la parte alta y margas en la parte baja, que afloran en La población del. Tablazo, en el lado norte del río Sogamoso.
La Formación Tablazo, aflora en el área estudiada (planchas 170 y 190), concordantemente a los estratos de la Formación Paja, y se caracteriza por presentar una topografía escarpada que contrasta con la morfología suavemente ondulada, de las unidades que le infrayacen y suprayacen. Su estudio litológico se hizo con base en las secciones del Alto de Granadillo (plancha 170, parte más sur de la cuadrícula 11D), noroeste de la población de Sutamarchán (plancha 190, parte más sur de la cuadrícula 10A) y fuera de la zona estudiada en la localidad del Tablazo (cuadrángulo H–12, cuadrículas 5a y 5B).

En el Alto de Granadino, la unidad se subdivide en los siguientes conjuntos: a) – 4 m de calizas grises oscuras, algo arcillosas, en estratos de 0,50 a 1,50 m de espesor, con venas de calcita perpendiculares a la estratificación, b)– 92 m de lutitas grises oscuras a negras, con nódulos arcillosos, ferruginosos, e intercalaciones delgadas de 'imantas grises, a veces calcáreas, con una intercalación de arenisca arcillosa, de grano fino, color crema, algo micácea, friable, en un espesor de 5 m, c)– calizas negras, fosilíferas, macizas, de 5 y 10 m de espesor, respectivamente, separadas por 2,50 m de alternancia de margas y lutitas grises oscuras, d)– 35 m de lutitas grises oscuras, algo micáceas que hacia la parte superior presentan esporádicas intercalaciones de areniscas arcillosas, de grano fino, grises claras, de alteración amarillenta y .micáceas, e)– 9 m de areniscas arcillosas, grano fino, grises claras, de alteración amarillenta, micáceas, que hacia el tope son algo calcáreas y contienen nódulos calcáreos, f)– 80 m de lutitas grises claras a negras, micáceas, con delgadas intercalaciones de areniscas arcillosas, de grano fino, grises claras, de alteración amarillenta, algo micáceas, g)– un conjunto compuesto por: 23 ni de alternancia de areniscas arcillosas, de grano fino, grises oscuras, de alteración amarillenta, micáceas y lutitas negras bituminosas, con nódulos arcillosos; hacia el tope se presenta una caliza de 2,50 m de espesor, de color negro, fosilífera, compacta, estratificada en bancos de 0, 50 m de espesor; 21 m de lutitas negras, con concreciones ferruginosas, a las cuales le suprayacen 2,50 ni de arenisca calcárea, gris oscura, compacta, con nódulos huecos y 12,50 m de lutitas negras con

lentejones de caliza. El techo del conjunto, lo constituye una arenisca arcillosa, de grano fino, gris clara y micácea de 1 m de espesor.

1.4.3 Depósitos Coluviales (Q2c)

Con este término se incluyen los depósitos de talud y derrubios; están constituidos por acumulaciones de materiales de composición heterogénea y de tamaño variable, predominantemente bloques angulares.

En el contexto regional la zona de estudio se ubica sobre la Formación Paja (kip), ver Figura 5. Desde una perspectiva local se presentan lutitas y limolitas negras, en la parte inferior a media concreciones calcárea y películas de yeso. La geomorfología de la zona se caracteriza por presentar una pendiente del 20%, la cual se puede observar en la figura 4.



Figura 4. Vista general de la zona de estudio.

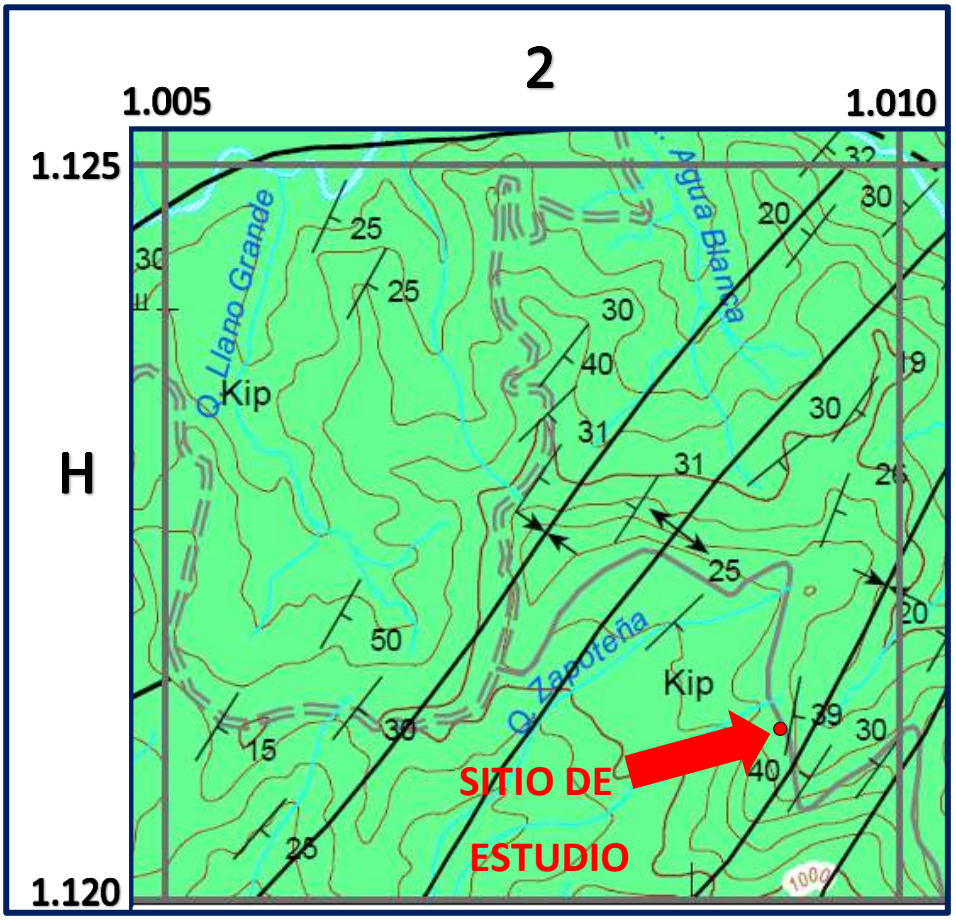


Figura 5. Ubicación geológica del sitio de estudio. [4]

[4] FUENTE: Servicio Geológico de Colombia. Estado de la Cartografía Geológica de Colombia 2015 Plancha 170. Escala 1:100.000. Recuperado de https://www.sgc.gov.co

2 EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

Para determinar las condiciones geotécnicas del subsuelo en el sitio del proyecto, se realizaron dos (02) sondeos de reconocimiento y muestreo entre 3.50 y 4.00 metros de profundidad aproximadamente, a los cuales se le tomaron muestras alteradas con cuchara partida (Ensayo SPT) y muestras inalteradas en tubo shelby, con el fin de determinar propiedades físicas y mecánicas del subsuelo, las condiciones de agua subterránea y las características geotécnicas para cada nivel de suelo explorado. De la misma manera se realizaron ensayos de resistencia en campo correspondientes a ensayos de penetración estándar SPT en donde por medio de correlaciones derivadas de la geotecnia se determinó la resistencia del material.

De acuerdo a la geología del sector la zona de estudio reposa sobre la formación Paja (Kip) el cual está constituida por Lutitas y limolitas negras, en la parte inferior a media concreciones calcárea y películas de yeso.

Para llevar a cabo la realización de los ensayos de penetración estándar se utilizó un peso estándar del martillo de 63,5 ± 1,00 Kg y en cada golpe el martillo tiene una altura de caída de 762mm. Es de recordar que el número de golpes requeridos para los dos últimos intervalos se suman para dar el número de penetración estándar a la profundidad indicada de acuerdo con la norma ASTM D-1586 (INV E-111). En los formatos anexos al presente informe se presentan los parámetros de resistencia encontrados mediante la realización de los ensayos, en donde por medio de correlaciones derivadas de la geotecnia y con diversos autores se evaluaron dichos parámetros. Debido al peso de martillo que se utilizó para la realización de los ensayos de campo se realizaron las correspondientes correcciones.

En las siguientes fotografías se puede apreciar las actividades de exploración manual con la realización de los ensayos de campo correspondientes a pruebas de penetración estándar SPT con la utilización de la cuchara y la recuperación de muestras inalteradas con tubo shleby.

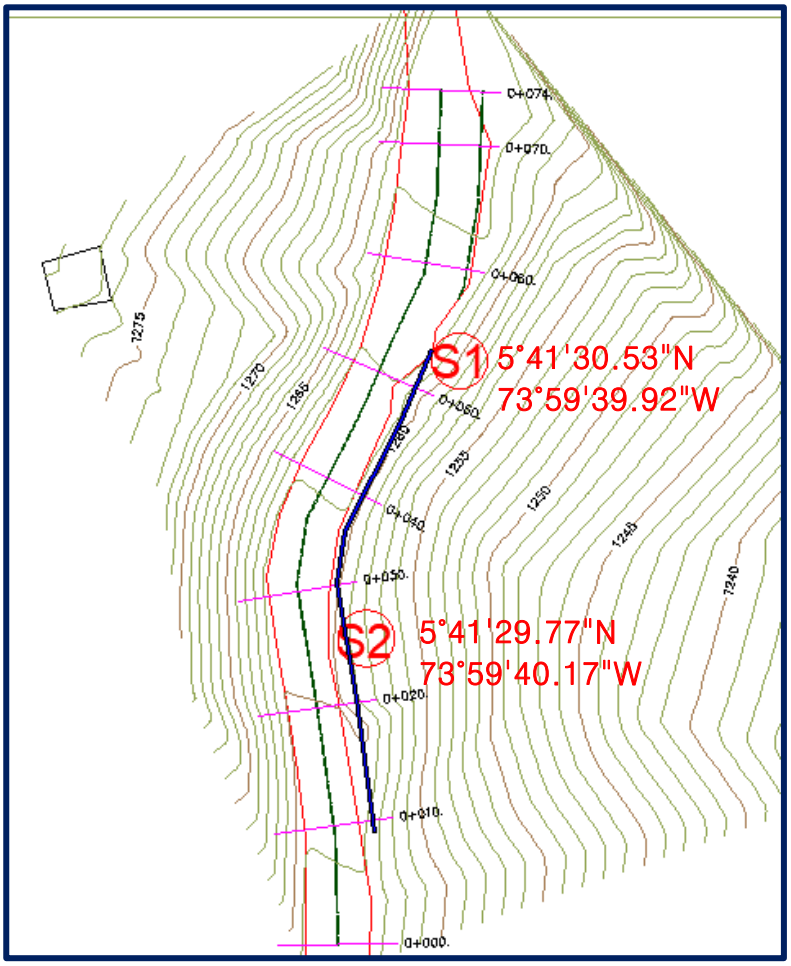


Figura 6. Localización general de los sondeos dentro de la zona de estudio.




Pauna-Boyacá
26-01-2023
Sondeo #1


Pauna-Boyacá
26-01-2023
Sondeo #1






Pauna-Boyacá
26-01-2023
Sondeo #2


Pauna-Boyacá
26-01-2023
Sondeo #2



Figura 7. Actividades de exploración mediante la utilización del barreno helicoidal, ensayos de campo de pruebas de penetración estándar SPT.

2.1 OBJETIVO Y ALCANCES DEL ESTUDIO

El presente estudio tiene como propósito el reconocimiento de las condiciones geotécnicas, estratigráficas e hidrogeológicas presentes en la zona con las cuales servirán de base para la determinación de las características de capacidad portante y análisis de asentamientos para la obra proyectada. El alcance del estudio prevé análisis de estabilidad de taludes, la zona de estudio presenta pendientes del 4°. No se prevé ensayos de colapso y tipo REMI.

2.2 ENSAYOS REALIZADOS

La determinación de las características de cada uno de los estratos, incluye los siguientes ensayos:

- Contenido de agua (Humedad) NTC – 1495
- Análisis Granulométrico por lavado Tamiz No. 200 NTC –77
- Determinación del Límite Líquido NTC – 4630 Método A
- Determinación del Límite Plástico e Índice de Plasticidad NTC–4630 Mét. A
- Compresión Inconfinada en muestras de suelos NTC – 1527.
- Ensayos de penetración estándar SPT ASTM D1586

La totalidad de las muestras obtenidas fueron identificadas en campo y laboratorio y sobre un número representativo de ellas se efectuaron los diferentes ensayos.

En la Tabla 1 se presenta el número y tipo de ensayos efectuados para cada sondeo realizado, y en los Anexos se registran los resultados de los ensayos de laboratorio.

Ensayo	S1	S2
Profundidad del sondeo (m)	3.50	4.00
Humedad natural	7	8
Límites de Atterberg	2	1
Lavado sobre el tamiz Nº200	2	1
Ensayos de penetración estándar	5	6

Tabla 1. Cantidad y tipo de ensayos programados

A continuación, se presenta la tabla resumen con los resultados de los ensayos realizados en campo y laboratorio.

Barreno N° Prof. (m)	*Propiedades físicas y clasificación*										
	Profundidad promedio del Estrato	Humedad natural (%)	Límite Líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad (%)	Índice de liquidez	Humedad de equilibrio (%)	Pasa 200 (<0.075mm)	% Arenas	% Gravas	Clasificación USC
S-1 (0,05-1,20)	0,63	27,49	45,69	26,08	19,6	0,07	17	40,91	59,1		G C
S-1 (1,20-3,50)	2,35	18,95	43,52	27,60	15,9	-0,54	13	48,67	51,3		G M
S-2 (0,60-4,00)	2,30	23,62	48,50	31,72	16,8	-0,48	15	45,97	21,5	32,6	G M

Tabla 2. Tabla resumen resultados de laboratorio

Barreno N° Prof. (m)	DESCRIPCION DEL MATERIAL
S-1 (0,05-1,20)	Material compuesto por grava arcillosa con arena de color café.
S-1 (1,20-3,50)	Material compuesto por grava limosa de color café
S-2 (0,60-4,00)	Material compuesto por grava limosa de color café

Tabla 3. Descripción estratos.

2.3 ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR

En el ensayo de penetración estandar se entierra un tubo partido, aplicando golpes con un martillo de 63 Kg. que cae de una altura de 750 mm. El número de golpes requerido para enterrar el tubo 300 mm se denomina N de penetración estándar.

Con el número de golpes se puede estimar el valor del ángulo de fricción interna ϕ´ para arenas (Peck, 1974). También se puede obtener la densidad relativa y con esa densidad relativa obtener el valor de ϕ´ (Schmertmann, 1975).

El ensayo de penetración estándar se desarrolló inicialmente para determinar la resistencia de suelos no cohesivos y la mayoría de las correlaciones que existen en la literatura son útiles solamente para gravas y arenas.

Correcciones ensayo SPT

Para casi todas estas variantes hay factores de corrección a la energía teórica de referencia Er y el valor de N de campo debe corregirse de la siguiente forma (Bowles,1988):

$N_{corregido} = N \times Cn \times e1 \times e2 \times e3 \times e4 = N_{50}$

En la cual:

$N_{corregido}$ = valor de N corregido

N = valor de N de campo

Cn = factor de corrección por confinamiento efectivo $2/(1+\sigma$

e1 = factor por energía del martillo ($0.45 \leq h1 \leq 1$)

e2 = factor por longitud de la varilla ($0.75 \leq h2 \leq 1$)

e3 = factor por revestimiento interno de tomamuestras ($0.8 \leq h3 \leq 1$)

e4 = factor por diámetro de la perforación (> 1 para D> 5'", = 1.15 para D=8")

Corrección por Energía (h1)

Se considera que el valor de N es inversamente proporcional a la energía efectiva aplicada al martillo y entonces, para obtener un valor de Ne1 a una energía dada "e1", sabiendo su valor Ne2 a otra energía "e2" se aplica sencillamente la relación:

$Ne_{corregido} = N_{50} \times (e2/e1)$

Sondeo 1 Prof. 1,00			
Condiciones del Ensayo		Propiedades del suelo	
Profundidad de inicio (m):	1,00	Peso unitario (T/m³):	1,80
Profundidad del Nivel Freático (m):		Nº de golpes	
Peso del Martillo (kg):	63,50	N1	2
Peso del Cabezote (kg)	10,35	N2	2
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48	N3	3
Determinación de N corregido		Determinación de C y f	
sV (T/m²)	1,80	Peck, Hanson, Thornburn f (º):	27,6
CN	1,00	Hatanaka f (º):	22,8
e1	0,85	Uchida f (º):	28,8
e2	0,72	Promedio f (º):	26,4
Longitud de Tubería (m)	3,00	Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	42,2
Mr (kg)	20,79	Cu Stroud (KN/m²):	22,0
m	0,33	Cu Promedio (kg/cm²):	0,3
e3	0,73	Cu Promedio (KN/m²):	32,1
e4	1,00		
N de campo	5		
N 50	2		
N corregido	2		

Figura 8. Ejemplo cálculo de N corregido por energía

Los valores varían entre 4 a 55 golpes/pie entre profundidades de 1,00 a 4,00 metros explorados. A partir de este nivel se presentó rechazo en el ensayo de SPT.

En las tabla 4, se presenta un resumen de los parámetros obtenido con el ensayo de SPT, correspondiente al N de campo, N corregido por energía, resistencia al corte no drenada y la resistencia a la compresión inconfinada tomada como 2*Cu.

En la Figura 9, se presentan las variaciones de la resistencia al corte con la profundidad para cada una de las exploraciones realizadas. Se puede ver como se tienen condiciones de resistencia blanda a mediana inicialmente y aumenta a condiciones muy firmes a dura a mayor profundidad dando condiciones adecuadas para la cimentación de la estructura proyectada.

SONDEO	PROFUNDIDAD INICIAL	PROFUNDIDAD FINAL	N(SPT) CAMPO	Penetración normal corregida N(SPT)	ϕ	Cu(Kg/cm2)	qu(Kg/cm2)	Consistencia	Compacidad
1	1,00	1,50	5	2	23	0,22	0,44	Blanda	Suelta
	1,50	2,00	9	3	25	0,40	0,79	Mediana	Suelta
	2,00	2,50	28	12	31	1,23	2,46	Muy firme	Compacta
	2,50	3,00	36	15	32	1,58	3,17	Muy firme	Densa
	3,00	3,50	52	23	34	2,29	4,58	Dura	Muy densa
2	1,00	1,50	4	2	23	0,18	0,35	Blanda	Suelta
	1,50	2,00	12	5	27	0,53	1,06	Firme	Compacta
	2,00	2,50	11	4	26	0,48	0,97	Mediana	Compacta
	2,50	3,00	15	6	28	0,66	1,32	Firme	Compacta
	3,00	3,50	36	16	32	1,58	3,17	Muy firme	Densa
	3,50	4,00	55	24	34	2,42	4,84	Dura	Muy densa

Tabla 4. Tabla resumen resultados de laboratorio (SPT).

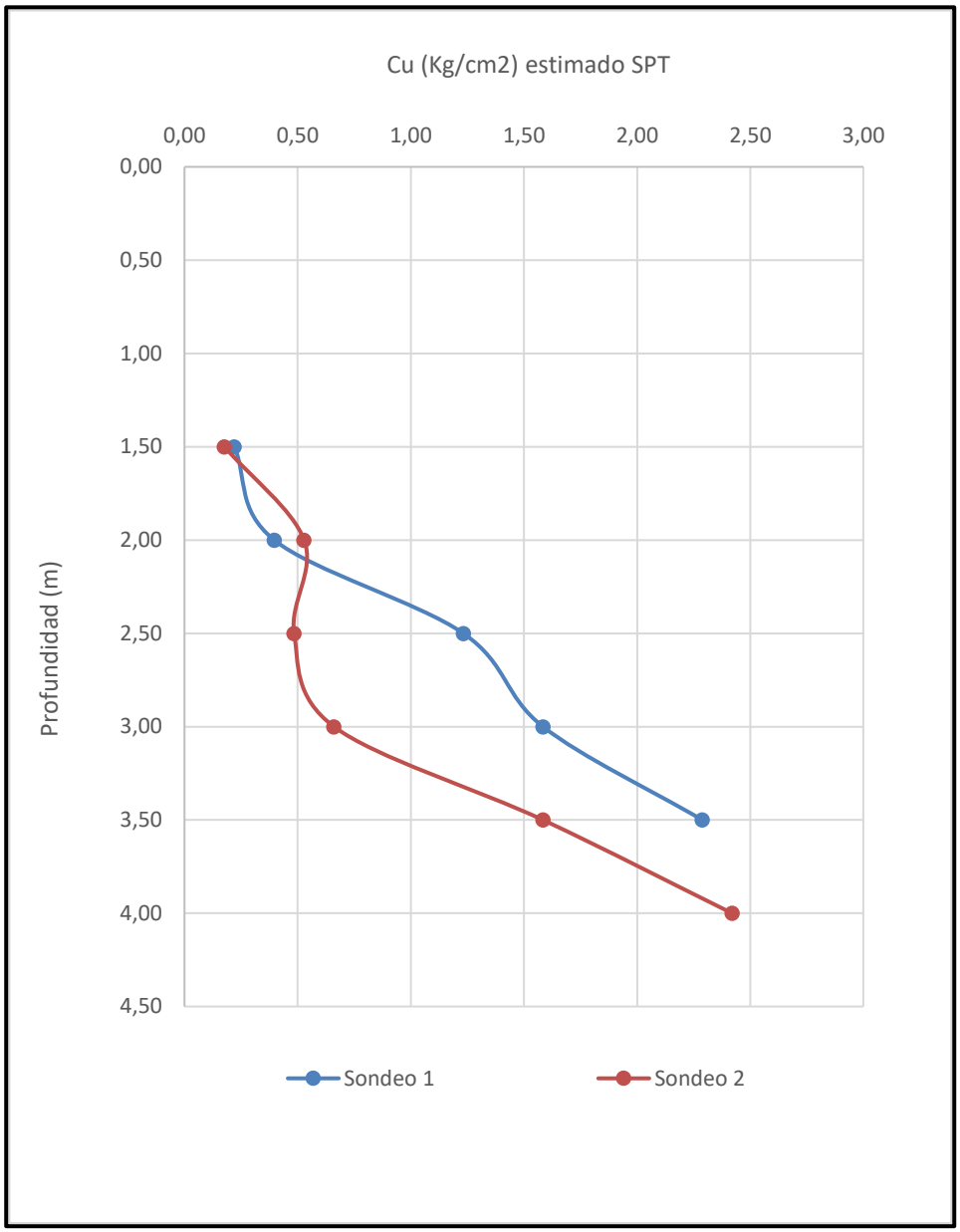


Figura 9. Resistencia al corte no drenado estimado con el ensayo de SPT.

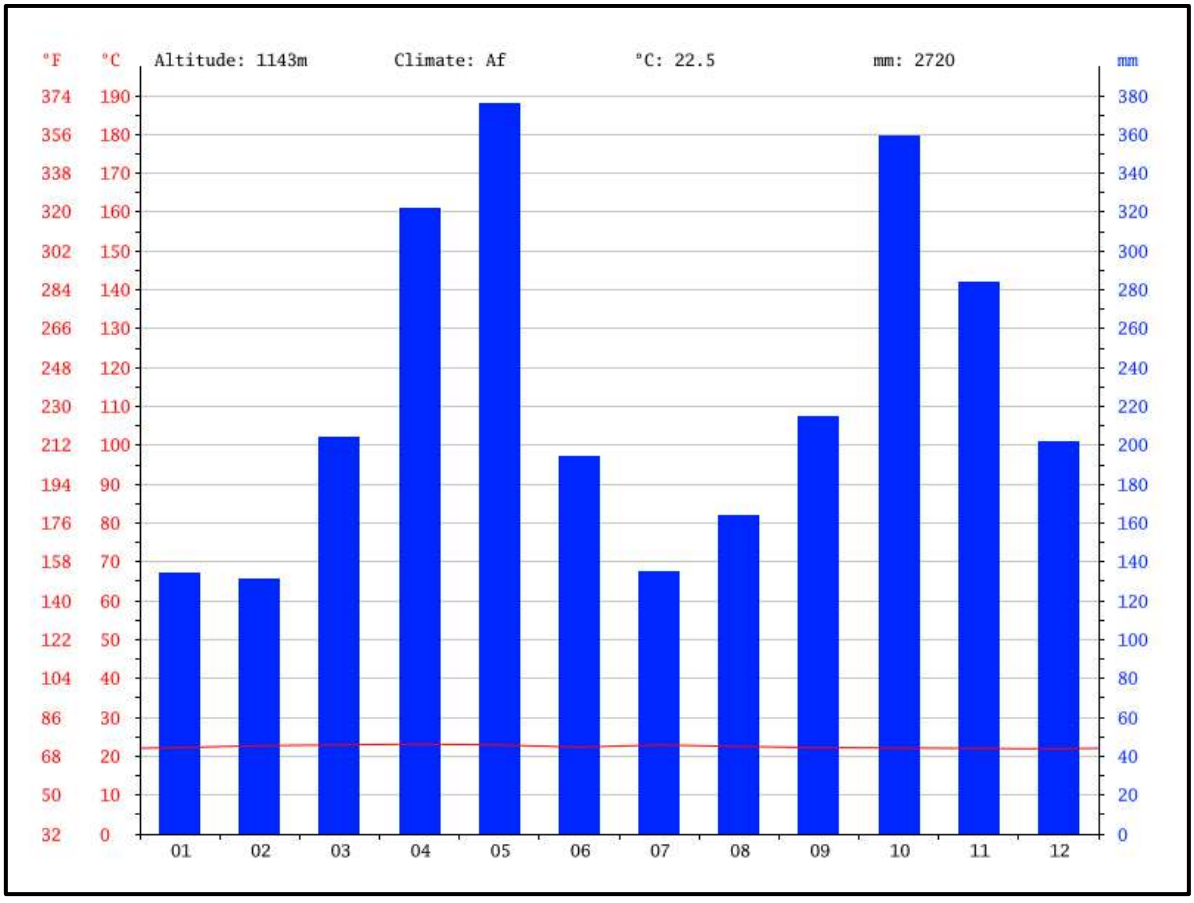
2.4 PRESENCIA DE CUERPOS DE AGUA, VEGETACION Y PRECIPITACION

2.4.1 Presencia de Cuerpos de agua

No se evidencia cuerpo de agua cercana al proyecto de la construcción del muro de contención. Durante las perforaciones no se presentó nivel freático. La zona de estudio se encuentra con una vegetación tipo pasto.

2.4.2 Distribución Temporal de la Precipitación

El clima de Pauna está clasificado como tropical. Es una gran cantidad de lluvia en Pauna, incluso en el mes más seco. El clima aquí se clasifica como Af por el sistema Köppen-Geiger. En Pauna, la temperatura media anual es de 22.5 ° C. Hay alrededor de precipitaciones de 2720 mm.



La precipitación es la más baja en febrero, con un promedio de 131 mm. La mayor cantidad de precipitación ocurre en mayo, con un promedio de 376 mm.

3 CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO

3.1 PERFIL DEL SUBSUELO

En los dos (02) sitios de investigación se encontraron la siguiente estratigrafía, empezando por la superficie.

GCI Subsuelo: Constituido por estratos organizados de la siguiente forma:

- GC/GM: Grava Arcillosa y limosa de color café, estado solido, expansividad de media, plasticidad media, con un Limite plástico de 26% a 31%, con un Limite liquido de 43 a 48%, y un indice de plásticidad de 15 a 19%, consistencia blanda a muy firme. Presenta porcentajes de arenas variable de 21 a 59%.

4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 HUMEDAD DEL MATERIAL

En la figura 10 se puede observar la variación de la humedad natural en función de la profundidad para cada una de las exploraciones realizadas. Se puede apreciar valores moderados a altos de humedad en los dos sectores explorados que se mantienen con la profundidad encontrando valores entre 13% y 35%. Se esperan cambios volumétricos por infiltración de aguas, adicionalmente no se evidencio la presencia de nivel freático.

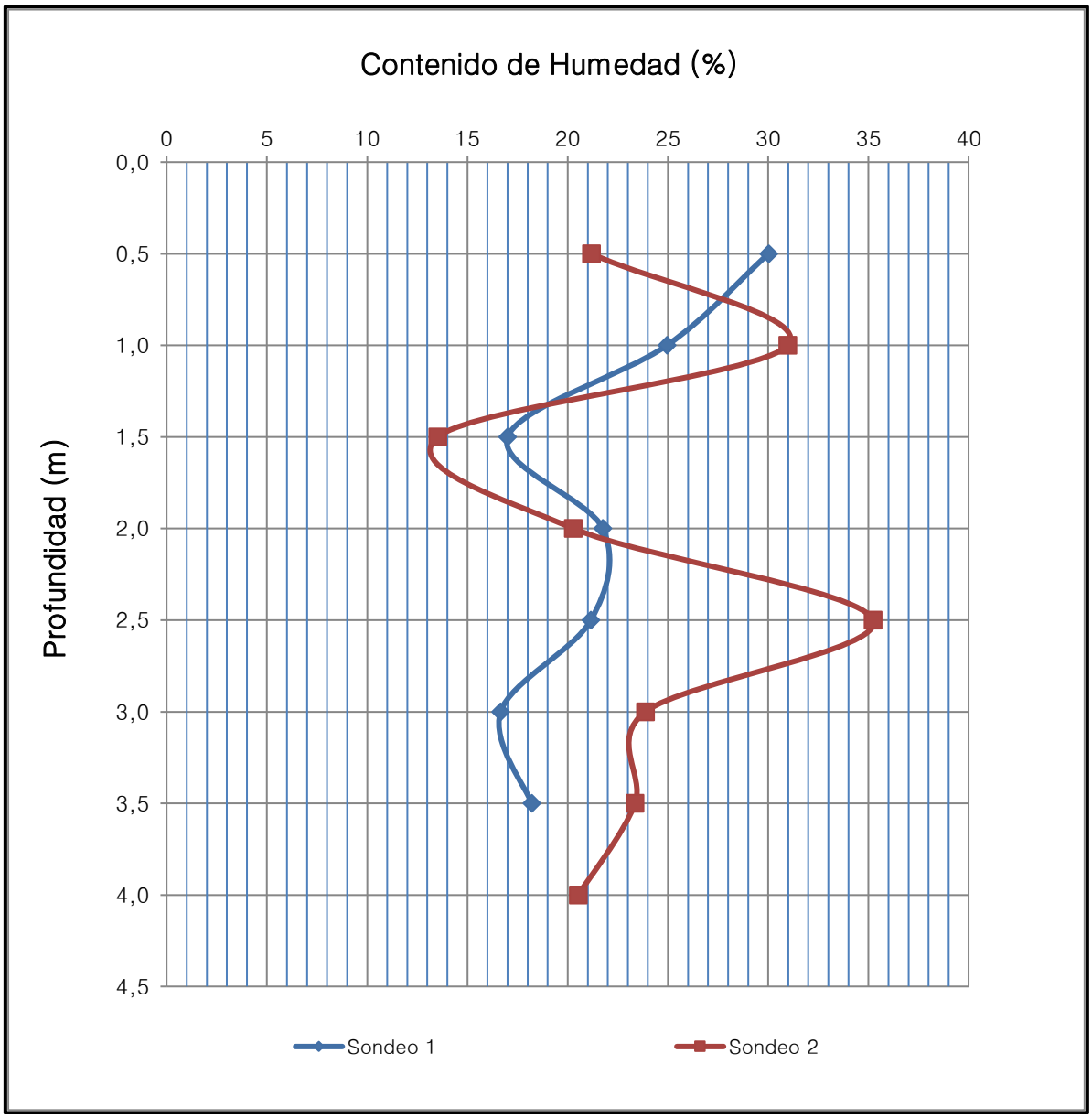


Figura 10 Variación de la humedad con la profundidad para los sondeos.

4.2 PLASTICIDAD DEL MATERIAL

Con base en los ensayos de clasificación realizados a las muestras seleccionadas los suelos corresponden principalmente a material de grava limosa y arcillosa de moderada plasticidad, con límite líquido promedio entre 43% y 48%, dando condiciones de moderada expansión. En la figura 11 se

observa la variación del límite líquido en función de la profundidad para las muestras evaluadas de cada uno de los sondeos realizados. De la misma manera se puede encontrar que los valores de humedad se presentan por debajo de los valores de límite plástico presentando un comportamiento de tipo solido por lo que se encuentran condiciones favorables de estabilidad ante la aplicación de cargas verticales.

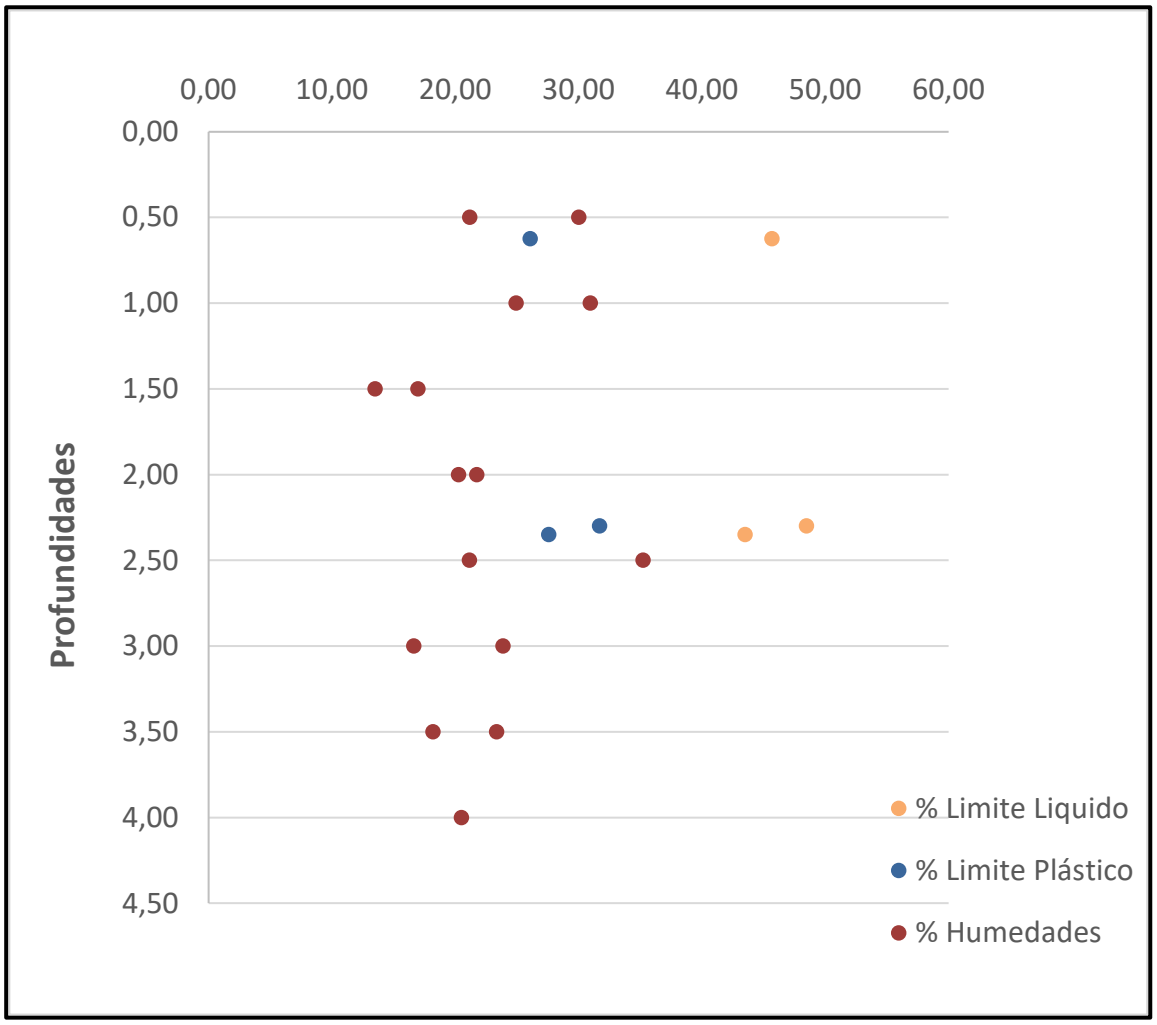


Figura 11. Variación del límite líquido con la profundidad de exploración

4.3 RESISTENCIA DEL MATERIAL DEL SUELO DE FUNDACIÓN

Para determinar los parámetros de resistencia se tuvieron en cuenta los valores obtenidos en las pruebas obtenidos de la penetración estándar mediante el SPT determinadas en campo. En la figura 12 se presentan las variaciones de la resistencia al corte con la profundidad para cada una de las exploraciones realizadas. Se puede ver como se tienen valores de resistencia blanda a mediana en los 2.0 primeros metros explorados a partir de este punto se tienen condiciones firme a dura encontrando rechazo a 3.50 y 4.00 metros explorados dando condiciones adecuadas para la cimentación de la estructura proyectada.

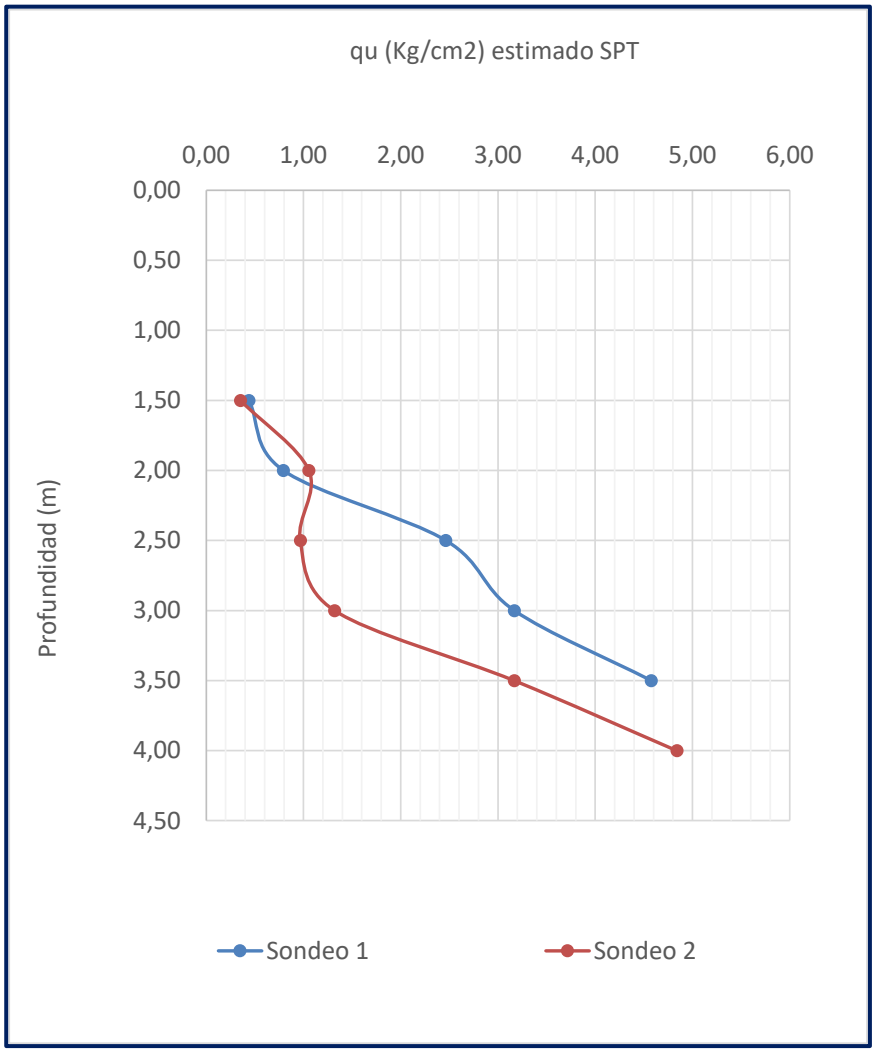


Figura 12 Variación de la resistencia con la profundidad para los sondeos 1 al 2 con base en los ensayos de resistencia realizados tanto en el campo como en el laboratorio

4.4 ANÁLISIS DE SUELOS EXPANSIVOS

De acuerdo a la NSR-10, se considera la tabla 5, para clasificar de forma cualitativa el grado de expansión de los suelos.

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm^2	Límite líquido LL , en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de plasticidad, IP , en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (μ)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 – 30	50 – 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 –20	39 – 50	8 – 18	12 –34	12 – 27	50 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Tabla 5. Clasificación de suelos expansivos. Tomado NSR-10

De acuerdo a los valores obtenidos de límite liquido (LL) e índice de plasticidad (IP), se tiene valores que oscilan de 43% a 48% y de 15% a 19%, respectivamente, catalogando al suelo con un potencial de expansión medio; por lo cual no se requieren obras de mitigación para este tipo de suelo.

4.5 ANÁLISIS DE SUELOS COLAPSABLES

Se identifica la colapsabilidad de estos depósitos, cuando el volumen de vacíos iguala la cantidad de agua en el punto del límite líquido. Para mayor cantidad de agua o menor volumen de vacíos el depósito es inestable. La evaluación se puede hacer mediante la siguiente formulación:

$$\gamma d\ crit = \frac{1}{\left(\frac{1}{\mathrm{Gs}}\right) + \mathrm{LL}}$$

$$\frac{\gamma \mathrm{d}}{\gamma crit} > 1\ Estable \qquad \frac{\gamma \mathrm{d}}{\gamma crit} \leq 1\ Inestable$$

Los valores de gravedad específica se demuestran a continuación, donde se toma un valor de Gs=2.66.

$$\gamma d\ crit = \frac{1}{\left(\frac{1}{2.66}\right) + 48.50} = 1.16$$

$$\frac{\gamma d}{\gamma crit} \leq 1 \; Inestable$$

$$\frac{1.49}{1.16} = 1.28 \qquad Estable$$

El suelo no presenta susceptibilidad a suelos colapsables. A demás es de anotar que los suelos del sector no presentan estructura cementada. Por otra parte, el índice de liquidez presenta valores negativos lo cual indica que la humedad es menor al límite plástico y por ende el suelo presenta un estado sólido, por lo que no hay problema que se presenten suelos colapsables.

4.6 ABLANDAMIENTO CICLICO DE SUELOS FINOS

De acuerdo a la NSR –10 en su título H son suelos susceptibles a la licuación aquellos limos, limos arcillosos y arcillas limosas de baja plasticidad y con la humedad natural cercana al límite líquido. Para evaluar si los suelos finos presentes en la zona de estudio presentan ablandamiento cíclico o no, se realizó el análisis sugerido por Bray, Sancio & Durgunoglu (2004), donde se concluye que los suelos no presentan susceptibilidad a la licuación, ver Figura 14.

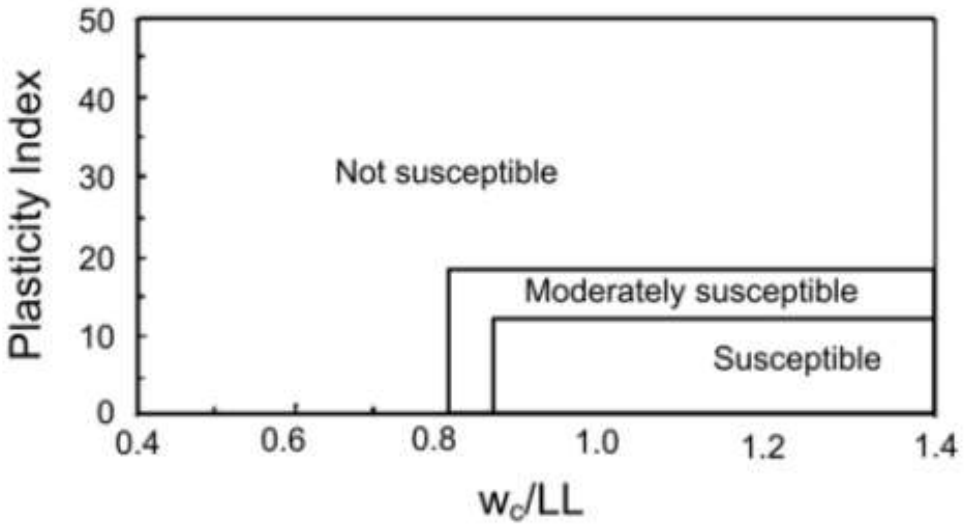


Figura 13. Criterio propuesto para la evaluación de susceptibilidad a la licuación de suelos finos. Fuente Bray J.D. Sancio R.B. Durgunoglu H.T. (2004)

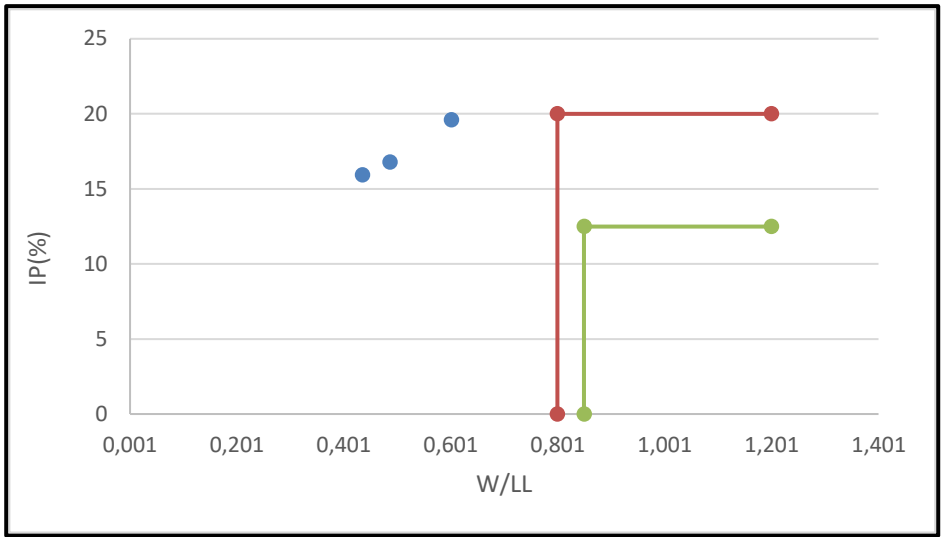


Figura 14. Evaluación de susceptibilidad a la licuación de suelos finos, por medio del criterio propuesto por Bray J.D. Sancio R.B. Durgunoglu H.T. (2004).

5 RECOMENDACIONES

5.1 Tipo de cimentación

De acuerdo al tipo de suelos, la resistencia presente en la zona de estudio, y el tipo de estructura del proyecto, se recomienda el uso de muro de contención en gaviones.

5.2 Nivel de cimentación

El muro de contención en gaviones se apoyará a –3.00 metros, contados a partir del nivel del terreno y se proyectan 35 metros lineales de protección del talud. A este nivel los cimientos se deben apoyar sobre 0.30 metros de material de afirmado compactado como mínimo al 95% con respecto al Proctor modificado.

En la siguiente figura se muestra el esquema de cimentación propuesto:

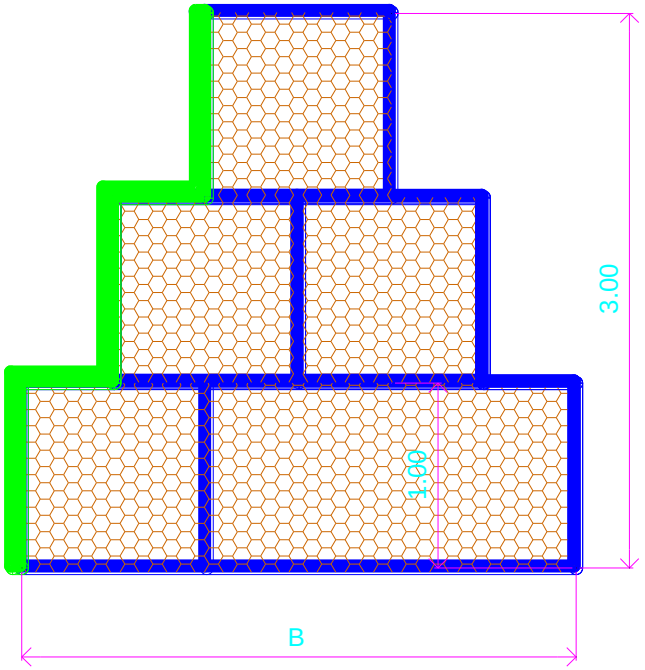


Figura 15. Esquema de cimentación.

Las condiciones en las que se encuentra el subsuelo, grava limosa y arcillosa de consistencia blanda a dura, con LL=43 a 48% y presencia de arenas del 21% al 59% y sin presencia de nivel freático; además de los rangos de lluvias bajos se

emplearan parámetros no drenados del suelo, determinados de las pruebas de campo de SPT, a través de la metodología de Álvaro González (ver anexos memorias de cálculo).

La metodología arrojo valores de cohesión variables entre 1.8 a 24.2 T/m^2 y ángulo de fricción 23° a 34°, se adoptará un valor conservativo de 6.6 T/m^2, de acuerdo con la experiencia en este tipo de suelos.

- MÓDULO DE ELASTICIDAD: Se evaluó el módulo de elasticidad con la relación de 250Cu en donde se obtiene un módulo de elasticidad de 1650 Ton/m^2.

- PARAMETROS PARA ESTIMACIÓN DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN

Debido a que la geología del sector y a los ensayos realizados se caracteriza por presentar suelos sobreconsolidados, con material en estado sólido y consistencia mediana a dura a lo largo de los 3.5 metros explorados. El valor de RSC será igual a 1,5.

Para el cálculo de los asentamientos por consolidación se usa el índice de recompresíon Cr, calculado con la siguiente expresión:

$$Cr = \frac{Cc}{5}$$

$$Cc = 0{,}009(LL - 10)$$

Las correlaciones de Cc=0,009(LL−10) y de Cr fueron tomada del libro Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones, autor Braja M. Das, séptima edición, capítulo 1.13 Consolidación.

Los valores de gravedad específica y relación de vacíos para un arcilla se tomó de la literatura (referencia Braja Cuarta edición pág. 11 tablas 1.4 y 1.5), donde se adoptaron los valores de Gs=2.6 y e=0.49.

No se presenta nivel freático en la zona de estudio, el régimen de lluvias oscila en el orden de 2700 mm/año, no se presentan quebradas cercanas al lote

donde se proyecta las construcciones, por tal razón se emplearán parámetros en condiciones drenadas.

Los valores presentados en la Tabla 6 se presentan los parámetros geotécnicos para la zona geotecnia tomando un valor promedio de las propiedades físicas y mecánicas por cada capa. Para el cálculo de los pesos unitarios se empelaron las siguientes expresiones.

$$\gamma h = \frac{Peso\ Muestra}{Volumen}$$

$$\gamma d = \frac{\gamma h}{1 + w}$$

Capa	Parámetros de Resistencia	Parámetros de Asentamientos
Capa 1 GC/GM (1.20/3,50) Arena 21% a 59% LL=43-48% ω= 19-27% Gs=2,66	Parámetros Drenados C= 6.6 Ton/m^2 ϕ = 0 γt=1,96 ton/m^3 γd =1,46 ton/m^3	Es=1650 Ton/m^2 RSC=1.5 μ=0,35 Cc=0,35 Cr=0,07 $e_{0=}$ 0,49

Tabla 6. Parámetros geotécnicos

5.3 TIPO DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Según el reglamento colombiano de diseño y construcción sismo resistente NSR-10, el tipo de perfil de suelo se define con base en las características de suelo hasta los 30 metros de profundidad. Sin embargo, aunque no se realizaron perforaciones hasta los 30 metros, la resistencia al corte no drenado es de 0.66 kg/cm^2, por lo que el tipo de perfil de suelo corresponde al Tipo D, el cual describe a suelos rígidos, esto de acuerdo a la NSR-10.

Para el diseño se pueden considerar los siguientes coeficientes sísmicos:

COEFICIENTE	NSR 10
Zona de amenaza sísmica	INTERMEDIO
Tipo de perfil sismo resistente	D
Coeficiente de Importancia, [I]	1.10
Aceleración Pico efectiva para Diseño, [Aa]	0.15
Velocidad Pico efectiva para Diseño, [Av]	0.15
Coeficiente Pico efectiva para umbral de daño,[Ad]	0.07
Coeficiente de amplificación periodos cortos (Fa)	1,50
Coeficiente de amplificación periodos largos (Fv)	2.20
Categoría del Proyecto	Normal

Tabla 7. Coeficientes de diseño sísmico.

	T (s)	Sa (g)	Sv (m/s)	Sd (m)
	0.00	0.62	0.00	0.00
T0	0.15	0.62	0.14	0.00
Tc	0.70	0.62	0.68	0.08
	2.00	0.22	0.68	0.22
	3.00	0.15	0.68	0.33
	4.00	0.11	0.68	0.44
	5.00	0.09	0.68	0.54
	6.00	0.07	0.68	0.65
TL	6.00	0.07	0.68	0.65
	9.00	0.03	0.45	0.65
	10.00	0.03	0.41	0.65

Tabla 8. Valores de aceleración, velocidad y desplazamiento espectral.

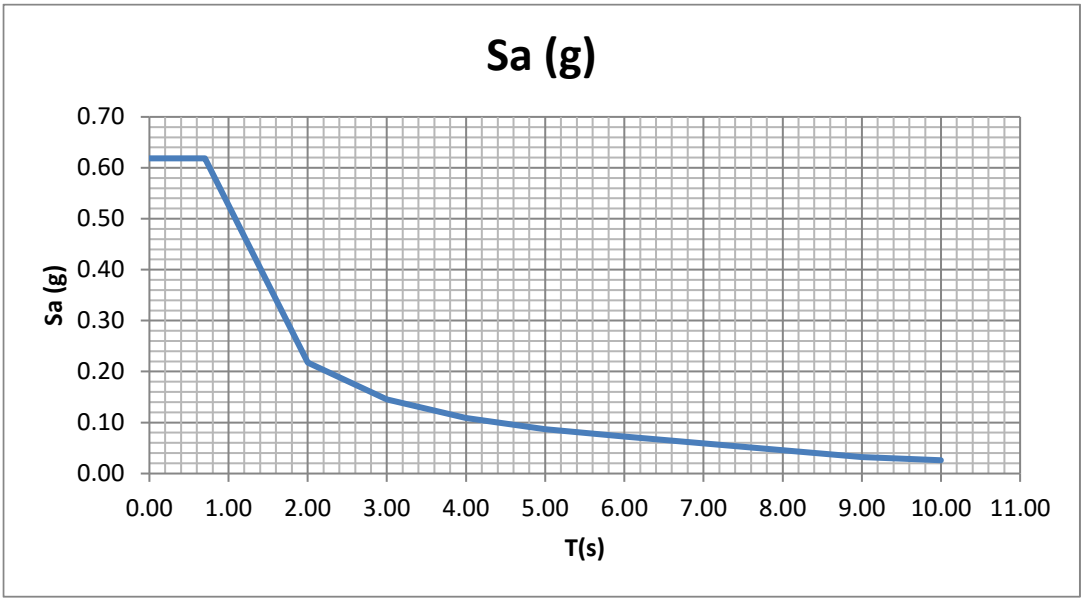


Figura 16. Espectro elástico de aceleraciones. (A.2.6.1 de la NSR-10).

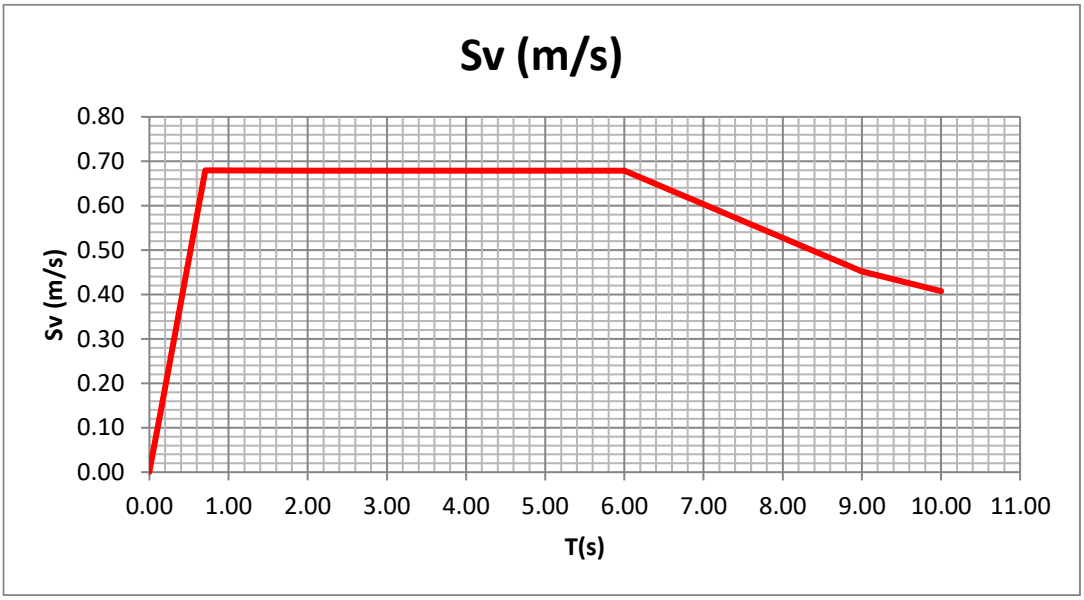


Figura 17. Espectro elástico de velocidades. (A.2.6.2 de la NSR-10).

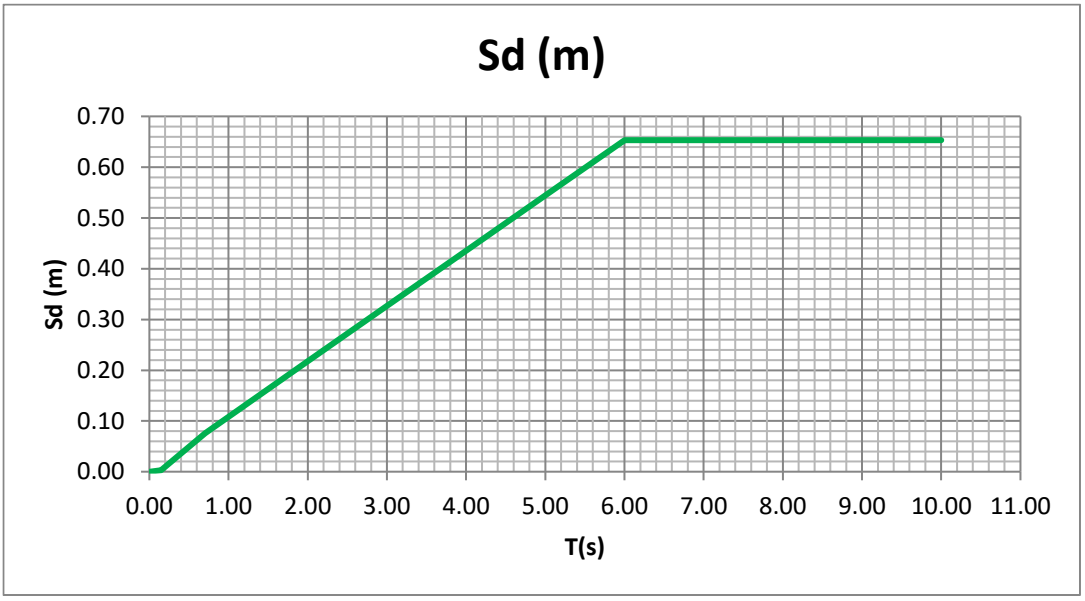


Figura 18. Espectro elástico de desplazamientos. (A.2.6.2 de la NSR-10).

6 EVALUACION DE CARGAS A CIMENTACION

Después de conocer las propiedades mecánicas de los materiales, y con una evaluación preliminar de las cargas que llegan a cimentación, se procede a determinar los factores de seguridad indirectos, asentamientos totales y diferenciales para las estructuras contempladas en el proyecto.

6.1 PRESIÓN DE TRABAJO (CAPACIDAD PORTANTE)

La presión máxima que pueda transmitir la cimentación estará próxima a la capacidad portante del suelo natural localizado por debajo de los niveles de cimentación recomendados, la cuantía depende del tipo y ancho de cimentación. La presión de contacto está condicionada a la capacidad de carga del suelo a nivel de contacto, pues la resistencia al corte aumenta con la profundidad. En este caso, la capacidad de soporte se expresa como:

$$\sigma_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2}\gamma N_\gamma N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$\sigma_{seguridad} = \frac{\sigma_u}{FS}$$

6.2 EVALUACION DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Los asentamientos por elasticidad dependerán principalmente de la magnitud del cimiento, los asentamientos se calculan con las cargas por zapatas Para cimentaciones flexible se evalúa con la expresión que se presenta a continuación. A pesar que las zapatas corresponden a cimientos rígidos (93% del asentamiento dado para una cimentación flexible), para los cálculos se tomó el valor obtenido de una cimentación flexible en el centro de la zapata. La metodología empleada corresponde a la de Bowles (1987).

Cimentación Flexible	**Cimentación Rigida**
$S_e = 2qB\frac{1-\mu^2}{E_s} I_s I_f$	$Se = 0{,}93, Se(flexible, centro)$

6.3 EVALUACION DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACION

Los asentamientos por consolidación, se evalúan con la siguiente expresión:

$$S = \sum \frac{c_r Hc}{1+e_0} \log\left(\frac{\bar{\sigma} + \Delta\sigma}{\bar{\sigma}}\right)$$

Donde Cr es el índice de compresión, H el espesor del estrato considerado, e_o es la relación de vacíos inicial, σ, (t/m^2) el esfuerzo efectivo inicial y $\Delta\sigma$ es el incremento de esfuerzos por la aplicación de la sobrecarga.

6.4 MÓDULO DE BALASTO EN SUELOS COHESIVOS

Uno de los métodos de cálculo más utilizado para modelizar la interacción entre estructuras de cimentación y terreno es el que supone el suelo equivalente a un número infinito de resortes elásticos–muelles o bielas biarticuladas– cuya rigidez, denominada módulo o coeficiente de balasto (Ks), se corresponde con el cociente entre la presión de contacto (q) y el desplazamiento, el cual se presenta en la tablas de asentamientos totales.

6.5 FACTOR DE SEGURIDAD ADOPTADO

De acuerdo a la magnitud de la obra, la cual corresponde a una edificación de un nivel, donde permanecerá personal todo el día, y una posible falla de la estructura o de sus cimientos abarcara graves consecuencias a esta y por ende a la integridad física de las personas que la habitan. A pesar que se cuenta con la caracterización física y mecánica de los suelos de la zona de estudio y teniendo en cuenta lo enmarcado por la NSR–10, se adoptan los siguientes factores de seguridad para su verificación con las cargas dadas por el diseñador estructural.

Factores de seguridad Indirectos

- Carga muerta más viva normal – Factor de seguridad (FS) = 3.0.
- Carga muerta + viva máxima– Factor de seguridad (FS) = 2.5
- Carga muerta más viva máxima y carga muerta más viva más sismo de diseño: Factor de seguridad (FS) = 1.5

A continuación, se presenta el cálculo de los Factores de seguridad mínimos, lo cual se presentó para las combinaciones de carga: donde se presenta el cálculo de capacidad portante para diferentes dimensiones de zapatas.

6.5.1 REVISION FACTORES DE SEGURIDAD

			Capacidad de Carga						
Df (m)	B (m)	L (m)	σ ultimo (Ton/m2)	σ adm (Ton/m2) FS=3	σ seguridad (KPa) (FS =3,0)	σ seguridad (Ton/m^2) (FS=2,5)	σ seguridad (Kpa) (FS=2,5)	σ seguridad (Ton/m^2) (FS=1,5)	σ seguridad (KPa) (FS =1,5)
3.00	1.50	3.00	59	19.77	198	23.72	237	39.54	395
	1.50	4.00	58	19.37	194	23.25	232	38.74	387
	1.50	5.00	57	19.13	191	22.96	230	38.27	383
	1.50	6.00	57	18.97	190	22.77	228	37.95	379
	2.00	3.00	59	19.66	197	23.59	236	39.32	393
	2.00	4.00	57	19.15	192	22.98	230	38.30	383
	2.00	5.00	57	18.84	188	22.61	226	37.69	377
	2.00	6.00	56	18.64	186	22.37	224	37.28	373
	2.50	3.00	59	19.61	196	23.53	235	39.22	392
	2.50	4.00	57	18.99	190	22.79	228	37.98	380
	2.50	5.00	56	18.62	186	22.34	223	37.24	372
	2.50	6.00	55	18.37	184	22.05	220	36.75	367
	3.00	3.00	59	19.62	196	23.54	235	39.23	392
	3.00	4.00	57	18.89	189	22.67	227	37.79	378
	3.00	5.00	55	18.46	185	22.15	222	36.92	369
	3.00	6.00	55	18.17	182	21.80	218	36.34	363
	3.50	3.00	59	19.67	197	23.61	236	39.34	393
	3.50	4.00	57	18.85	188	22.62	226	37.70	377
	3.50	5.00	55	18.35	184	22.03	220	36.71	367
	3.50	6.00	54	18.02	180	21.63	216	36.05	360

Tabla 9. Cálculo de capacidad portante

6.5.2 ASENTAMIENTOS DEBIDO A LAS CARGAS Y CALCULO DELMODULO DE BALASTO

Es (KPa)	1,650					
m	0.35					
NC (m)	B (m)	L (m)	B/L	ar	Q_{adm} (KPa)	Se (cm)
3.0	1.5	3.0	0.50	0.71	193.92	0.22
3.0	1.5	4.0	0.38	0.67	190.03	0.20
3.0	1.5	5.0	0.30	0.64	187.70	0.19
3.0	1.5	6.0	0.25	0.63	186.14	0.19
3.0	2.0	3.0	0.67	0.76	192.88	0.31
3.0	2.0	4.0	0.50	0.71	187.87	0.28
3.0	2.0	5.0	0.40	0.68	184.86	0.27
3.0	2.0	6.0	0.33	0.65	182.86	0.25
3.0	2.5	3.0	0.83	0.82	192.38	0.42
3.0	2.5	4.0	0.63	0.75	186.31	0.37
3.0	2.5	5.0	0.50	0.71	182.67	0.34
3.0	2.5	6.0	0.42	0.68	180.24	0.33
3.0	3.0	3.0	1.00	0.88	192.44	0.54
3.0	3.0	4.0	0.75	0.79	185.35	0.47
3.0	3.0	5.0	0.60	0.74	181.09	0.43
3.0	3.0	6.0	0.50	0.71	178.25	0.40
3.0	3.5	3.0	1.17	0.93	192.98	0.67
3.0	3.5	4.0	0.88	0.83	184.90	0.57
3.0	3.5	5.0	0.70	0.78	180.06	0.52
3.0	3.5	6.0	0.58	0.74	176.82	0.48

Tabla 10. Asentamientos inmediatos.

B (m)	L (m)	Z(m)=2 B	σ neto (ton/m²)	σ efectivo mitad (Ton/m2)	σ efectivo mitad + Δ σ	Consolidaciòn ΔHc (cm)	Inmediatos ΔH (cm)	Asentamientos Totales (cm)	Modulo de la Balasto (ton/m³)
1.50	3.00	3.00	19.77	4.26	12.49	2.82	0.22	3.0	649.64
1.50	4.00	3.00	19.37	4.26	12.80	2.89	0.20	3.1	627.09
1.50	5.00	3.00	19.13	4.26	13.02	2.93	0.19	3.1	612.44
1.50	6.00	3.00	18.97	4.26	13.18	2.96	0.19	3.2	602.15
2.00	3.00	4.00	19.66	4.71	12.39	3.38	0.31	3.7	531.87
2.00	4.00	4.00	19.15	4.71	12.69	3.47	0.28	3.8	510.61
2.00	5.00	4.00	18.84	4.71	12.92	3.53	0.27	3.8	496.43
2.00	6.00	4.00	18.64	4.71	13.10	3.58	0.25	3.8	486.31
2.50	3.00	5.00	19.61	5.16	12.40	3.84	0.42	4.3	460.86
2.50	4.00	5.00	18.99	5.16	12.69	3.94	0.37	4.3	440.93
2.50	5.00	5.00	18.62	5.16	12.92	4.01	0.34	4.4	427.29
2.50	6.00	5.00	18.37	5.16	13.10	4.08	0.33	4.4	417.39
3.00	3.00	6.00	19.62	5.61	12.51	4.21	0.54	4.7	413.06
3.00	4.00	6.00	18.89	5.61	12.77	4.32	0.47	4.8	394.53
3.00	5.00	6.00	18.46	5.61	13.00	4.41	0.43	4.8	381.49
3.00	6.00	6.00	18.17	5.61	13.18	4.48	0.40	4.9	371.86
3.50	3.00	7.00	19.67	6.06	12.69	4.53	0.67	5.2	378.40
3.50	4.00	7.00	18.85	6.06	12.93	4.64	0.57	5.2	361.30
3.50	5.00	7.00	18.35	6.06	13.14	4.74	0.52	5.3	348.92
3.50	6.00	7.00	18.02	6.06	13.32	4.82	0.48	5.3	339.60

Tabla 11. Asentamientos totales

Los asentamientos presentados en las Tabla 10 y 11 cumplen con lo establecido en la NSR-10, donde se enmarcan que los asentamientos totales deben ser menores a 15 cm.

6.6 PARÁMETROS DE DISEÑO MUROS DE CONTENCION

Para el cálculo de las presiones de tierra, se recomiendan los siguientes parámetros de diseño:

Parámetro	Muro en relleno (Material de préstamo)	Muro en corte (Suelo natural)
Ángulo de fricción interna	30°	25°
Coeficiente de presión de tierras (Ko)	0.50	0.58
Coeficiente de presión de tierras (Ka)	0.33	0.41
Coeficiente de fricción suelo – muro	0.35	0.29

Tabla 12. Parámetros de diseño de muros de contención

7 RECOMENDACIONES GENERALES

- Las características de los suelos encontrados en el sitio de estudio permiten establecer una serie de comentarios finales y recomendaciones que se deben tener en cuenta en los procesos de diseño y construcción de las fundaciones que se pretendan realizar.

- Las características de los suelos definen una única zona geotécnica, el sitio está haciendo parte de la Formación Paja (Kip), donde se presentan lutitas y limolitas negras, en la parte inferior a media concreciones calcárea y películas de yeso.

- El sistema de cimentación recomendado para la construcción de las obras de estabilización de la vía corresponde con un muro en gaviones con una longitud aproximada de 35.0 metros lineales con una altura de 3.00 metros.

- Se realizó la verificación de los factores de seguridad indirectos con las 3 combinaciones de carga establecido en la NSR-10. En las tablas del capítulo correspondiente se describen las dimensiones a adoptar para el proyecto.

- Se evalúa la capacidad portante para varias dimensiones de cimentación variando de 1.5 a 3.5 metros, ver tabla 9, donde los valores varían de 18.0 a 19.7 Ton/m^2. Se estiman los asentamientos totales con la carga admisible obtenida del FS=3.

- No se incluyen ensayos REMI, el análisis del tipo de perfil del suelo se realiza en base al N (SPT) y a la resistencia al corte no drenada.

- El tipo de excavación deberá ejecutarse con un talud cuyas proporciones estén en 0.5H:1V debido a la cohesión del suelo y los materiales granulares del sitio y así evitar daños y derrumbes del material, sin embargo, se debe entibar y apuntalar todo tipo de excavación que se haga con el fin de evitar daños colaterales.

- Los asentamientos presentados en las tablas 10 y 11 cumplen con lo establecido en la NSR-10, donde se enmarcan que los asentamientos totales deben ser menores a 15 cm.

- El suelo no presenta susceptibilidad a suelos colapsables. A demás es de anotar que los suelos del sector no presentan estructura cementada. Por otra parte, el índice de liquidez presenta valores negativos lo cual indica que la humedad es menor al límite plástico y por ende el suelo presenta un estado sólido, por lo que no hay problema que se presenten suelos colapsables.

- Los suelos no presentan susceptibilidad a la licuación como se definió en la metodología de ablandamiento cíclico de suelos finos en el capítulo 5.6.

- En caso de ocurrencia de lluvias durante la excavación se debe tapar con plástico las mismas con el fin de evitar que se deposite agua en las excavaciones o la aplicación de una capa de 0.30 metros con material de afirmado compactado como mínimo al 95% con respecto al Proctor modificado, evitando así el uso de sistemas de bombeo y reblandecimiento del suelo de fundación.

- El material de relleno utilizado en el proyecto debe ser compactado en capas máximo de 0.15 metros o menor según el equipo de compactación que se utilice.

- No se deberá utilizar el uso de sistemas de excavación que pudieran dañar excesivamente el terreno adyacente. Durante la ejecución de los trabajos se tomarán, en todos los casos, las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia o estabilidad del terreno excavado.

- Se debe entibar las zonas excavadas con parales cada 0.50 metros en los sectores donde se evidencie valores de humedad alta en el terreno expuesto.

- Los análisis, conclusiones y recomendaciones indicados en este informe están basados en las observaciones de campo, exploración del suelo a nivel

puntual y resultados de laboratorio obtenidos de las muestras ensayadas, por lo que cualquier cambio en las condiciones del subsuelo no previstas en el presente documento deben ser informadas al ingeniero de suelos quien modifique o recomiende los ajustes necesarios acordes con la situación.



ING. JIMMY VERGARA SILVA
M.P 15202 – 130100BYC
ING CIVIL ESP EN GEOTECNIA VIAL Y DE PAVIMENTOS

8 ANEXOS – PERFILES DE CAMPO

PERFIL ESTRATIGRÁFICO - SONDEO 01

ESTABILIZACIÓN TALUD VÍA TERCIARIA 52688 SECTOR CARARE MUNICIPIO DE PAUNA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

DESCRIPCION DEL SUELO	Prof. (m)	Perfil de Resistencia – Clasificación					PERFIL
		Wn	LL	LP	IP	PASA Nº 200	SUCS
(0,00–0,05) Capa Vegetal	0,1						
(0,05–1,20) Estrato compuesto por grava arcillosa con arena de color café.. Material de consistencia blanda a media con potencial de expanción medio y contenido de humedad alta	0,2						GC A-7-6
	0,4						
	0,6	30,03					
	0,8		45,69	26,08	19,61	40,91	
	1,0	24,95					
	1,2						
(1,20–3,50) Estrato compuesto por grava limosa de color café. Material de consistencia media a muy firme con potencial de expanción medio y contenido de humedad moderada	1,4						GM A-7-6
	1,6	17,00					
	1,8						
	2,0	21,75					
	2,2						
	2,4						
	2,6	21,15					
	2,8		43,52	27,60	15,93	48,67	
	3,0	16,65					
	3,2						
	3,4						
	3,6	18,21					

Observaciones : No se presentó Nivel Freatico

PERFIL ESTRATIGRÁFICO - SONDEO 02

ESTABILIZACIÓN TALUD VÍA TERCIARIA 52688 SECTOR CARARE MUNICIPIO DE PAUNA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

DESCRIPCION DEL SUELO	Prof. (m)	Perfil de Resistencia Clasificación					PERFIL
		Wn	LL	LP	IP	PASA Nº 200	SUCS
(0,00-0,60) Material Removido	0,0						
	0,2						
	0,4						
	0,6	21,18					
(0,60-4,00) Estrato compuesto por grava limosa de color café. Material de consistencia blanda a muy firme con potencial de expanción medio y contenido de humedad moderada	0,8						GM A-7-5
	1,0	30,97					
	1,2						
	1,4						
	1,6	13,51					
	1,8						
	2,0	20,28					
	2,2						
	2,4						
	2,6	35,24					
	2,8		48,50	31,72	16,78	45,97	
	3,0	23,88					
	3,2						
	3,4						
	3,6	23,36					
	3,8						
	4,0	20,52					

Observaciones : No se presentó Nivel Freatico

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 - 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

9 ANEXOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Laboratorio de Suelos GlobalCivil Interventorias y Construccion

Página 1 de 12	ENSAYO
NORMA NTC – 1495	ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO:	**ESTABILIZACIÓN TALUD VÍA TERCIARIA 52688 SECTOR CARARE MUNICIPIO DE PAUNA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**PAUNA - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**26/09/2023**
DIRIGIDO A :	**GOBERNACIÓN DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ**		

SONDEO **1**

PROF. (m)	No Cápsula	W Cáp.(g)	W Cáp. + Mh (g)	W Cáp. + Ms (g)	HUMEDAD (%)
0,00-0,50	M	4,34	84,54	66,02	30,03
0,50-1,00	81	4,41	65,50	53,30	24,95
1,00-1,50	A	4,44	89,15	76,84	17,00
1,50-2,00	0	4,30	98,40	81,59	21,75
2,00-2,50	90	6,09	76,59	64,28	21,15
2,50-3,00	601	4,38	75,71	65,53	16,65
3,00-3,50	53	5,81	76,99	66,02	18,21

SONDEO **2**

PROF. (m)	No Cápsula	W Cáp.(g)	W Cáp. + Mh (g)	W Cáp. + Ms (g)	HUMEDAD (%)
0,00-0,50	73	3,97	67,14	56,10	21,18
0,50-1,00	7	4,03	58,45	45,58	30,97
1,00-1,50	612	5,77	92,64	82,30	13,51
1,50-2,00	191	5,83	96,15	80,92	20,28
2,00-2,50	11	5,74	82,54	62,53	35,24
2,50-3,00	974	5,61	105,79	86,48	23,88
3,00-3,50	34	5,00	94,37	77,45	23,36
3,50-4,00	95	5,81	86,29	72,59	20,52

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Página 2 de 12	ENSAYO
NORMA NTC – 77	MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS POR TAMIZADO DE LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

PROYECTO:	**ESTABILIZACIÓN TALUD VÍA TERCIARIA 52688 SECTOR CARARE MUNICIPIO DE PAUNA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**PAUNA - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**26/09/2023**
DIRIGIDO A :	**GOBERNACIÓN DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ**		

SONDEO **1**

	ANTES DE LAVADO			DESPUES DE LAVADO	
PROF. (m)	No Platón	W Platón (g)	Wplatón + M.S.L (g)	W Platón + M.D.L. (g)	% Pasa #200
0,05-1,20	9	38,92	326,50	208,85	40,91
1,20-3,50	32	51,61	352,60	206,11	48,67

SONDEO **2**

	ANTES DE LAVADO			DESPUÉS DE LAVADO	
PROF. (m)	No Platón	W Platón (g)	Wplatón + M.S.L (g)	W Platón + M.D.L. (g)	% Pasa #200
0,60-4,00	8	42,19	215,29	135,71	45,97

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Laboratorio de Suelos GlobalCivil Interventorias y Construccion

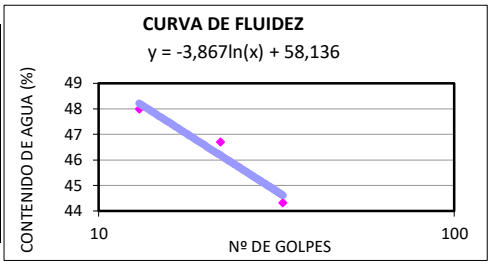
Página 3 de 12	ENSAYO
NORMA NTC – 4630	MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, DEL LÍMITE PLÁSTICO Y DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS COHESIVOS

PROYECTO:	**ESTABILIZACIÓN TALUD VÍA TERCIARIA 52688 SECTOR CARARE MUNICIPIO DE PAUNA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**PAUNA - BOYACÁ**	SONDEO	**1**
DIRIGIDO A :	**GOBERNACIÓN DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ**	PROFUNDIDAD	**0,05-1,20**
FECHA:	**26/09/2023**	MUESTRA	**2**

DESCRIPCIÓN: Material compuesto por grava arcillosa con arena de color café.

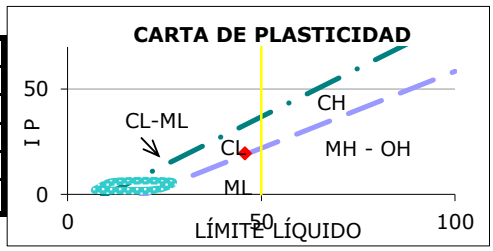
LÍMITE LÍQUIDO

DETERMINACIÓN Nº	1	2	3
NÚMERO DE GOLPES	33	22	13
RECIPIENTE Nº	5	84	30
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	35,92	33,91	31,02
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	28,90	27,23	25,10
PESO RECIPIENTE (g)	13,05	12,94	12,77
CONTENIDO DE AGUA (%)	44,32	46,70	47,99



LÍMITE PLÁSTICO

DETERMINACIÓN Nº	1	2
RECIPIENTE Nº	5	4
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	13,51	14,21
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	12,12	12,66
PESO RECIPIENTE (g)	6,85	6,66
CONTENIDO DE AGUA (%)	26,26	25,90



LÍMITE LÍQUIDO:	***45,69***	% PASA 200	***40,91***
LÍMITE PLÁSTICO:	***26,08***	% ARENAS	***59,09***
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	***19,61***	% GRAVAS	***0,00***
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	***0,07***		

CLASIFICACIÓN

SUCS	AASHTO
GC Grava arcillosa con Arena	***A-7-6 (4)*** Principalmente Suelos Arcillosos.
	ÍNDICE DE GRUPO **4**

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Laboratorio de Suelos GlobalCivil Interventorias y Construccion

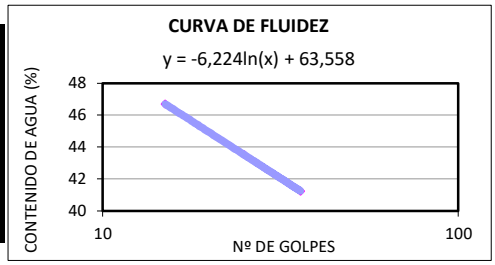
Página 4 de 12	ENSAYO
NORMA NTC – 4630	MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, DEL LÍMITE PLÁSTICO Y DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS COHESIVOS

PROYECTO:	**ESTABILIZACIÓN TALUD VÍA TERCIARIA 52688 SECTOR CARARE MUNICIPIO DE PAUNA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**PAUNA - BOYACÁ**	SONDEO	**1**
DIRIGIDO A :	**GOBERNACIÓN DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ**	PROFUNDIDAD	**1,20-3,50**
FECHA:	**26/09/2023**	MUESTRA	**15**

DESCRIPCIÓN: Material compuesto por grava limosa de color café

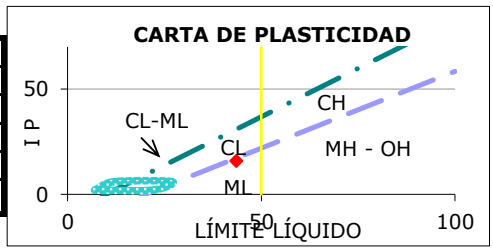
LÍMITE LÍQUIDO

DETERMINACIÓN Nº	1	2	3
NÚMERO DE GOLPES	36	25	15
RECIPIENTE Nº	36	21	23
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	35,50	34,19	36,13
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	28,48	27,37	28,42
PESO RECIPIENTE (g)	11,45	11,69	11,90
CONTENIDO DE AGUA (%)	41,25	43,53	46,70



LÍMITE PLÁSTICO

DETERMINACIÓN Nº	1	2
RECIPIENTE Nº	8	12
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	13,66	13,20
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	12,01	11,70
PESO RECIPIENTE (g)	6,02	6,30
CONTENIDO DE AGUA (%)	27,48	27,71



LÍMITE LÍQUIDO:	***43,52***	% PASA 200	***48,67***
LÍMITE PLÁSTICO:	***27,60***	% ARENAS	***51,33***
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	***15,93***	% GRAVAS	***0,00***
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	***-0,54***		

CLASIFICACIÓN

SUCS	AASHTO
GM Grava limosa	***A-7-6 (5)*** Principalmente Suelos Arcillosos.
	ÍNDICE DE GRUPO **5**

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Laboratorio de Suelos GlobalCivil Interventorias y Construccion

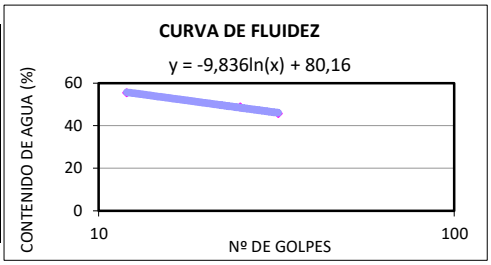
Página 5 de 12	ENSAYO MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, DEL LÍMITE PLÁSTICO Y DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS COHESIVOS
NORMA NTC – 4630	

PROYECTO:	**ESTABILIZACIÓN TALUD VÍA TERCIARIA 52688 SECTOR CARARE MUNICIPIO DE PAUNA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**PAUNA - BOYACÁ**	SONDEO	**2**
DIRIGIDO A :	**GOBERNACIÓN DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ**	PROFUNDIDAD	**0,60-4,00**
FECHA:	**26/09/2023**	MUESTRA	**1**

DESCRIPCIÓN: Material compuesto por grava limosa de color café

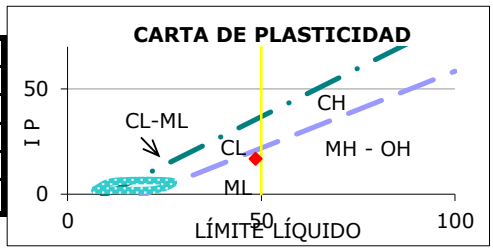
LÍMITE LÍQUIDO

DETERMINACIÓN Nº	1	2	3
NÚMERO DE GOLPES	32	25	12
RECIPIENTE Nº	78	68	81
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	37,82	29,76	28,46
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	31,44	23,71	22,54
PESO RECIPIENTE (g)	17,52	11,32	11,90
CONTENIDO DE AGUA (%)	45,83	48,82	55,64



LÍMITE PLÁSTICO

DETERMINACIÓN Nº	1	2
RECIPIENTE Nº	14	37
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	13,09	12,79
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	11,47	11,31
PESO RECIPIENTE (g)	6,39	6,62
CONTENIDO DE AGUA (%)	31,89	31,56



LÍMITE LÍQUIDO:	***48,50***	% PASA 200	***45,97***
LÍMITE PLÁSTICO:	***31,72***	% ARENAS	***21,47***
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	***16,78***	% GRAVAS	***32,55***
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	***-0,48***		

CLASIFICACIÓN

SUCS	AASHTO
GM Grava limosa	***A-7-5 (5)*** Principalmente Suelos Arcillosos
	ÍNDICE DE GRUPO **5**

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

Página 6 de 12	ENSAYO
NORMA ASTM – D1586	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) Y MUESTREO DE SUELOS CON TUBO PARTIDO

PROYECTO:	**ESTABILIZACIÓN TALUD VÍA TERCIARIA 52688 SECTOR CARARE MUNICIPIO DE PAUNA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**PAUNA - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**26/09/2023**
DIRIGIDO A :	**GOBERNACIÓN DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ**		

Sondeo 1 Prof. 1,00

Condiciones del Ensayo	
Profundidad de inicio (m):	1,00
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo	
Peso unitario (T/m³):	1,80
Nº de golpes	
N1	2
N2	2
N3	3

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	1,80
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	3,00
Mr (kg)	20,79
m	0,33
e3	0,73
e4	1,00
N de campo	5
N 50	2
N corregido	2

Determinación de C y f	
Peck, Hanson, Thornburn f (º):	27,6
Hatanaka f (º):	22,8
Uchida f (º):	28,8
Promedio f (º):	26,4
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	42,2
Cu Stroud (KN/m²):	22,0
Cu Promedio (kg/cm²):	0,3
Cu Promedio (KN/m²):	32,1

Sondeo 1 Prof. 1,50

Condiciones del Ensayo	
Profundidad de inicio (m):	1,50
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo	
Peso unitario (T/m³):	1,80
Nº de golpes	
N1	3
N2	5
N3	4

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	2,70
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	4,50
Mr (kg)	26,01
m	0,41
e3	0,80
e4	1,00
N de campo	9
N 50	4
N corregido	3

Determinación de C y f	
Peck, Hanson, Thornburn f (º):	28,1
Hatanaka f (º):	25,2
Uchida f (º):	31,2
Promedio f (º):	28,2
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	69,6
Cu Stroud (KN/m²):	39,6
Cu Promedio (kg/cm²):	0,55
Cu Promedio (KN/m²):	54,6

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

Página 7 de 12	ENSAYO
NORMA ASTM – D1586	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) Y MUESTREO DE SUELOS CON TUBO PARTIDO

PROYECTO:	**ESTABILIZACIÓN TALUD VÍA TERCIARIA 52688 SECTOR CARARE MUNICIPIO DE PAUNA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**PAUNA - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**26/09/2023**
DIRIGIDO A :	**GOBERNACIÓN DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ**		

Sondeo 1 Prof. 2,00

Condiciones del Ensayo	
Profundidad de inicio (m):	2,00
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo	
Peso unitario (T/m³):	1,80
Nº de golpes	
N1	14
N2	14
N3	14

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	3,60
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	4,50
Mr (kg)	26,01
m	0,41
e3	0,80
e4	1,00
N de campo	28
N 50	14
N corregido	12

Determinación de C y f	
Peck, Hanson, Thornburn f (º):	30,6
Hatanaka f (º):	32,4
Uchida f (º):	38,4
Promedio f (º):	33,8
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	171,5
Cu Stroud (KN/m²):	123,2
Cu Promedio (kg/cm²):	1,5
Cu Promedio (KN/m²):	147,3

Sondeo 1 Prof. 2,50

Condiciones del Ensayo	
Profundidad de inicio (m):	2,50
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo	
Peso unitario (T/m³):	1,80
Nº de golpes	
N1	14
N2	16
N3	20

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	4,50
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	4,50
Mr (kg)	26,01
m	0,41
e3	0,80
e4	1,00
N de campo	36
N 50	18
N corregido	15

Determinación de C y f	
Peck, Hanson, Thornburn f (º):	31,5
Hatanaka f (º):	34,4
Uchida f (º):	40,4
Promedio f (º):	35,5
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	205,5
Cu Stroud (KN/m²):	158,4
Cu Promedio (kg/cm²):	1,8
Cu Promedio (KN/m²):	181,9

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

Página 8 de 12	ENSAYO
NORMA ASTM – D1586	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) Y MUESTREO DE SUELOS CON TUBO PARTIDO

PROYECTO:	**ESTABILIZACIÓN TALUD VÍA TERCIARIA 52688 SECTOR CARARE MUNICIPIO DE PAUNA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**PAUNA - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**26/09/2023**
DIRIGIDO A :	**GOBERNACIÓN DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ**		

Sondeo 1 Prof. 3,00

Condiciones del Ensayo	
Profundidad de inicio (m):	3,00
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo	
Peso unitario (T/m³):	1,80
Nº de golpes	
N1	21
N2	26
N3	26

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	5,40
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	6,00
Mr (kg)	31,23
m	0,49
e3	0,85
e4	1,00
N de campo	52
N 50	27
N corregido	23

Determinación de C y f	
Peck, Hanson, Thornburn f (º):	33,6
Hatanaka f (º):	38,3
Uchida f (º):	44,3
Promedio f (º):	38,8
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	275,2
Cu Stroud (KN/m²):	228,8
Cu Promedio (kg/cm²):	2,5
Cu Promedio (KN/m²):	252,0

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

Página 9 de 12	ENSAYO
NORMA ASTM – D1586	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) Y MUESTREO DE SUELOS CON TUBO PARTIDO

PROYECTO:	**ESTABILIZACIÓN TALUD VÍA TERCIARIA 52688 SECTOR CARARE MUNICIPIO DE PAUNA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**PAUNA - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**26/09/2023**
DIRIGIDO A :	**GOBERNACIÓN DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ**		

Sondeo 2 Prof. 1,00

Condiciones del Ensayo	
Profundidad de inicio (m):	1,00
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo	
Peso unitario (T/m³):	1,80
Nº de golpes	
N1	2
N2	2
N3	2

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	1,80
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	3,00
Mr (kg)	20,79
m	0,33
e3	0,73
e4	1,00
N de campo	4
N 50	2
N corregido	2

Determinación de C y f	
Peck, Hanson, Thornburn f (º):	27,6
Hatanaka f (º):	22,8
Uchida f (º):	28,8
Promedio f (º):	26,4
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	42,2
Cu Stroud (KN/m²):	17,6
Cu Promedio (kg/cm²):	0,3
Cu Promedio (KN/m²):	29,9

Sondeo 2 Prof. 1,50

Condiciones del Ensayo	
Profundidad de inicio (m):	1,50
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo	
Peso unitario (T/m³):	1,80
Nº de golpes	
N1	2
N2	5
N3	7

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	2,70
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	4,50
Mr (kg)	26,01
m	0,41
e3	0,80
e4	1,00
N de campo	12
N 50	6
N corregido	5

Determinación de C y f	
Peck, Hanson, Thornburn f (º):	28,6
Hatanaka f (º):	27,1
Uchida f (º):	33,1
Promedio f (º):	29,6
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	93,2
Cu Stroud (KN/m²):	52,8
Cu Promedio (kg/cm²):	0,73
Cu Promedio (KN/m²):	73,0

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

Página 10 de 12	ENSAYO
NORMA ASTM – D1586	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) Y MUESTREO DE SUELOS CON TUBO PARTIDO

PROYECTO:	**ESTABILIZACIÓN TALUD VÍA TERCIARIA 52688 SECTOR CARARE MUNICIPIO DE PAUNA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**PAUNA - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**26/09/2023**
DIRIGIDO A :	**GOBERNACIÓN DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ**		

Sondeo 2 Prof. 2,00

Condiciones del Ensayo	
Profundidad de inicio (m):	2,00
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo	
Peso unitario (T/m³):	1,80
Nº de golpes	
N1	5
N2	7
N3	4

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	3,60
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	4,50
Mr (kg)	26,01
m	0,41
e3	0,80
e4	1,00
N de campo	11
N 50	5
N corregido	4

Determinación de C y f	
Peck, Hanson, Thornburn f (º):	28,4
Hatanaka f (º):	26,2
Uchida f (º):	32,2
Promedio f (º):	28,9
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	81,7
Cu Stroud (KN/m²):	48,4
Cu Promedio (kg/cm²):	0,7
Cu Promedio (KN/m²):	65,1

Sondeo 2 Prof. 2,50

Condiciones del Ensayo	
Profundidad de inicio (m):	2,50
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo	
Peso unitario (T/m³):	1,80
Nº de golpes	
N1	7
N2	6
N3	9

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	4,50
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	4,50
Mr (kg)	26,01
m	0,41
e3	0,80
e4	1,00
N de campo	15
N 50	7
N corregido	6

Determinación de C y f	
Peck, Hanson, Thornburn f (º):	28,9
Hatanaka f (º):	27,9
Uchida f (º):	33,9
Promedio f (º):	30,2
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	104,1
Cu Stroud (KN/m²):	66,0
Cu Promedio (kg/cm²):	0,9
Cu Promedio (KN/m²):	85,1

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

Página 11 de 12	ENSAYO
NORMA ASTM – D1586	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) Y MUESTREO DE SUELOS CON TUBO PARTIDO

PROYECTO:	**ESTABILIZACIÓN TALUD VÍA TERCIARIA 52688 SECTOR CARARE MUNICIPIO DE PAUNA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**PAUNA - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**26/09/2023**
DIRIGIDO A :	**GOBERNACIÓN DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ**		

Sondeo 2 Prof. 3,00

Condiciones del Ensayo	
Profundidad de inicio (m):	3,00
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo	
Peso unitario (T/m³):	1,80
Nº de golpes	
N1	14
N2	16
N3	20

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	5,40
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	6,00
Mr (kg)	31,23
m	0,49
e3	0,85
e4	1,00
N de campo	36
N 50	19
N corregido	16

Determinación de C y f	
Peck, Hanson, Thornburn f (º):	31,8
Hatanaka f (º):	34,9
Uchida f (º):	40,9
Promedio f (º):	35,9
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	213,6
Cu Stroud (KN/m²):	158,4
Cu Promedio (kg/cm²):	1,9
Cu Promedio (KN/m²):	186,0

Sondeo 2 Prof. 3,50

Condiciones del Ensayo	
Profundidad de inicio (m):	3,50
Profundidad del Nivel Freático (m):	
Peso del Martillo (kg):	63,50
Peso del Cabezote (kg)	10,35
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48

Propiedades del suelo	
Peso unitario (T/m³):	1,80
Nº de golpes	
N1	23
N2	26
N3	29

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	6,30
CN	1,00
e1	0,85
e2	0,72
Longitud de Tubería (m)	6,00
Mr (kg)	31,23
m	0,49
e3	0,85
e4	1,00
N de campo	55
N 50	29
N corregido	24

Determinación de C y f	
Peck, Hanson, Thornburn f (º):	34,1
Hatanaka f (º):	39,1
Uchida f (º):	45,1
Promedio f (º):	39,4
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	289,7
Cu Stroud (KN/m²):	242,0
Cu Promedio (kg/cm²):	2,7
Cu Promedio (KN/m²):	265,8

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

Página 12 de 12	ENSAYO DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO Y FINO
NORMA INV E – 222 –13 INV E – 223 –13	

PROYECTO:	**ESTABILIZACIÓN TALUD VÍA TERCIARIA 52688 SECTOR CARARE MUNICIPIO DE PAUNA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
DIRIGIDO A :	**PAUNA - BOYACÁ**	FECHA ENSAYO:	**26/09/2023**
PROCEDENCIA:	**GOBERNACIÓN DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ**		

DENSIDAD Y ABSORCION DE AGREGADO GREUESO S2

No. PLATÓN	2
PESO DEL PLATÓN (g)	182,5
PESO DEL PLATÓN +MUESTRA SSS (g)	2150,2
PESO DEL LASTRE + CANASTILLA (g)	1398,9
PESO LASTRE + CANASTILLA+ MUESTRA (g)	2553,5
PESO DEL PLATÓN + MUESTRA SECA (g)	2032,7

Peso Específico aparente (g/cm^3)	***2,275***
Peso Específico SSS (g/cm^3)	***2,42***
Peso Específico Nominal (g/cm^3)	***2,66***
% de Absorción	***6,35***

ING. JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 – 7265804
e-mail: globalcivilsas@gmail.com

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, JIMMY VERGARA SILVA, identificado con cédula de ciudadanía No. 74.321.878, Ingeniero Civil con Matricula Profesional No. 15202-130100 BYC del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería (COPNIA).

CERTIFICO:

Que realicé el estudio de suelos y recomendación de cimentación para el proyecto:

"CONSTRUCCION DE OBRAS DE MITIGACION SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS PROVINCIA DE OCCIDENTE DEPARTAMENTO DE BOYACA". En el municipio de Pauna – Sector Carare.

Aclaro que me responsabilizo por los estudios y cálculos, siempre y cuando en las obras de "CONSTRUCCION DE OBRAS DE MITIGACION SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS PROVINCIA DE OCCIDENTE DEPARTAMENTO DE BOYACA", se sigan textual y cabalmente los planos y las directrices técnicas realizadas por el suscrito.

Atentamente:



ING. JIMMY VERGARA SILVA M.P
15202-130100 BYC

REPUBLICA DE COLOMBIA

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA

COPNIA



MATRICULA PROFESIONAL No.

15202130100BYC

INGENIERO CIVIL

DE FECHA **20/04/2006**

JIMMY

VERGARA SILVA

C.C. 74321878

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA

PRESIDENTE DEL CONSEJO

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios

CVAD-2022-1337947

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que JIMMY VERGARA SILVA, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 74321878, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 15202-130100 desde el 20 de Abril de 2006, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 161.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los doce (12) días del mes de Mayo del año dos mil veintidos (2022).



Rubén Dario Ochoa Arbeláez

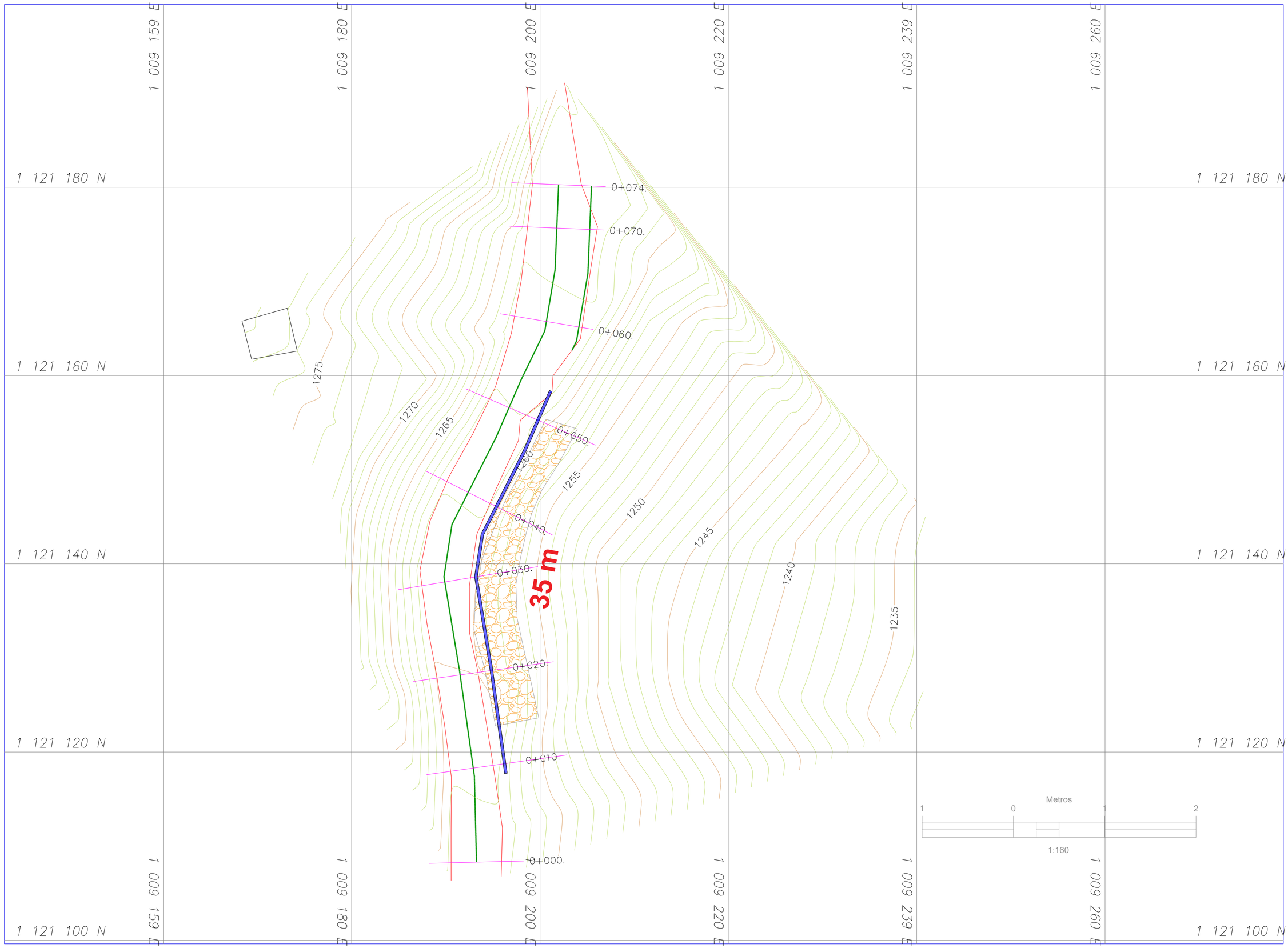
_____

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado

El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.

Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.



GOBERNACIÓN DE BOYACÁ

GOBERNACIÓN DE BOYACÁ

PROYECTO:

OBRA PUBLICA
N° DE CONTRATO 002-2023

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS PROVINCIA DE OCCIDENTE DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

CONTIENE:

DETALLE DE LA IMPLANTACION DE GAVION TRAMO9 PAUNA

IMPLANTO:

JIMMY VERGARA SILVA
ING CIVIL ESP EN GEOTECNIA VIAL Y DE PAVIMENTOS

REVISÓ:

CONTRATISTA DE OBRA
R/L JUAN CARLOS VELÁSQUEZ
CONSTRUCTORA PAÍS S.A.S

APROBO:

Jhonatan Meneses

INTERVENTORIA
R/L ING. JHONATAN MENESES
CONSORCIO CARINGA

LOCALIZACIÓN:



CONVENCIONES

- *Vía*
- *Curva indice*
- *Curva intermedia*
- *Arbol*
- *Red hidrica*
- *Estación P.K.*

DÍGITO :

JIMMY VERGARA SILVA
ING CIVIL ESP EN GEOTECNIA VIAL Y DE PAVIMENTOS

ESCALA :

1 : 160

FECHA :

SEPTIEMBRE DE 2023

ARCHIVO DIGITAL :

LT_TRAMO9_PAUNA
IMPLANTACIÓN.DWG

PLANO Nº DG 1 1 DE



GOBERNACIÓN DE BOYACÁ

GOBERNACIÓN DE BOYACÁ

PROYECTO:

OBRA PUBLICA
N° DE CONTRATO 002-2023

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS PROVINCIA DE OCCIDENTE DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

CONTIENE:

GEORREFERENCIACION DE SONDEOS

DIBUJO:

JIMMY VERGARA SILVA
ING CIVIL ESP EN GEOTECNIA
VIAL Y DE PAVIMENTOS

REVISÓ:

CONTRATISTA DE OBRA
R/L JUAN CARLOS VELÁSQUEZ
CONSTRUCTORA PAÍS S.A.S

APROBO:

INTERVENTORIA
R/L ING. JHONATAN MENESES
CONSORCIO CARINGA

LOCALIZACIÓN:



CONVENCIONES

- *Via*
- *Curva indice*
- *Curva intermedia*
- *Red hidrica*
- *Estación P.K.*
- *Local. Sondeo*

DÍGITO :

JIMMY VERGARA SILVA
ING CIVIL ESP EN GEOTECNIA
VIAL Y DE PAVIMENTOS

ESCALA :

1 : 200

FECHA :

SEPTIEMBRE DE 2023

ARCHIVO DIGITAL :

GEOLOCALIZACION SONDEOS PAUNA CARARE.DWG

PLANO Nº DG 1 DE 1

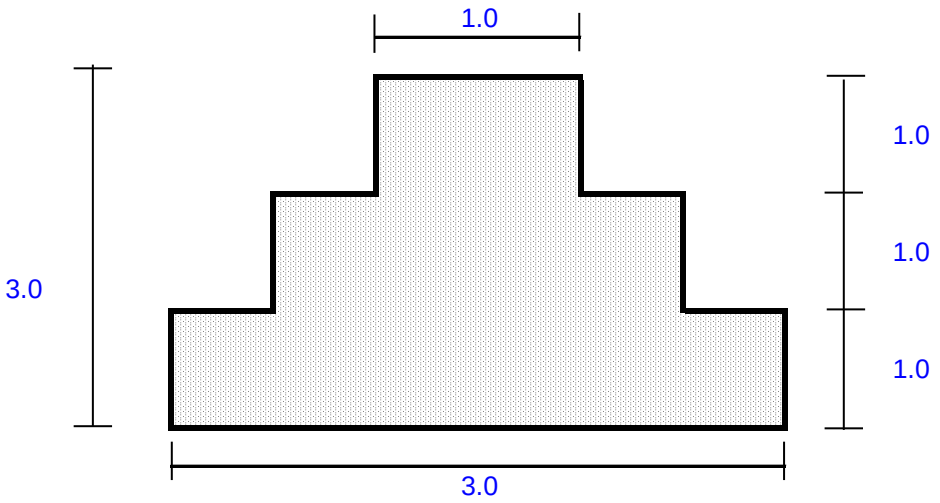
DISEÑO MURO DE CONTENCIÓN

CODIGO CALIDAD : F-DD-20
VERSIÓN: 01
CODIGO PROY. : 0800000-MC-01
FECHA: 29/09/2013

PROYECTO: ESTABILIDAD VIAS PAUNA

UCICACIÓN : VIA PAUNA SECTOR CARARE H = 3 metros

1. Predimensionamiento:



Peso especifico del relleno:	18.0	kN/m^3
Peso especifico piedra rajon:	22.0	kN/m^3
Altura total del gavión:	3.00	m.
Altura del relleno :	2.50	
Ancho de la base del gavión:	3.0	m.
Area transversal del gavión:	6.0	m^2
Capacidad portante del suelo:	0.190	Mpa
Ka :	0.33	
Coeficiente de fricción (f):	0.35	

2. Analisis de Estabilidad:

a. Volcamiento:

Carga peso Propio (kN/ml)	Carga peso Propio (kN/ml)	Brazo (m)	Momento (kN.m)
22x6.0	132	1.5	198
Total	**132**		**198**

Calculo del empuje Total sobre el muro:

$E = 1/2xDxKaxh^2$

E = 18.563 kN

Ma = Exh/2

Ma = 32.484 kN-m

Factor de seguridad al volcamiento:

FSV = 6.0952 **OK**

b. Revisión de la capacidad Portante:

Σ Ma = 165.52 **kN-m**

X_A = 1.2539 m.

e = 0.2461

$$\sigma_{Max} = \frac{\Sigma Fv}{BL} \quad (1+6e/L) = \quad 45.492 \text{ kN} \quad = \quad \mathbf{0.045} \text{ Mpa} \quad \mathbf{OK}$$

$$\sigma_{Min} = \frac{\Sigma Fv}{BL} \quad (1-6e/L) = \quad 44.508 \text{ kN} \quad = \quad \mathbf{0.045} \text{ Mpa} \quad \mathbf{OK}$$

c. Deslizamiento:

Fuerza de fricción (F) = $f \Sigma Fv$ = 46.2 kN

Factor de seguridad al deslizamiento :

FSD = 2.49 **OK**