BOYACÁ GRANDE
GOBERNACION DE BOYACA
SECRETARIA CONTRATACION
TRAMITADO
ERIKA XIMENA RODRIGUEZ
fecha 23/05/2024

ESTUDIO TOPOGRÁFICO

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS EN MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE, NEIRA DEPARTAMENTO DE BOYACA

TOPOGRAFÍA

El Cocuy, Boyacá

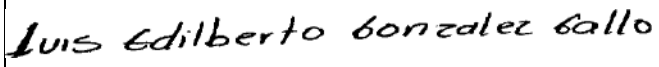
TOPOGRAFÍA

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS EN MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE, NEIRA DEPARTAMENTO DE BOYACA

Versión 1.0

Contratista:
N&S CONSTRUCTOL S.A.S
NIT. 901.306.834-9

EL COCUY–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 El Cocuy 8
Figura 3. Localización vía de estudio-El Cocuy.....8
Figura 4. TOPCON GTS 246NW SERIAL V20160.....10
Figura 5. Especificaciones GTS 246NW 12

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Coordenadas Topografía.....13

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 El Cocuy, en el departamento de Boyacá.

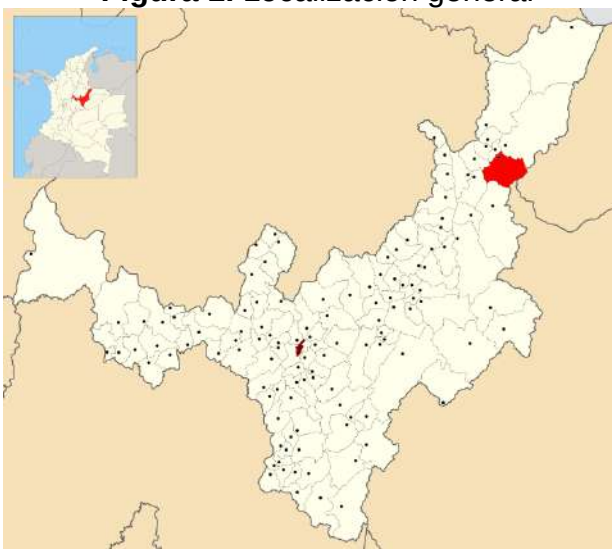
Documento que hace parte del cumplimiento para el proyecto "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS EN MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE, NEIRA DEPARTAMENTO DE BOYACA."

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 El Cocuy se localiza en la Latitud Norte 6°20'14.10"N, Longitud Oeste 72°27'57.52"O, a 2750 metros sobre el nivel del mar. Su temperatura media es de 13°C, con una precipitación media anual de 1500 mm. Se encuentra a 388 km de Bogotá y su superficie total es de 253 km².

Figura 1. Localización general



Fuente: Wikipedia-sitio web del municipio de El Cocuy, Colombia

El municipio de El Cocuy, en el departamento de Boyacá, Colombia, limita con los siguientes municipios:

- Al norte: Güicán
- Al sur: Chita
- Al este: Tame (Arauca) y Cubará
- Al oeste: San Mateo y Aquitania

La población del municipio de El Cocuy es de aproximadamente 5241 habitantes. La actividad económica principal es la agricultura, ecoturística y pecuaria.

Figura 2. División política del municipio de El Cocuy



Fuente: Oficina de planeación municipal de El Cocuy, departamento de Boyacá

Figura 3. Localización vía de estudio-El Cocuy



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 Cocuy 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 que 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 El Cocuy. 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

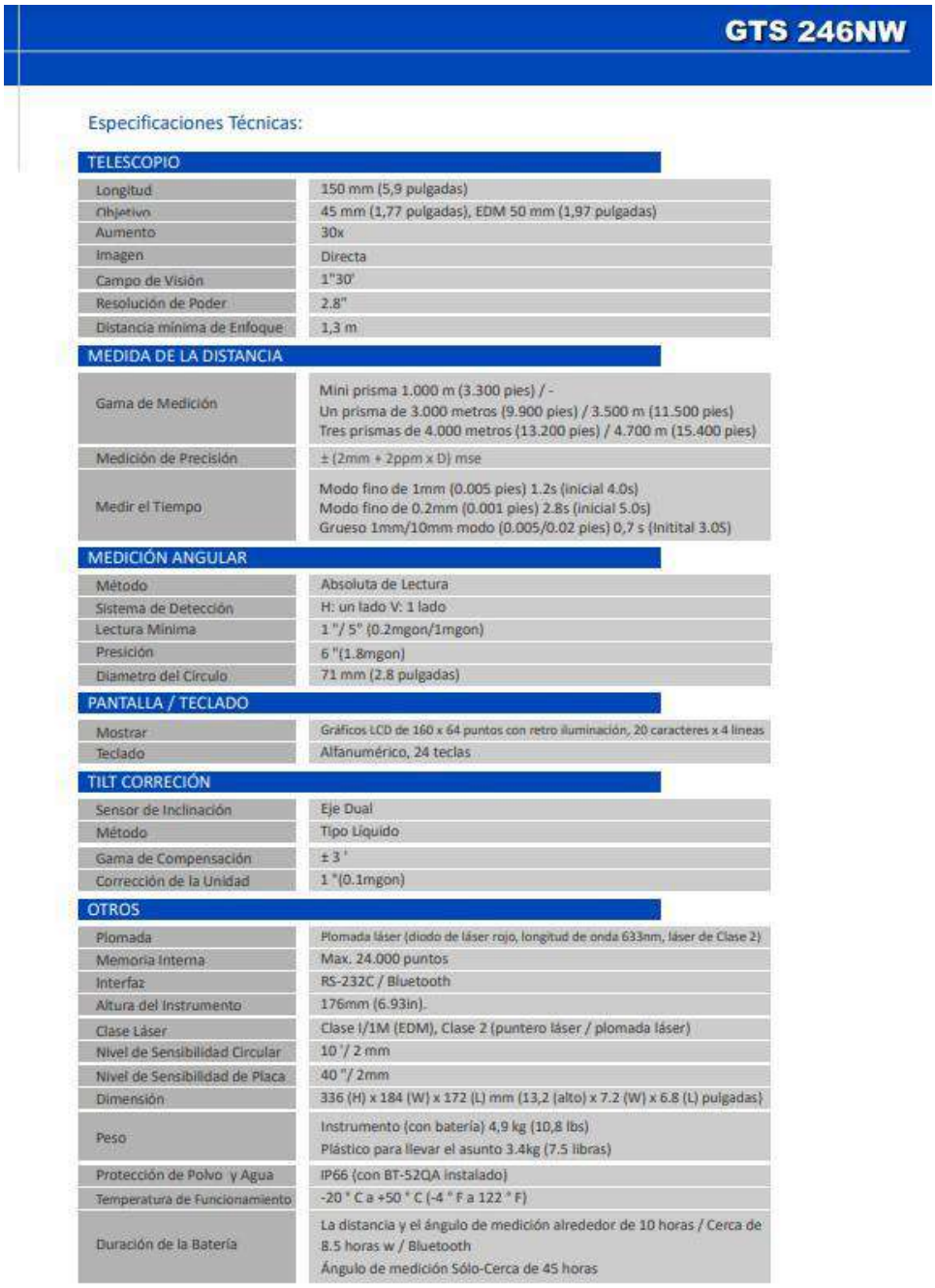
Los equipos utilizados en el levantamiento topográfico son:

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 lineas
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 El cocuy 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

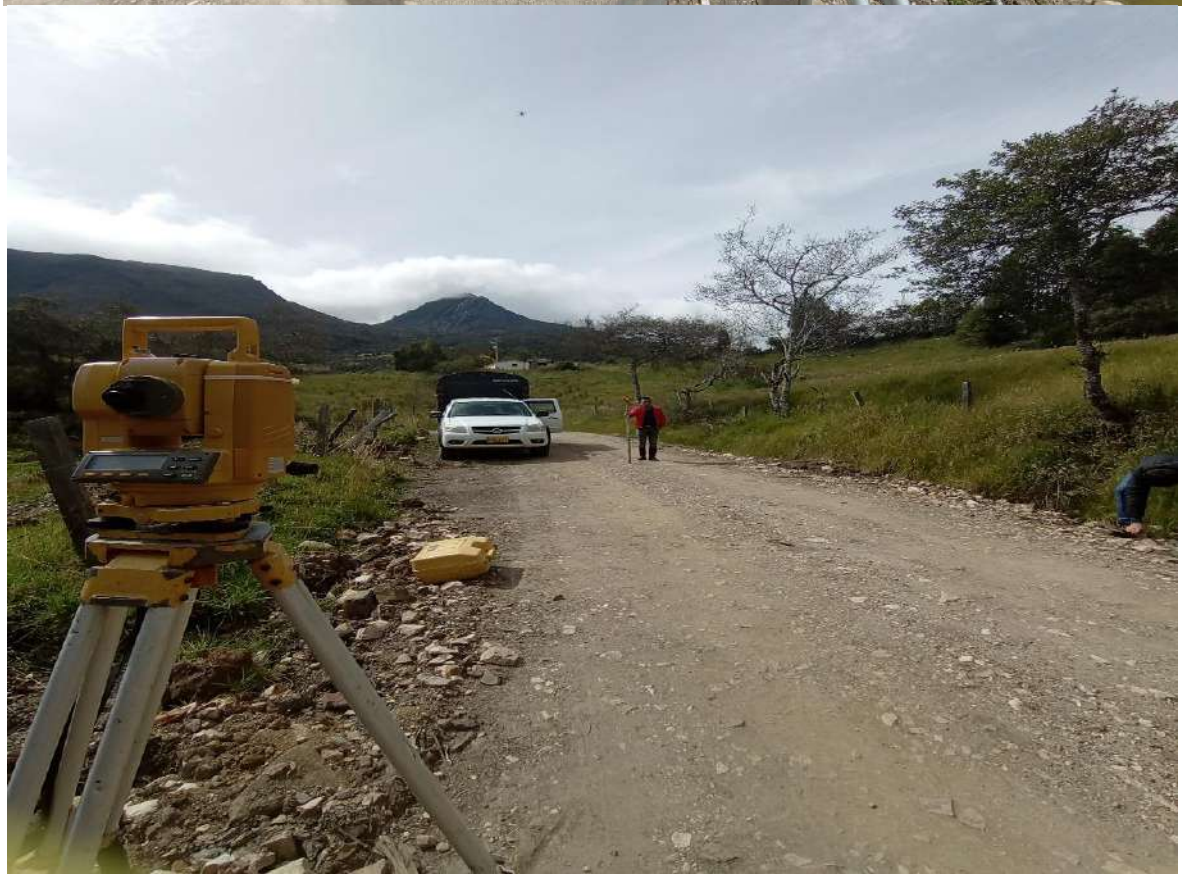
Origen	Coordenadas Elipsoidales	
	Latitud (N)	**Longitud (W)**
MAGNA SIRGAS- Este-Central	6°20´14,10”	72°27´57.52”

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

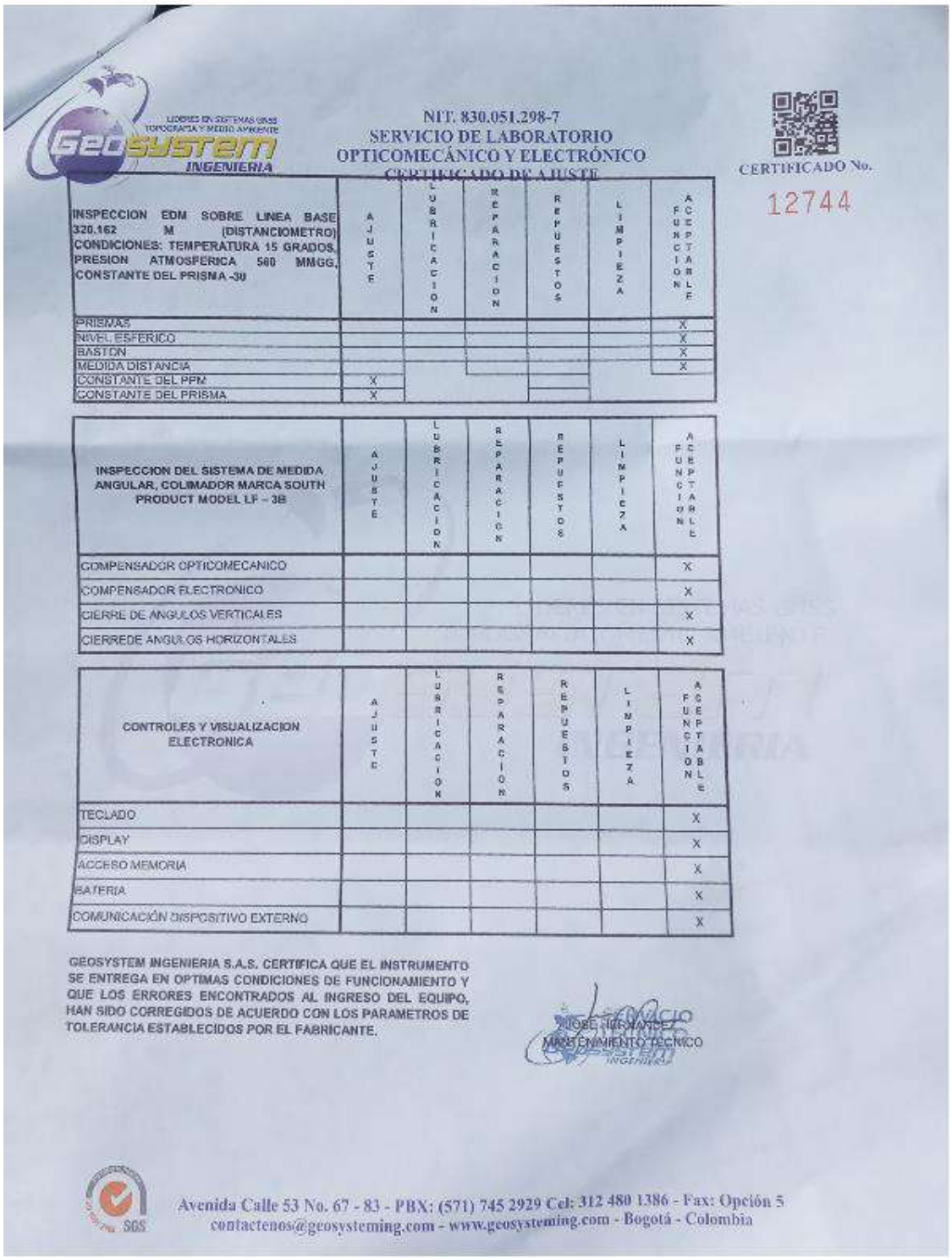
REGISTRO FOTOGRÁFICO





ANEXO 2

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS



LIDERES EN SISTEMAS GNSS 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 320.162 M (DISTANCIOMETRO) CONDICIONES: TEMPERATURA 15 GRADOS, PRESION ATMOSFERICA 580 MMGG, CONSTANTE DEL PRISNA -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

SGS

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

CODIGO: MRC-R-CTA-09

NIT. 830.051.298-7
SERVICIO DE LABORATORIO
OPTICOMECÁNICO Y ELECTRÓNICO
CERTIFICADO DE AJUSTE

CERTIFICADO No.
12744

INSTRUMENTO: ESTACION TOTAL MARCA: TOPCON MODELO: GTS-246NV PRECISION ANGULAR: 2" SERIAL No.: V20160	FECHA DE REVISION: 25 de enero de 2023 SUGERIMOS NUEVA REVISION: 24 de julio de 2025 DEPARTAMENTO: Arauca CIUDAD: Arauca EMPRESA: SAR CONSTRUCCIONES Y SUMINISTROS SAS NIT: 900804055-1

INSPECCION OPTICOMECANICA	CORRECCION	AJUSTE	LUBRICACION	NIVELACION	REPUESTOS	LIMPIEZA	FUNCION ACEPTABLE
TRIPODE							X
BASE NIVELANTE							X
NIVELES TUBULARES Y ESFERICOS							X
VERTICALIDAD							X
OPTICA GENERAL							X
EJE VERTICAL Y HORIZONTAL							X
FRENOS Y MOVIMIENTOS TANGENCIALES							X
PLOMADA ÓPTICA							X

	°	'	"
POSICION 1 (VERTICAL D)	88	17	51
POSICION 1 (HORIZONTAL D)	0	0	0
POSICION 1 (VERTICAL I)	271	42	10
POSICION 1 (HORIZONTAL I)	179	59	58
ERROR OBSERVADO V			1
ERROR OBSERVADO H			2

	°	'	"
POSICION 2 (VERTICAL D)	91	36	24
POSICION 2 (HORIZONTAL D)	0	0	0
POSICION 2 (VERTICAL I)	268	23	34
POSICION 2 (HORIZONTAL I)	180	0	1
ERROR OBSERVADO V			2
ERROR OBSERVADO H			1

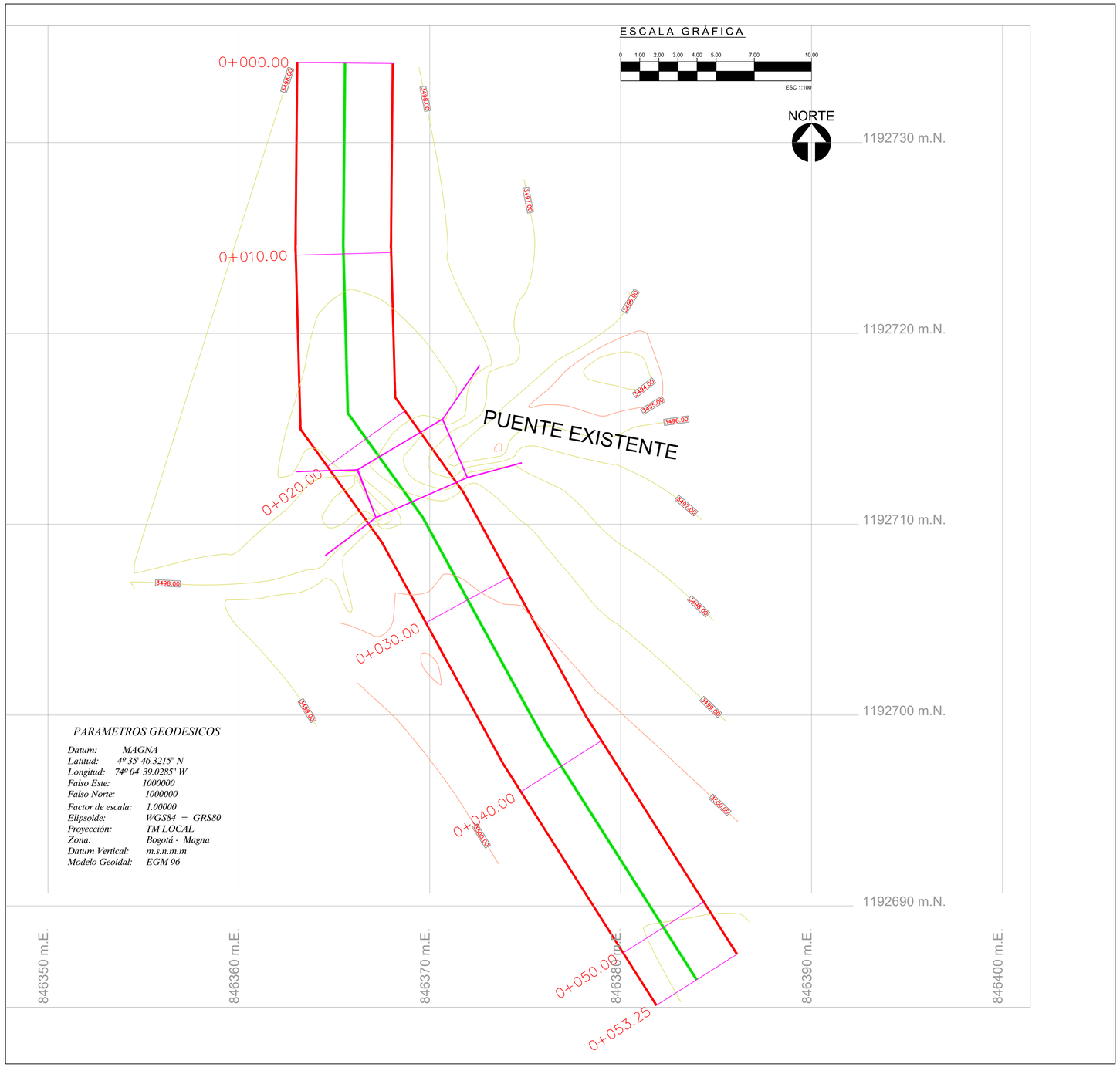
Avenida Calle 53 No. 67 - 83 - PBX: (571) 745 2929 Cel: 312 480 1386 - Fax: Opción 5
contactenos@geosysteming.com - www.geosysteming.com - Bogotá - Colombia

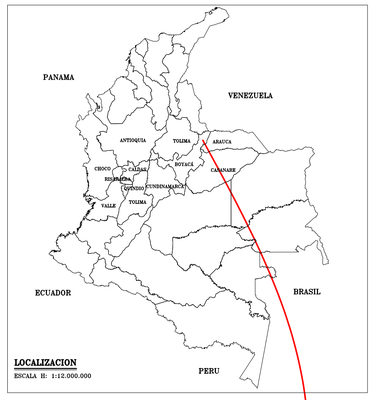
ANEXO 3

PLANOS TOPOGRÁFICOS EN FORMATO PDF Y DWG

ANEXO 4

CARTERA Y MEMORIA DEL LEVANTAMIENTO





LOCALIZACIÓN:

DEPARTAMENTO DE BOYACÁ



MUNICIPIO DEL COCUY





GOBERNACIÓN DE BOYACÁ

PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS EN MUNICIPIO DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE, NEIRA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.

CONTIENE:

LOCALIZACION GENERAL DEL PROYECTO
TRAMO EL COCUY

LEVANTO:

Luis Edilberto Gonzalez Gallo

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

REVISÓ:

NYS CONSTRUCOL SAS
R/L SONIA MALENA MARIN SOTELO

APROBO:

CONSORCIO INTEREMERGENCIAS NORTE
R/L Ing. NANCY YASMIN QUIROGA

LOCALIZACIÓN:

CONVENCIONES

- EJE PROYECTO
- CARRETEABLE
- ESTACION O P.K.
- SECCION TERRENO
- PERFIL TERRENO
- CURVA DE NIVEL

DÍGITO :

Top. EDILBERTO GONZALEZ GALLO

ESCALA :

INDICADA

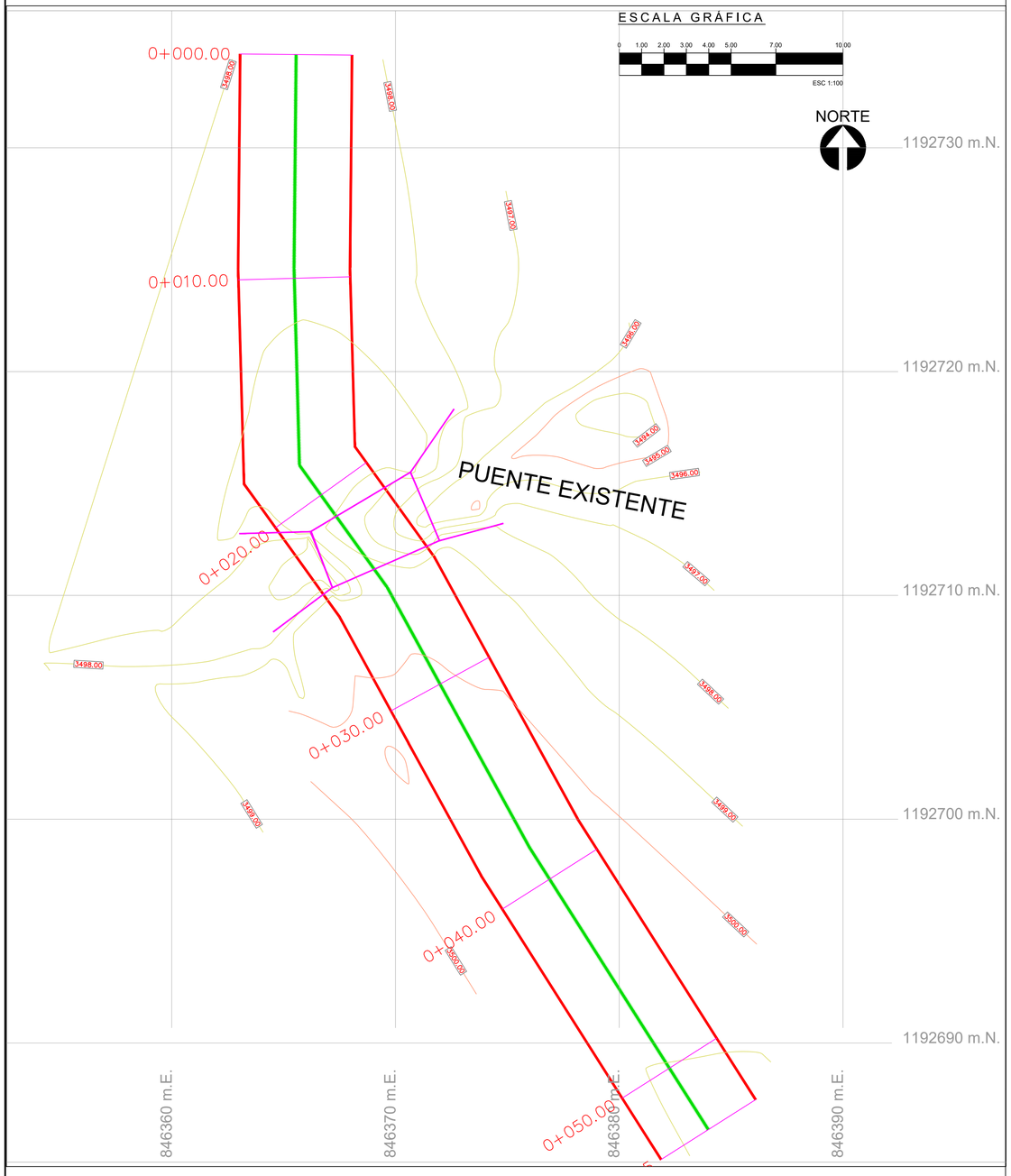
FECHA :

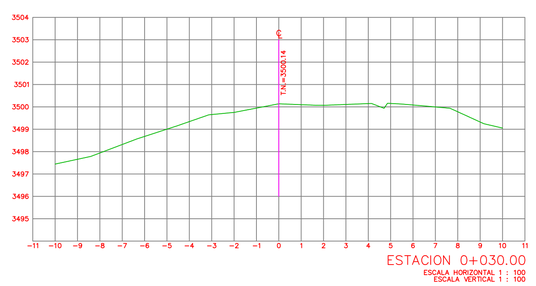
Septiembre de 2023

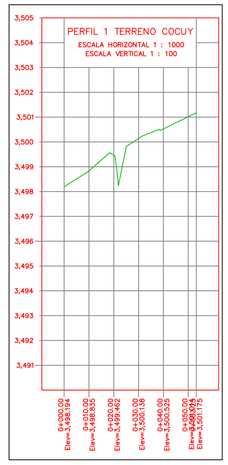
ARCHIVO DIGITAL :

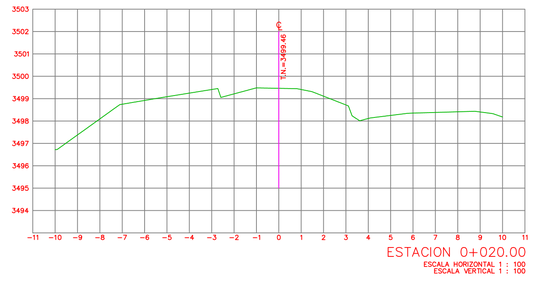
COCUY.DWG

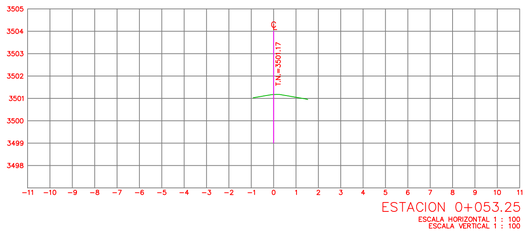
PLANO Nº DG 1E 2E DE



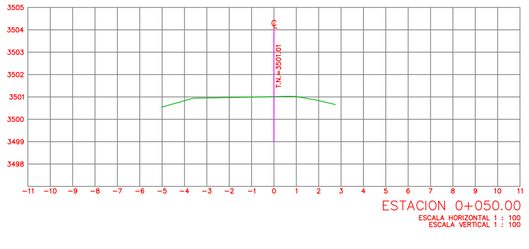
















GOBERNACIÓN DE BOYACÁ

PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS EN MUNICIPIO DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE, NEIRA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.

CONTIENE:

PLANTA PERFIL Y SECCIONES TRANSVERSALES DEL TRAMO 1 EL COCUY

LEVANTO:

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

REVISÓ:

NYS CONSTRUCOL SAS
R/L SONIA MALENA MARIN SOTELO

APROBO:

CONSORCIO INTEREMERGENCIAS NORTE
R/L Ing. NANCY YASMIN QUIROGA

LOCALIZACIÓN:



CONVENCIONES

- EJE PROYECTO
- CARRETEABLE
- ESTACION O P.K.
- SECCION TERRENO
- PERFIL TERRENO
- CURVA DE NIVEL

DÍGITO :

Top. EDILBERTO GONZALEZ GALLO

ESCALA :

INDICADA

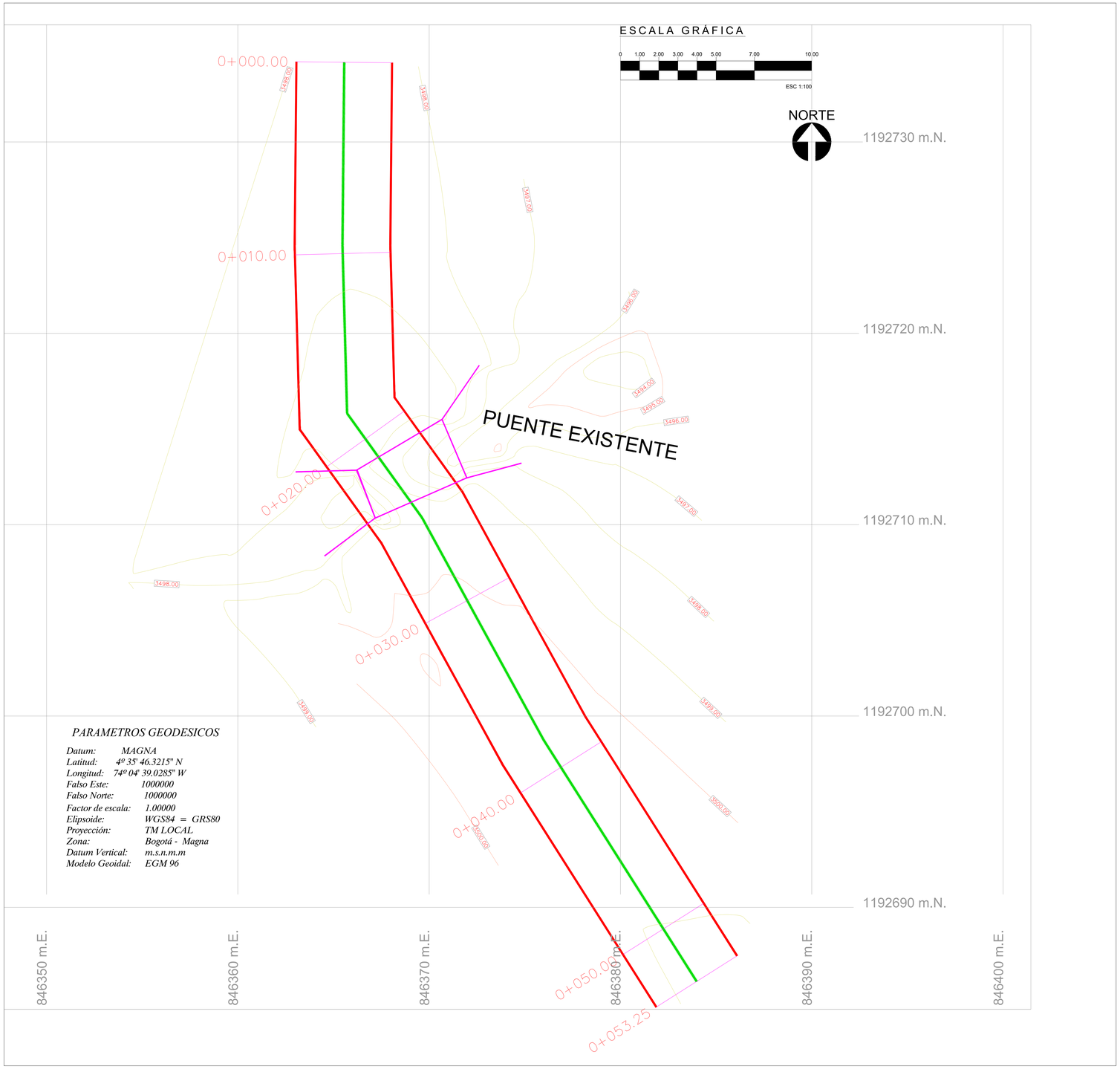
FECHA :

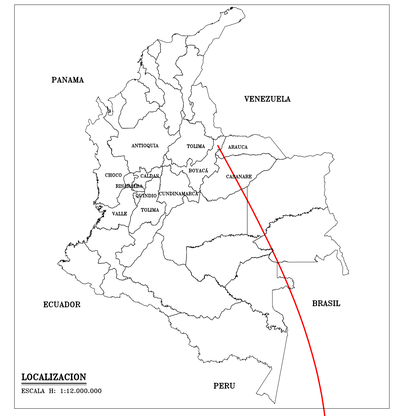
Septiembre de 2023

ARCHIVO DIGITAL :

COCUY.DWG

PLANO Nº DG 2E / 2E DE





LOCALIZACIÓN:

DEPARTAMENTO DE BOYACÁ



MUNICIPIO DEL COCUY





GOBERNACIÓN DE BOYACÁ

PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS EN MUNICIPIO DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE, NEIRA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.

CONTIENE:

LOCALIZACION GENERAL DEL PROYECTO TRAMO 1 EL COCUY

LEVANTO:

Luis Edilberto Gonzalez Gallo

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

REVISÓ:

CONSORCIO INTEREMERGENCIAS NORTE
R/L Ing. NANCY YASMIN QUIROGA

APROBO:

LOCALIZACIÓN:



CONVENCIONES

- EJE PROYECTO
- CARRETEABLE
- ESTACION O P.K.
- SECCION TERRENO
- PERFIL TERRENO
- CURVA DE NIVEL

DÍGITO :

Top. EDILBERTO GONZALEZ GALLO

ESCALA :

INDICADA

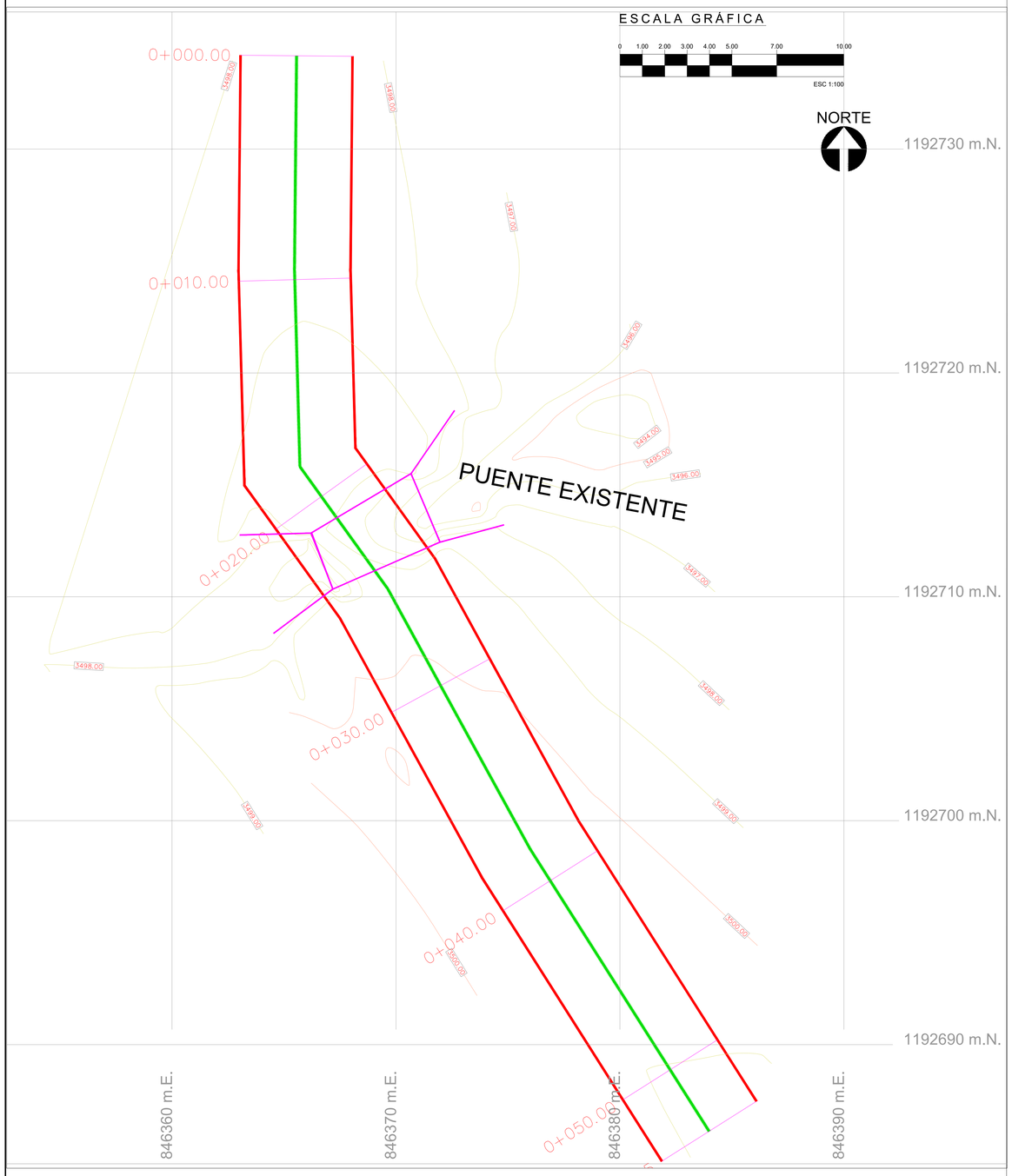
FECHA :

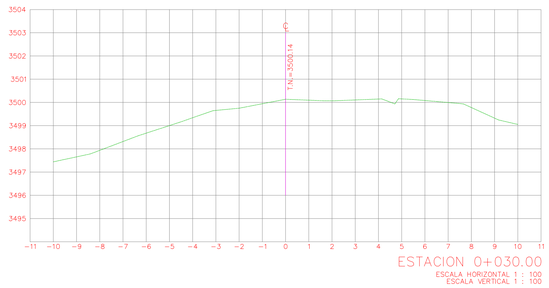
Septiembre de 2023

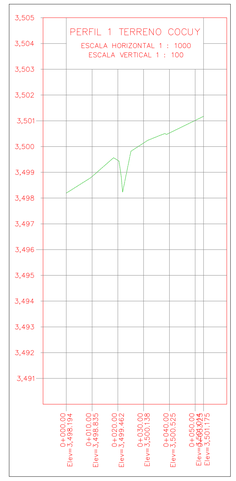
ARCHIVO DIGITAL :

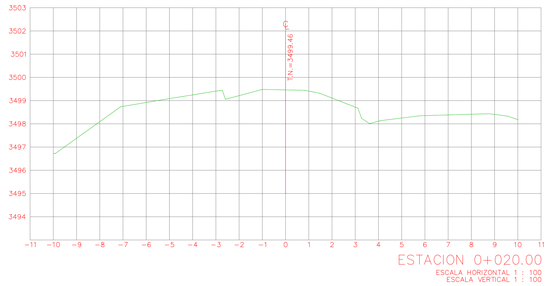
COCUY.DWG

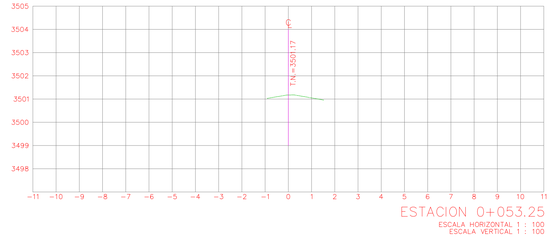
PLANO Nº DG 1E 2E DE

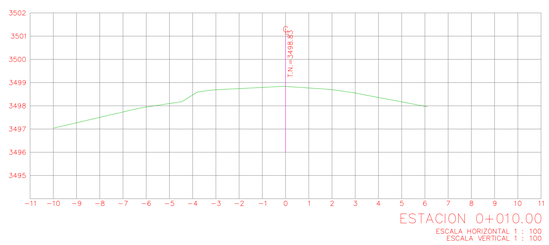


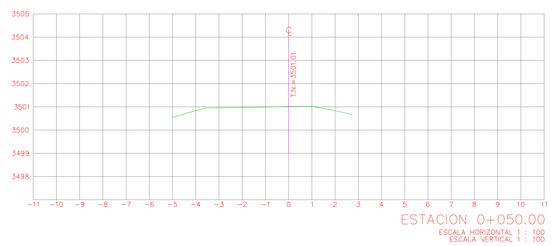


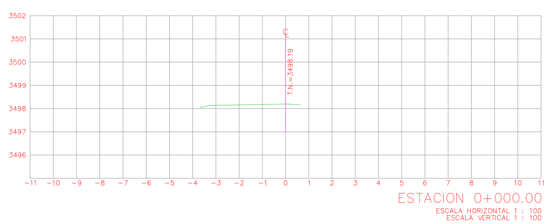


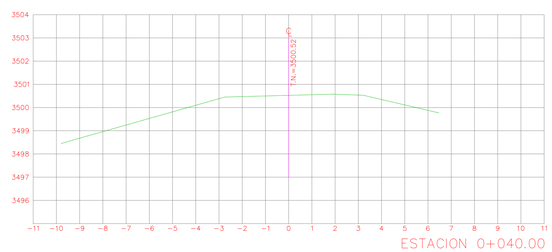












GOBERNACIÓN DE BOYACÁ

GOBERNACIÓN DE BOYACÁ

PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS EN MUNICIPIO DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE, NEIRA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.

CONTIENE:

PLANTA PERFIL Y SECCIONES TRANSVERSALES DEL TRAMO 1 EL COCUY

LEVANTO:

Luis Edilberto Gonzalez Gallo

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

REVISÓ:

CONSORCIO INTEREMERGENCIAS NORTE
R/L Ing. NANCY YASMIN QUIROGA

APROBO:

LOCALIZACIÓN:



CONVENCIONES

- EJE PROYECTO
- CARRETEABLE
- ESTACION O P.K.
- SECCION TERRENO
- PERFIL TERRENO
- CURVA DE NIVEL

DÍGITO :

Top. EDILBERTO GONZALEZ GALLO

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

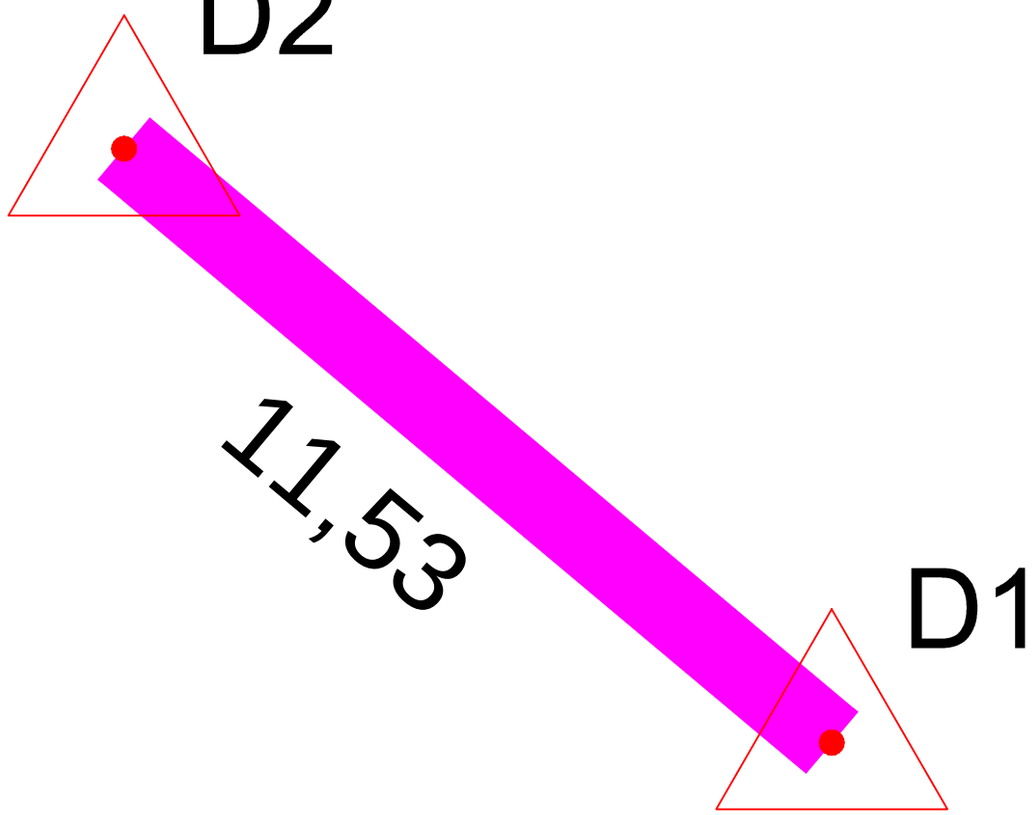
Septiembre de 2023

ARCHIVO DIGITAL :

COCUY.DWG

PLANO Nº DG 2E 2E DE

EL COCUY



CUADRO DE DELTAS

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				D2	1,192,715.097	846,364.170
D2	D1	S 49°58'59.81" E	11.535	D1	1,192,707.680	846,373.004
D1	D2	N 49°58'59.81" W	11.535	D2	1,192,715.097	846,364.170

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Tunja, septiembre 21 de 2023

Señores:
GOBERNACIÓN DE BOYACÁ
Departamento de Boyacá

Yo, **LUIS EDILBERTO GONZALEZ GALLO**, Topógrafo, con Matrícula Profesional N.º **01-15626 CPNT**, debidamente registrado del consejo profesional nacional de Topografía, presento el Estudio topográfico elaborado a continuación cumpliendo con los requerimientos de la **LEY 70 DE 1978**, para el contrato cuyo objeto es: **"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS EN MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE, NEIRA DEPARTAMENTO DE BO<ACA "**, Declaro que asumo la responsabilidad por los perjuicios que causa de ellos puedan deducirse, exonerando a la Gobernación de Boyacá de cualquier responsabilidad.

Acepto y reconozco que la revisión efectuada por la Gobernación de Boyacá no constituye una aprobación al Estudio topográfico, sino una verificación del cumplimiento de la **LEY 70 DE 1978,** vigentes

Atentamente,

Luis Edilberto Gonzalez Gallo

LUIS EDILBERTO GONZALEZ GALLO
TOPÓGRAFO
M.P. 01-15626 CPNT



República de Colombia

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE TOPOGRAFIA

Nombre: LUIS EDILBERTO GONZALEZ GALLO

Cédula: 1.052.313.255

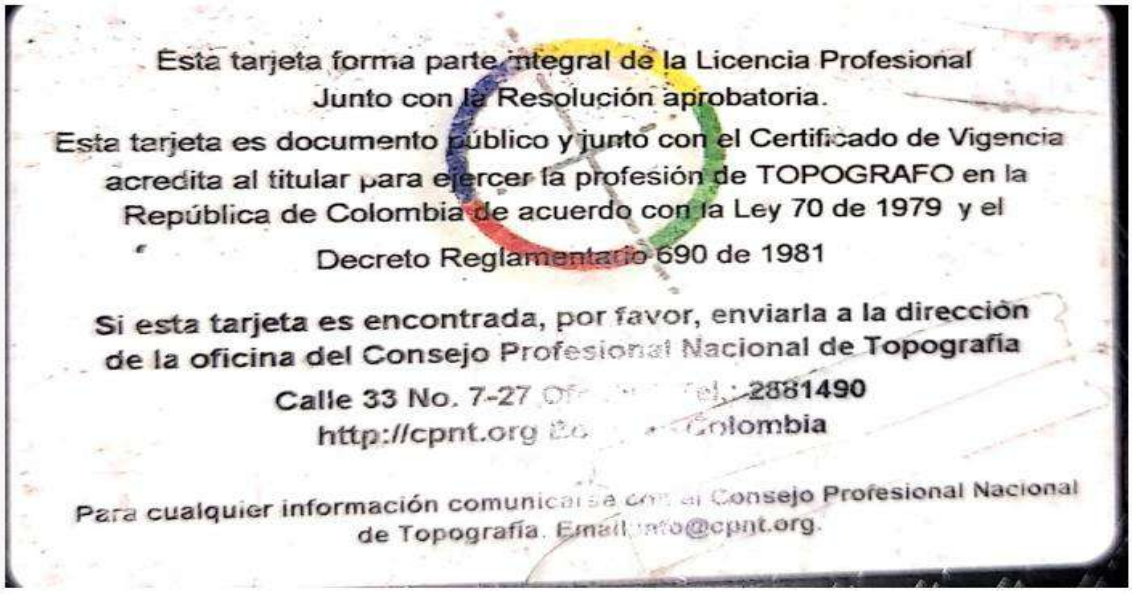
Licencia Profesional No: 01-15626

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.

ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN

Laboratorio de Suelos
GlobalCivil
Interventorias y Construccion

SEPTIEMBRE 2023

INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO CONSTRUCCIÓN BOX CULVERT QUEBRADA CABRITOS EN LA VEREDA CARRIZAL SECTOR PATIECITOS MUNICIPIO DE EL COCUY DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

LOCALIZACIÓN: **VEREDA CARRIZA SECTOR PATIECITOS MUNICIPIO DE EL COCUY DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**

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 10
1.4.1 Formación Concentración (Teco) 10
1.4.2 Formación Lutitas de Macanal (Kilm) 11
1.4.3 Depósitos Coluviales (Q2c) 12
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 24
3 CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO 25
3.1 PERFIL DEL SUBSUELO 25
4 ANÁLISIS DE RESULTADOS 25
4.1 HUMEDAD DEL MATERIAL 25
4.2 PLASTICIDAD DEL MATERIAL 26
4.3 RESISTENCIA DEL MATERIAL DEL SUELO DE FUNDACIÓN 27
4.4 ANÁLISIS DE SUELOS EXPANSIVOS 29
4.5 ANÁLISIS DE SUELOS COLAPSABLES 29
4.6 ABLANDAMIENTO CICLICO DE SUELOS FINOS 30
5 RECOMENDACIONES 32
5.1 Tipo de cimentación 32
5.2 Nivel de cimentación 32
5.3 TIPO DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO 36
6 EVALUACION DE CARGAS A CIMENTACION 37
6.1 PRESIÓN DE TRABAJO (CAPACIDAD PORTANTE) 37
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
7 CALCULO ESTADO LÍMITE DEL TERRENO 44
7.1 Estados Limite Alternativa 1 44
8 MEJORAMIENTO PARA ZONAS DE CIRCULACIÓN 46
9 SISTEMA GEOTECNICO CONSTRUCTIVO 48
9.1 ANTES DE LA CONSTRUCCION 48
9.2 PARÁMETROS DE DISEÑO MUROS DE CONTENCION 48
10 RECOMENDACIONES GENERALES 49
11 ANEXOS – PERFILES DE CAMPO 52
12 ANEXOS ENSAYOS DE LABORATORIO 54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización general de la zona de estudio. Modificado Google Earth. 6
Figura 2 Localización general del municipio de El Cocuy 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. 23
Figura 10 Variación de la humedad con la profundidad para los sondeos. 26
Figura 11. Variación del límite líquido con la profundidad de exploración.....27
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 28
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).....30
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). 31
Figura 15. Esquema de cimentación. 32
Figura 16. Sección Longitudinal. 33
Figura 17 Modelo utilizado para determinar el cálculo de la capacidad portante del suelo para material granular sobre arcilla. 39
Figura 18. Detalle mejoramiento para zonas de circulación. 47

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 29
Tabla 6. Clasificación de suelos expansivos. Tomado NSR-10 29
Tabla 7. Parámetros geotécnicos 35
Tabla 8. Cálculo de capacidad portante 41
Tabla 9. Asentamientos inmediatos.....42
Tabla 10. Asentamientos totales.....43
Tabla 11. Parámetros de diseño de muros de contención.....48

1 GENERALIDADES

1.1 DEL PROYECTO

La gobernación departamental de Boyacá está adelantando el proyecto para la construcción Box Culvert quebrada Cabritos en la vereda Carrizal sector Patiecitos municipio de El Cocuy 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 construcción de una obra hidráulica tipo Box Culvert.

El sitio se encuentra al momento de ejecutar las perforaciones como un puente con falla en sus estribos. El lote se caracteriza por presentar pendiente de 6°.

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 El Cocuy dentro de la geografía nacional.

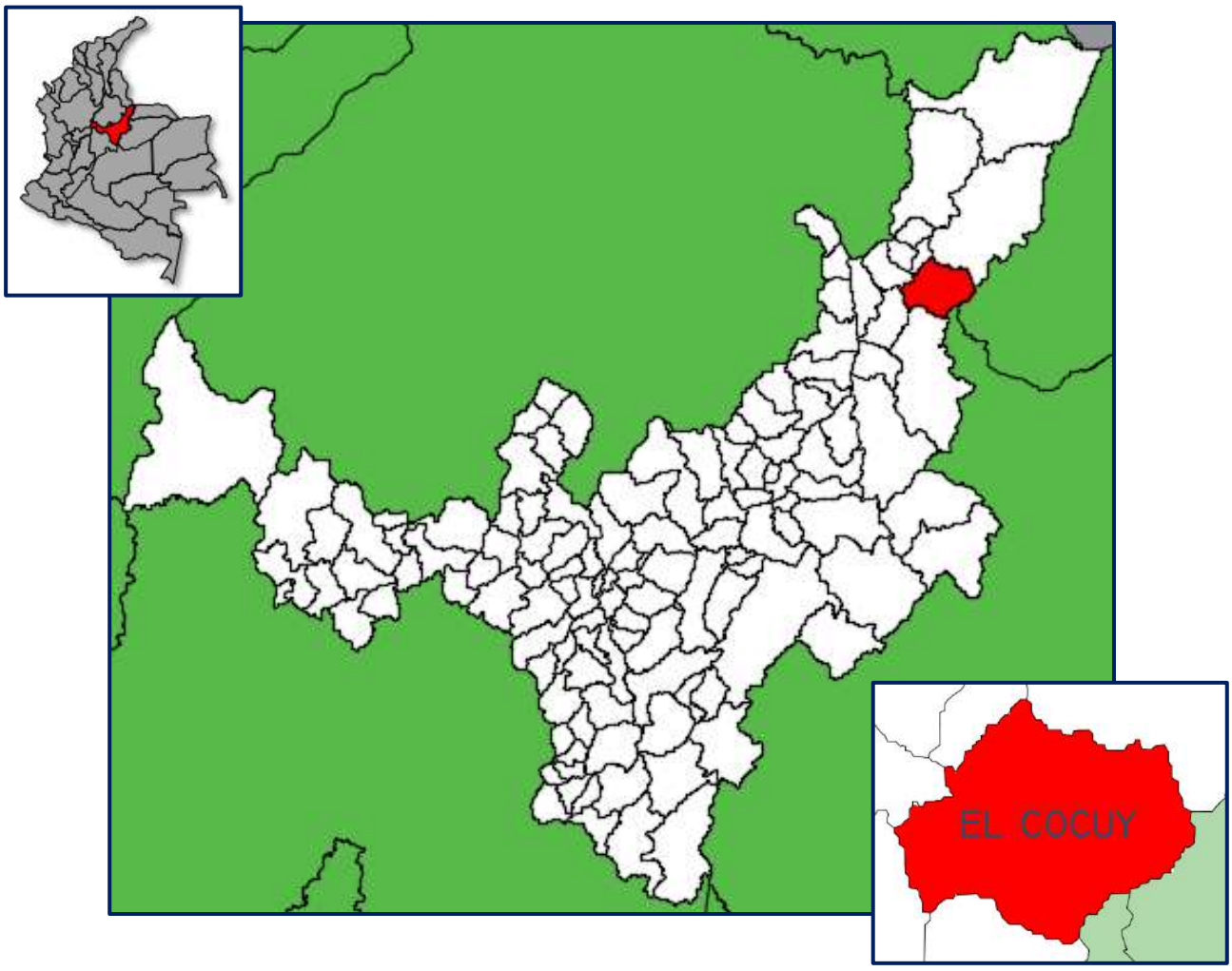


Figura 2 Localización general del municipio de El Cocuy dentro de la geografía nacional.

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

EL COCUY – Municipio Colombiano capital de la Provincia de Gutiérrez, en el departamento de Boyacá. Es conocido como «Ciudad Nevado, Remanso de Paz». El estilo arquitectónico del casco urbano es de tipo republicano y colonial, con algunas calles empedradas, y sus viviendas conservan su estilo con el cual fueron construidas, con el fin de preservar, restaurar, conservar, y mejorar el uso racional de los espacios públicos y privados. El Cocuy es principalmente reconocido por su nevado. También le dan el nombre al parque nacional natural El Cocuy y a la Sierra Nevada del Cocuy. Límita por el Norte con los Municipios de Panqueba y Güicán, por el este limita con el Departamento de Arauca y el Municipio de Tame; por el sur limita con los Municipios de La Salina (Casanare) y Chita y por el oeste con los Municipios de La Uvita y San Mateo.[2]

1.2.1 Localización zona de estudio

El proyecto se localiza en el Municipio de El Cocuy, sobre las coordenadas referidas al datum Magna Sirgas:

Coordenadas Magna Sirgas	Norte	Oeste
Elipsoidal	6°20'13,2''	72°27'57,4''
Gauss-Krueger	1192710,841	846363,298

Estas coordenadas corresponden a la carta geológica de Chita que en nomenclatura propia del IGAC corresponde a la plancha número 153-I-B-3.

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
  - Bloque Vertiente Occidental de la Cordillera Oriental: Otanche
- Cuenca Cordillera Oriental
  - Bloque Chiquinquirá – Arcabuco
  - Bloque Tunja – Duitama
  - Bloque Tota – Paz de Río

[2] FUENTE: Pagina web municipio de El Cocuy. http://www.elcocuyboyaca.gov.co/informacion_general.

- 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 Sierra Nevada del Cocuy, Está situada al extremo Noreste del departamento y está limitada al occidente por el sistema de fallas de Guaicáramo y al oriente por las estribaciones orientales de la Sierra Nevada del Cocuy en los límites con el Departamento de Arauca; en él se encuentran las mayores alturas de la cordillera oriental (5.200 m en el Pico Pan de Azúcar y algo más de 5.000 m en el Pico de Concavito). Esta cuenca se caracteriza por presentar un cambio de orientación de la cordillera oriental, que de Suroeste–Noreste pasa a Sureste–Noroeste, conformando una situación tectónica bastante sui generis en el sistema cordillerano de Colombia. En esta cuenca se encuentran más de 6.000 m de estratos sedimentarios y una pequeña masa de rocas cristalinas de edad Cretácico Inferior, probablemente relacionada con los esfuerzos de tensión que prevalecieron en la zona durante este período. Según Fabre A. (1983), la zona del Cocuy ha soportado diversos fenómenos tectónico–orogénicos, de extensión–subsidencia durante el Cretácico superior – Paleogeno inferior y de compresión–levantamiento durante el Neogeno.

Las deformaciones de la cobertura sedimentaria en esta zona se manifiestan por una gran cantidad de fracturas y fallas sin desplazamiento marcado. Fabre A. (op. cit.) estableció la existencia de 224 de ellas, la mayoría en la parte Noroccidental del área, donde la roca no está cubierta por vegetación. Entre las fallas cabe mencionar las de Sácama – Gibraltar de dirección Norte–Sur que es una prolongación de la falla Campo Hermoso–Ratoncito, y prácticamente divide al bloque en dos: la zona de la Sierra Nevada y la zona del Macizo de Santander. Esta falla es de tipo inverso con un ángulo bajo de inclinación hacia el Occidente. La zona más cercana al Macizo de Santander muestra la mayor cantidad de fallas y fracturas En cuanto a los pliegues presentes en esta cuenca se encuentran el Sinclinal de Rechiniga de dirección Norte–Sur y varios sinclinales y anticlinales menores de dirección Noroeste principalmente. Cerca a la Falla de Sácama se aprecian unos repliegues asimétricos apretados, con planos que se inclinan al Occidente y ejes separados por menos de 300 m, como una clara indicación del movimiento de la falla y sus planos inclinados.

La cuenca de la Sierra Nevada del Cocuy, se caracteriza por presentar vestigios o restos de un antiguo glaciar que durante el Pleistoceno ocupó toda esta parte de la cordillera oriental.

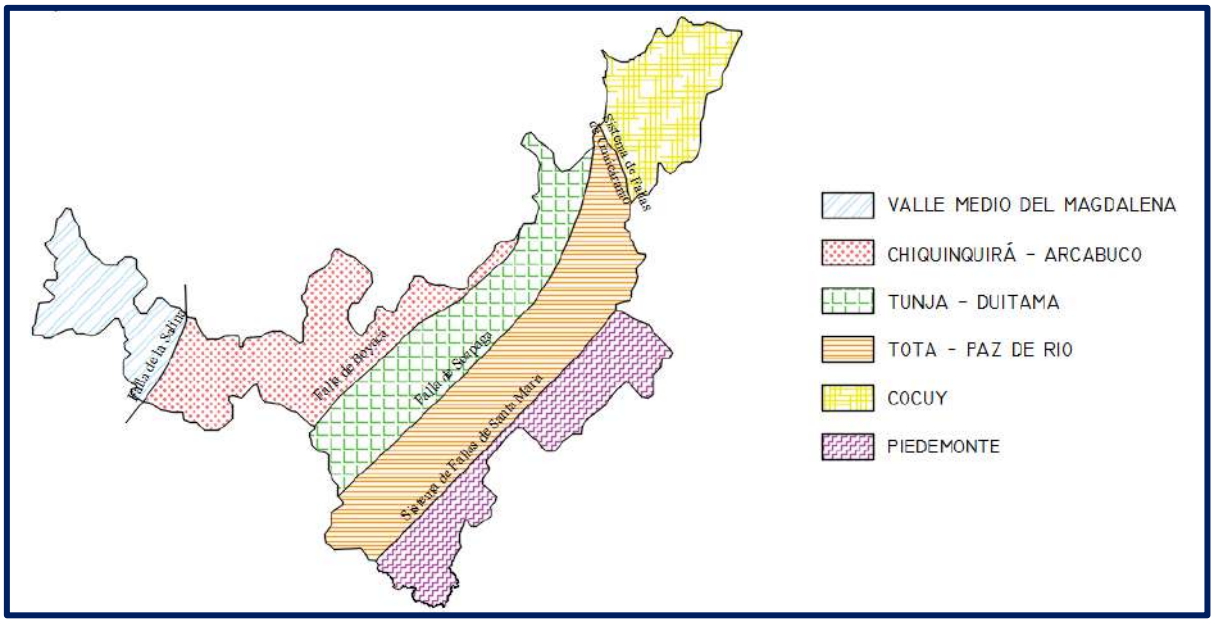


Figura 3. Definición de cada uno de los bloques estructurales de acuerdo con el Ingeominas.

A continuación, se realiza la descripción de las formaciones geológicas de la zona en estudio.

1.4 GEOLOGIA REGIONAL [3]

Para esta zona de encuentran diferenciados los siguientes tipos de formas

1.4.1 Formación Concentración (Teco)

El nombre y rango de la unidad litoestratigráfica Formación Concentración fueron dados por Alvarado & Sarmiento (1944), para designar una sucesión de arcillolitas comúnmente yesíferas y areniscas de grano fino a grueso, con estratos de hierro oolítico, que descansa sobre la Formación

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

Picacho. Su sección tipo está localizada a lo largo del río Soapaga, entre el caserío de Concentración y el puente del Uvo (carretera Santa Rosa – Paz de Río – Socha), donde presenta un espesor que oscila entre 1.368 y 1.554 m. Basado en la sucesión litológica medida en la carretera Paz de Río – Cerinza (A5), la Formación Concentración puede dividirse en varios conjuntos. Uno inferior de 350,15 m de espesor, constituido por una sucesión de capas de arcillolitas grises oscuras y negras, que por meteorización presentan coloraciones amarillentas y rojizas, estratificadas en capas muy delgadas, con varios estratos de hierro oolítico hacia la parte inferior y media de 0,30 a 2,50 m de espesor y frecuentes intercalaciones de cuarzoarenitas de grano fino a medio y localmente grueso, con matriz arcillosa, y espesores que oscilan entre 0,20 y 8 m, estratificadas en capas delgadas a muy gruesas. Un conjunto medio, de 166,80m de espesor, que consiste predominantemente de arcillolitas grises claras,que por meteorización dan tonalidades amarillentas y rojizas, con varias capas de hierro limonítico de 0,20 m de espesor y escasas intercalaciones de cuarzoarenitas de grano fino, grises amarillentas, friables, con espesores entre 0,80 y 1 m, estratificadas en capas medias y gruesas. El conjunto superior de 945,50m de espesor, consta de una sucesión de arcillolitas grises claras a oscuras, que meteorizan a amarillentas y rojizas, estratificadas en capas delgadas, con intercalaciones de capas de hierro limonítico hacia la parte inferior de 0,20m de espesor y laminillas de yeso de 1cm de espesor hacia la parte media, e intercalaciones frecuentes de cuarzoarenita de grano fino a medio, en lentes hacia la parte inferior y media, con espesores que oscilan desde capa delgada hasta muy gruesa, de cuarzoarenitas de grano grueso a conglomerático y fragmentos de roca. La Formación Concentración en esta localidad presenta un espesor total de 1.462,45m.

Basado en el contenido de polen encontrado en varios horizontes de la Formación Concentración, van der Hammen (1957) la asigna al Eoceno medio a Oligoceno medio, y establece su correlación, con excepción de la parte inferior, con las formaciones San Fernando y Diablo del Borde Llanero y Carbonera de la cuenca del Maracaibo.

1.4.2 Formación Lutitas de Macanal (Kilm)

Se propone este nombre para designar un conjunto monótono de lutitas negras con esporádicas intercalaciones de calizas, areniscas y bolsones de yeso; su localidad tipo se ha establecido en el cañón del rio Bata entre las quebradas el volador y la esmeralda.

La unidad está compuesta en su parte inferior por 760 m de lutitas negras, micáceas, compactas, ligeramente calcáreas y láminas de yeso; la parte media está constituida por 145 m de areniscas cuarzosas, grises oscuras, de grano fino y estratificación gruesa a maciza, con intercalaciones de lutitas negras, micáceas, fosilíferas; 1350 m de lutitas grises oscuras a negras ligeramente calcáreas con venas de calcita y nódulos arenoso hasta 10 cm de diámetro, y lentejones de yeso hacia el topo; su techo está compuesto por 680 m de lutitas negras, micáceas con intercalaciones de areniscas gris clara de grano fino, estratificadas en bancos hasta de 20 cm de espesor. Su espesor total es de 2935 m.

Las lutitas de Macanal se depositaron en un ambiente marino, de agua someras en una cuenca cerrada.

Bürgl, H (1960b) colecto en el área del rio Bata entre las estaciones 1769 a 1809 correspondientes en este trabajo a la formación lutitas de Macanal, una fauna de edad Titoniano a Valanginiano. En el estudio de esta formación se colecto en la misma localidad una fauna, clasificada por Diana Gutiérrez como Berriasiano a Valanginiano. Las lutitas de Macanal pueden correlacionarse con lo que Hubach, E. 1957 denomino esquistos de Saname– Pizarras de la culebra y una serie de esquistos arcillosos y cuarcitas en la parte inferior, sin denominación.

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 Concentración (Teco), ver Figura 5. Desde una perspectiva local se presentan Arcillas gris verdosas y negras. Areniscas verdosas de grano fino a grueso, localmente capas de hierro colítico y delgadas capas de carbón. La geomorfología de la zona se caracteriza por presentar una pendiente del 6%, la cual se puede observar en la figura 4.



Figura 4. Vista general de la zona de estudio.

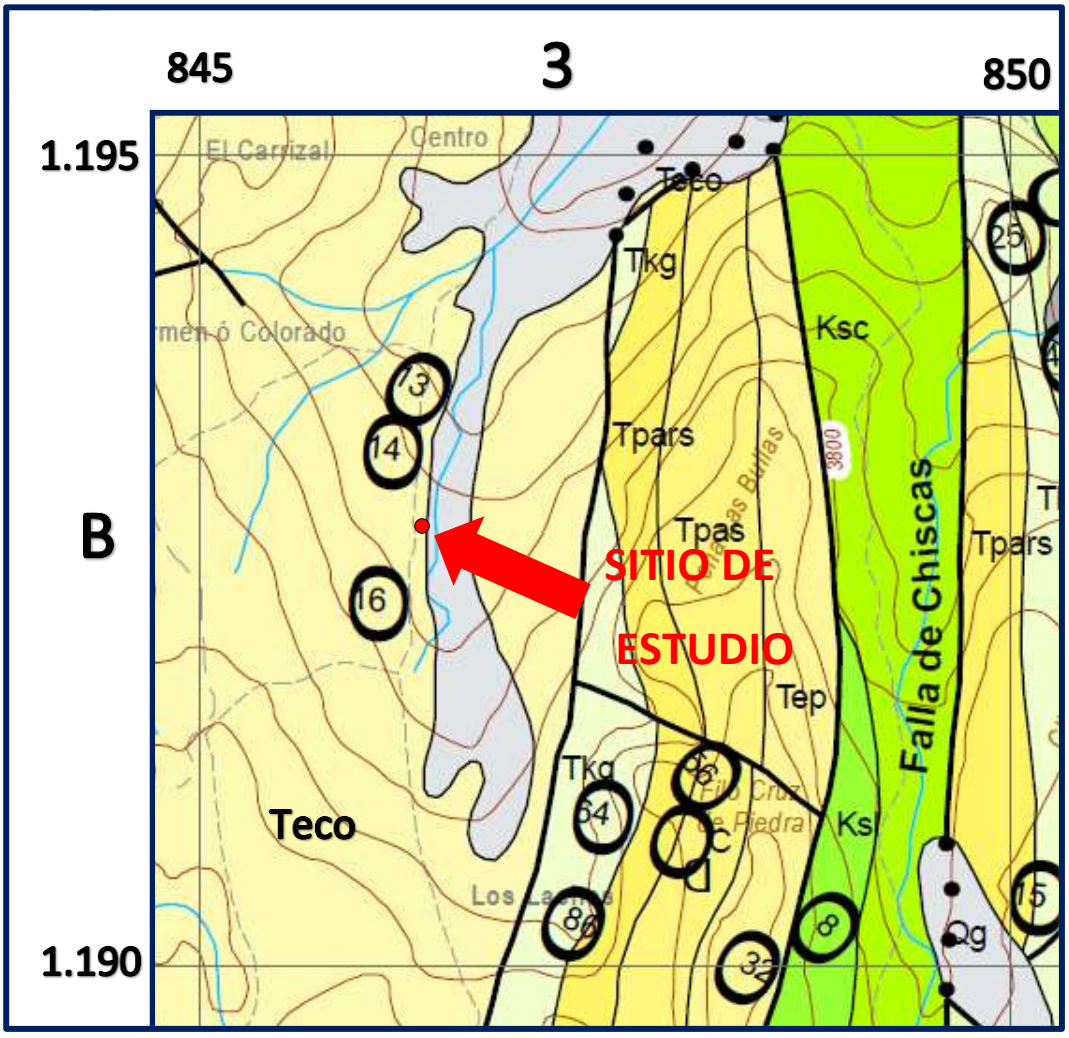


Figura 5. Ubicación geológica del sitio de estudio. [4]

[4] FUENTE: Servicio Geológico de Colombia. Estado de la Cartografía Geológica de Colombia 2015 Plancha 153. 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 a 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 Concentración (Teco) el cual está constituida por Arcillas gris verdosas y negras. Areniscas verdosas de grano fino a grueso, localmente capas de hierro colítico y delgadas capas de carbón.

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.

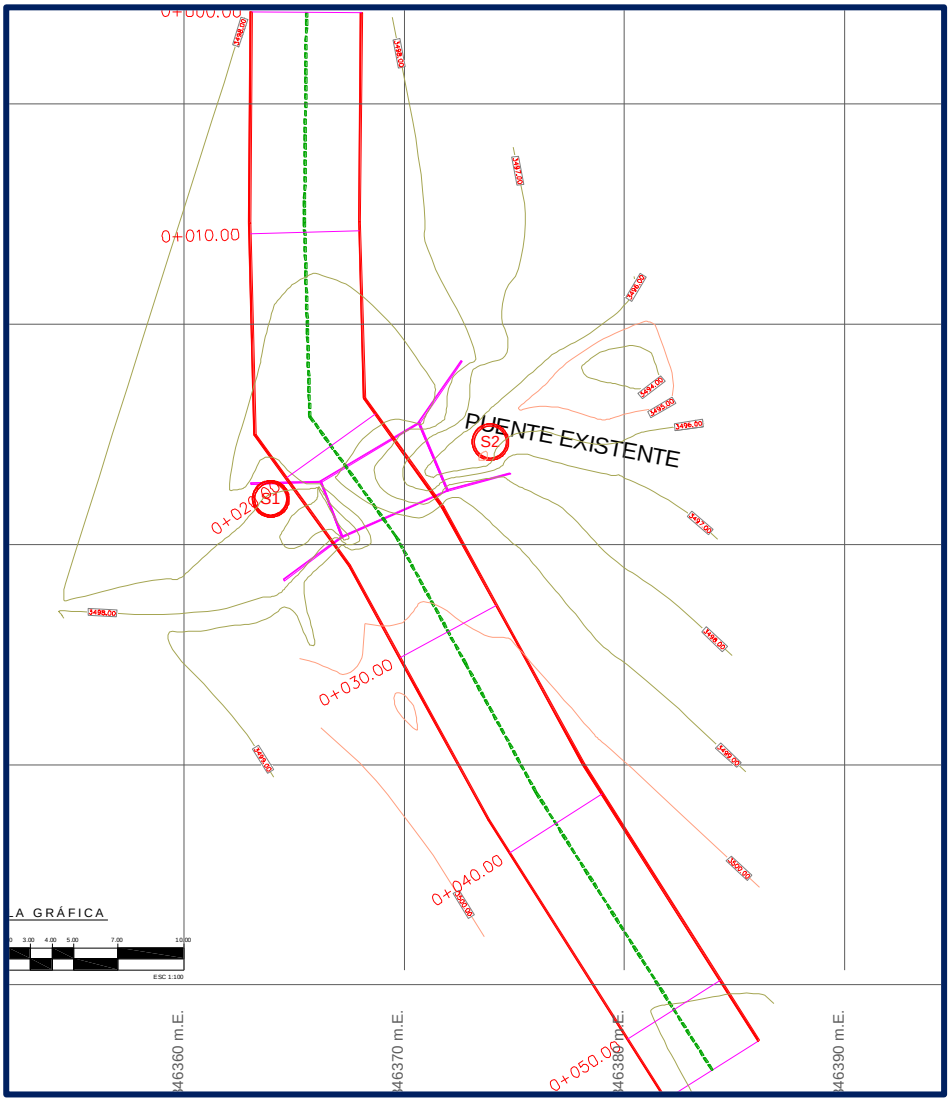


Figura 6. Localización general de los sondeos dentro de la zona de estudio.












Carrera 9 Bis N° 0 – 36 Sur
Cel: 3138912400 - 7260640
e-mail: globalcivilsas@gmail.com



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 6°. 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)	4.00	4.00
Humedad natural	8	8
Límites de Atterberg	2	2
Lavado sobre el tamiz Nº200	2	2
Ensayos de penetración estándar	5	5
Ensayos de Compresión Inconfinada	1	1

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 (0,00-2,10)	1,05	18,84	45,56	30,30	15,3	-0,75	12	54,67	17,8	27,5	M L
S-1 (2,10-4,00)	3,05	20,34	47,38	28,64	18,7	-0,44	13	58,31	20,4	21,3	M L
S-2 (0,00-1,80)	0,90	21,96	42,31	27,79	14,5	-0,40	14	50,26	20,7	29,0	M L
S-2 (1,80-4,00)	2,90	22,60	45,05	28,91	16,1	-0,39	14	59,67	19,4	20,9	M L

Tabla 2. Tabla resumen resultados de laboratorio

Barreno N° Prof. (m)	DESCRIPCION DEL MATERIAL
S-1 (0,00-2,10)	Material compuesto por limo arenosos con grava de color café.
S-1 (2,10-4,00)	Material compuesto por limo arenosos con grava de color café.
S-2 (0,00-1,80)	Material compuesto por limo arenosos con grava de color café.
S-2 (1,80-4,00)	Material compuesto por limo arenosos con grava 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+ σ

e1 = factor por energía del martillo (0.45 ≤ h1 ≤ 1)

e2 = factor por longitud de la varilla (0.75 ≤ h2 ≤ 1)

e3 = factor por revestimiento interno de tomamuestras (0.8 ≤ h3 ≤ 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. 1,50			
Condiciones del Ensayo		Propiedades del suelo	
Profundidad de inicio (m):	1,50	Peso unitario (T/m³):	1,88
Profundidad del Nivel Freático (m):		Nº de golpes	
Peso del Martillo (kg):	63,50	N1	2
Peso del Cabezote (kg)	10,35	N2	3
Peso del Varillaje (kg/m)	3,48	N3	3
Determinación de N corregido		Determinación de C y f	
sV (T/m²)	2,82	Peck, Hanson, Thornburn f (º):	27,9
CN	1,00	Hatanaka f (º):	24,1
e1	0,85	Uchida f (º):	30,1
e2	0,72	Promedio f (º):	27,4
Longitud de Tubería (m)	4,50	Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	56,6
Mr (kg)	26,01	Cu Stroud (KN/m²):	26,4
m	0,41	Cu Promedio (kg/cm²):	0,4
e3	0,80	Cu Promedio (KN/m²):	41,5
e4	1,00		
N de campo	6		
N 50	3		
N corregido	3		

Figura 8. Ejemplo cálculo de N corregido por energía

Los valores varían entre 5 a 74 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 la 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	6	3	24	0,26	0,53	Mediana	Suelta
	1,50	2,00	5	2	23	0,22	0,44	Blanda	Suelta
	2,00	2,50	7	3	24	0,31	0,62	Mediana	Suelta
	2,50	3,00	13	6	28	0,57	1,14	Firme	Compacta
	3,00	3,50	52	23	34	2,29	4,58	Dura	Muy densa
2	1,00	1,50	8	3	25	0,35	0,70	Mediana	Suelta
	1,50	2,00	5	2	23	0,22	0,44	Blanda	Suelta
	2,00	2,50	14	6	28	0,62	1,23	Firme	Compacta
	2,50	3,00	42	19	32	1,85	3,70	Muy firme	Densa
	3,00	3,50	74	32	36	3,26	6,51	Dura	Muy densa

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

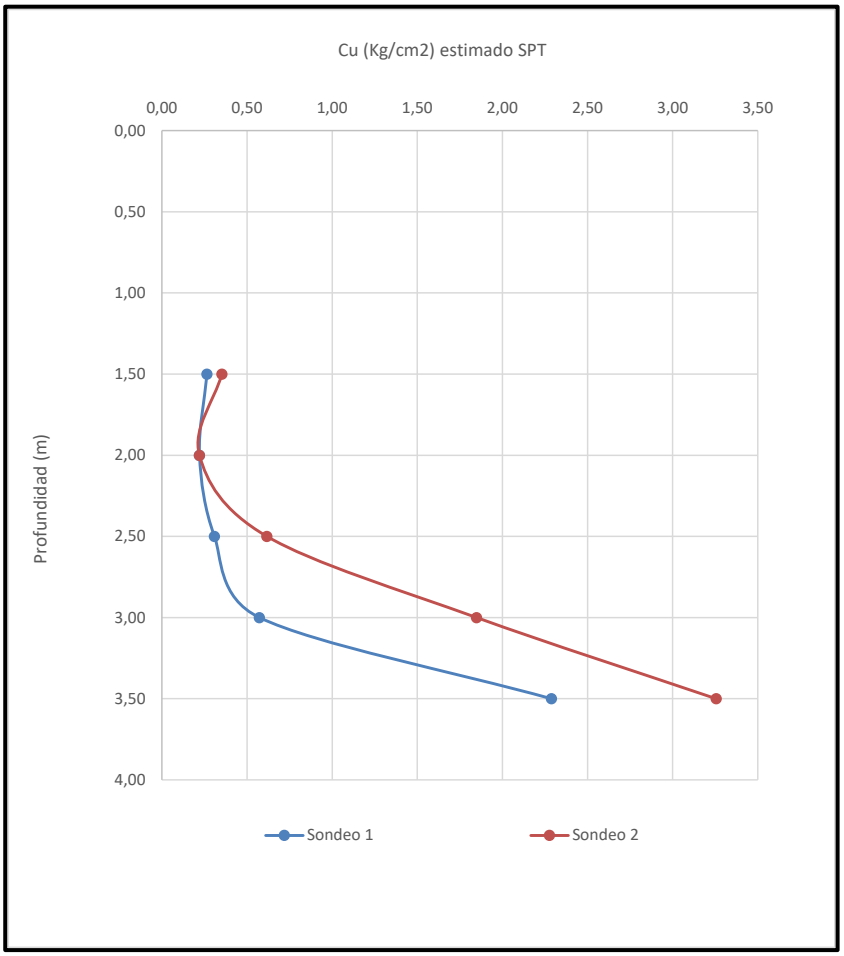


Figura 9. Resistencia al corte no drenado estimado con el ensayo de SPT.

2.4 PRESENCIA DE CUERPOS DE AGUA, VEGETACION Y PRECIPITACION

2.4.1 Presencia de Cuerpos de agua

Se evidencia cuerpo de agua cercana al proyecto de la construcción del Box Culvert por el paso de la quebrada Cabritos. Durante las perforaciones no se presentó nivel freático. La zona de estudio se evidencia cobertura vegetal de poco espesor, pero la cual no se cataloga como reserva forestal.

2.4.2 Distribución Temporal de la Precipitación

El clima es Cálido y Templado en el piedemonte llanero. Frio y Paramo a medida que se asciende.

En El Cocuy, los veranos son cortos y frescos, los inviernos son cortos y fríos y está mojado y nublado todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de *5 °C* a *14 °C* y rara vez baja a menos de *3 °C* o sube a más de *16 °C*.

Llueve durante el año en El Cocuy. La mayoría de la lluvia cae durante los 31 días centrados alrededor del 12 de octubre, con una acumulación total promedio de 152 milímetros.

La fecha aproximada con la menor cantidad de lluvia es el 9 de enero, con una acumulación total promedio de 29 milímetros.

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:

- ML: Limo arenoso con grava de color café, estado solido, expansividad media, plasticidad media, con un Limite plástico de 27% a 30%, con un Limite liquido de 42% a 45%, y un indice de plásticidad de 14% a 15%, consistencia blanda a media. Presenta porcentajes de arenas variable de 17 a 20%.
- ML: Limo arenoso con grava de color café, estado solido, expansividad media, plasticidad media, con un Limite plástico de 28% a 29%, con un Limite liquido de 45% a 47%, y un indice de plásticidad de 16% a 18%, consistencia blanda a firme. Presenta porcentajes de arenas variable de 19 a 20%.

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 de humedad en los dos sectores explorados que se mantienen con la profundidad encontrando valores entre 15% y 24%. Se esperan pocos cambios volumétricos por infiltración de aguas, adicionalmente no se evidencio la presencia de nivel freático.

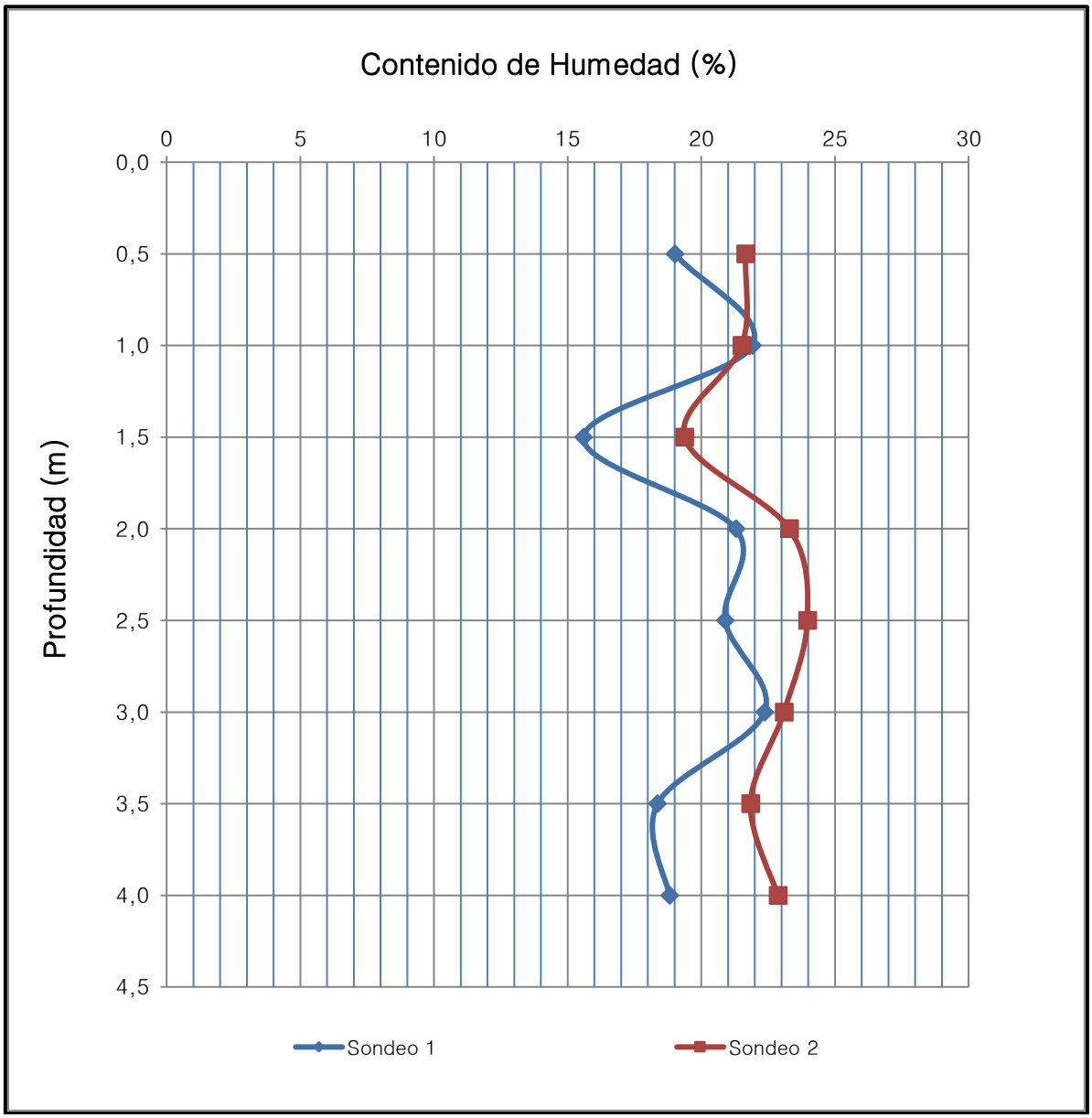


Figura 10 Variación de la humedad con la profundidad para los sondeos.

4.2 PLASTICIDAD DEL MATERIAL

Con base en los ensayos de clasificación realizados a las muestras seleccionadas los suelos corresponden principalmente a material de limo arenoso con grava de moderada plasticidad, con límite líquido promedio entre 42% y 47%, 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.

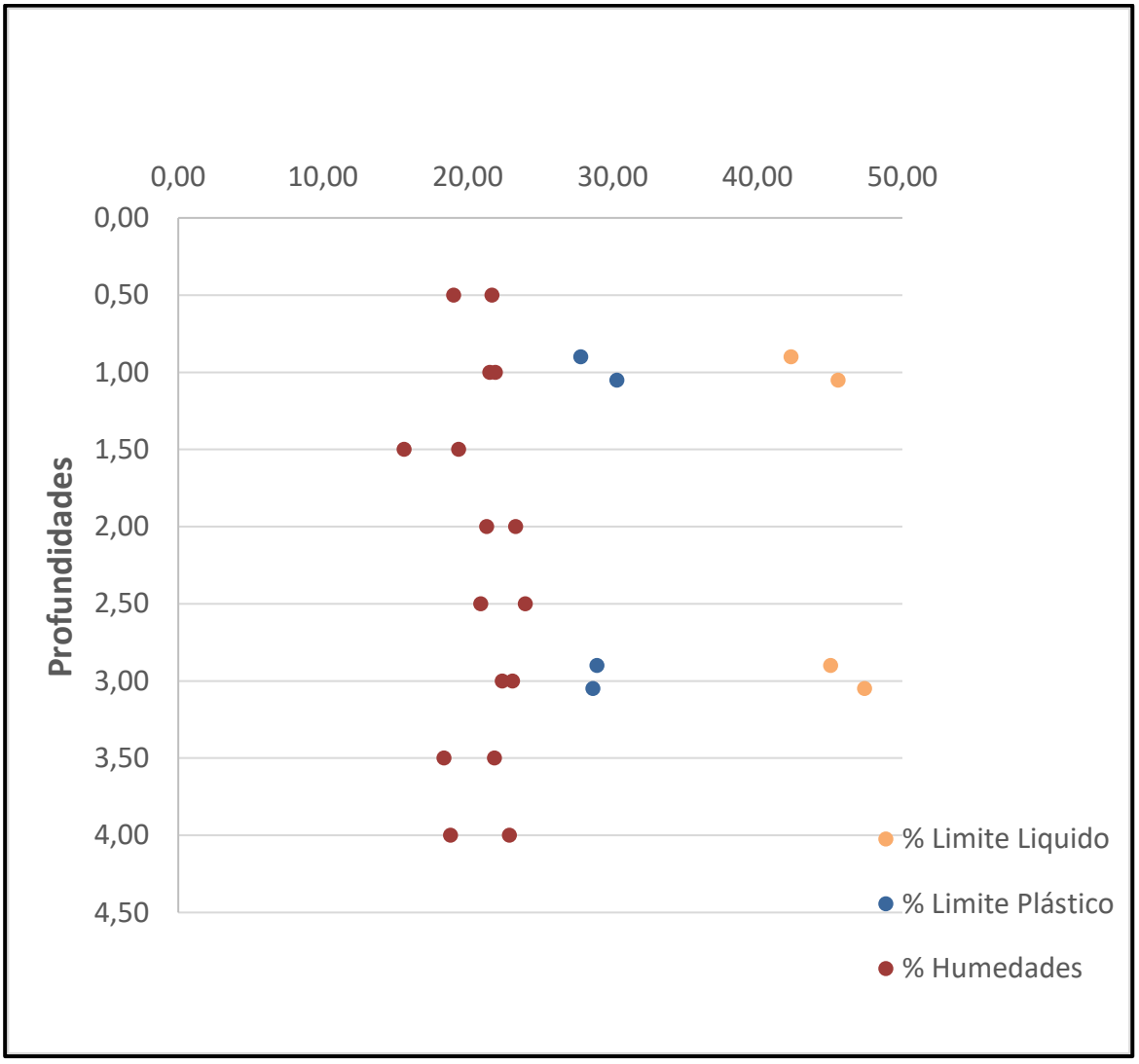


Figura 11. Variación del límite líquido con la profundidad de exploración

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 compresión inconfinada y 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 2.5 primeros metros explorados a partir de este punto se tienen condicion firme a dura encontrando rechazo a 4.00 metros explorados dando condiciones adecuadas para la cimentación de la estructura proyectada.

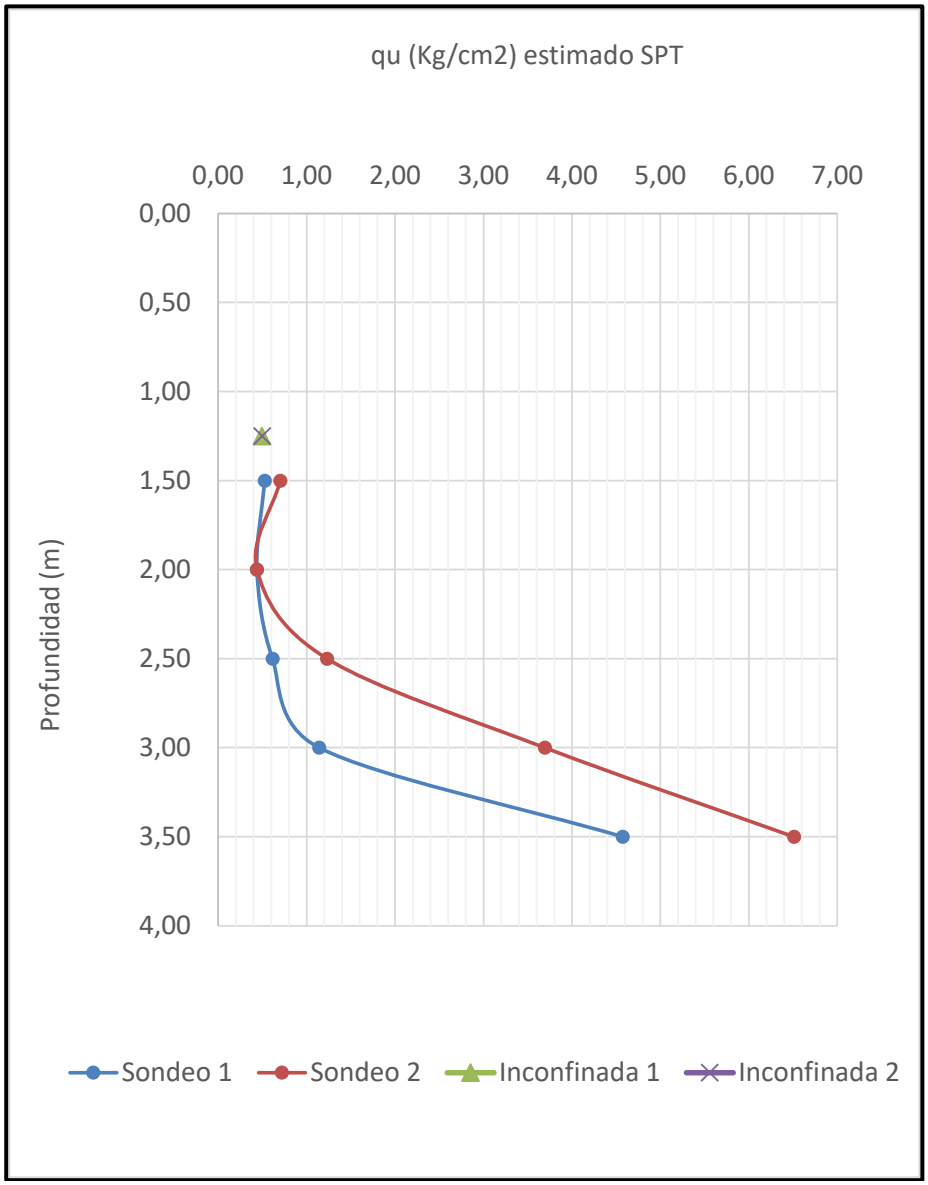


Figura 12 Variación de la resistencia con la profundidad para los sondeos 1 al 2 con base en los ensayos de resistencia realizados tanto en el campo como en el laboratorio

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 42% a 47% y de 14% a 18%, 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:

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

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

	Profundidad (m)							
Sondeo	Inicial	Final	Prof. Promedio	γ húm (g/cm^3)	γd (g/cm^3)	LL(%)	γd critico (g/cm^3)	Indice de Colapsabilidad
1	1,0	1,5	1,25	1,88	1,56	46	1,05	1,49
2	1,0	1,5	1,25	1,91	1,59	42	1,08	1,47

Tabla 6. Clasificación de suelos expansivos. Tomado NSR-10

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.

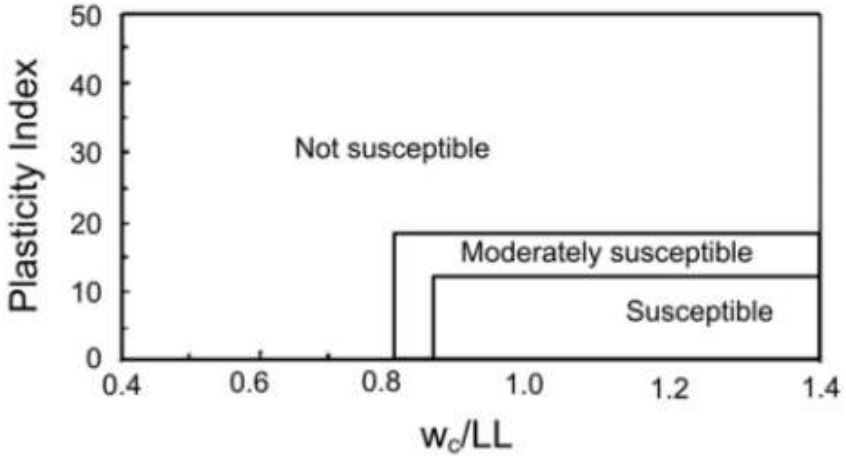


Figura 13. Criterio propuesto para la evaluación de susceptibilidad a la licuación de suelos finos. Fuente Bray J.D. Sancio R.B. Durgunoglu H.T. (2004)

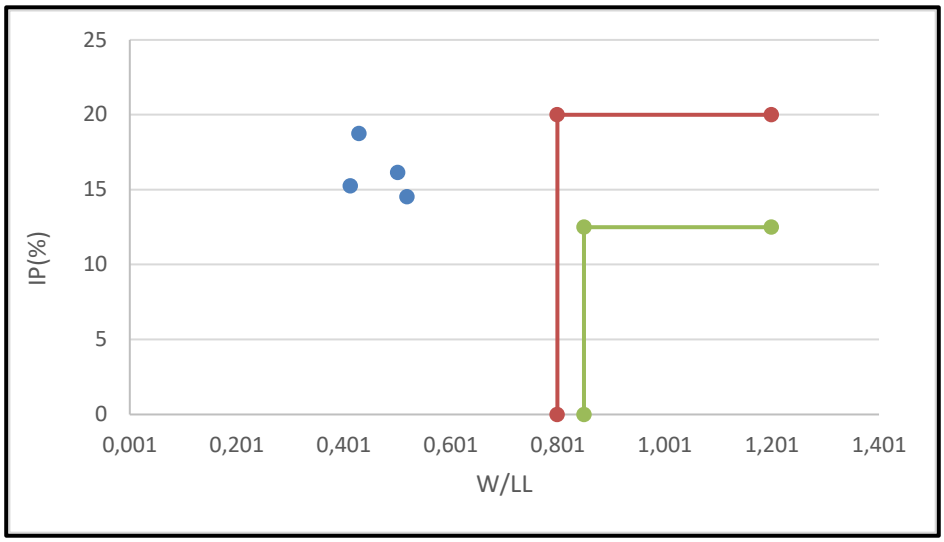


Figura 14. Evaluación de susceptibilidad a la licuación de suelos finos, por medio del criterio propuesto por Bray J.D. Sancio R.B. Durgunoglu H.T. (2004).

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 edificación del proyecto, se recomienda el uso de cimientos superficiales constituido por placa de piso tomada como un cimiento corrido.

5.2 Nivel de cimentación

Por las condiciones del suelo encontrado se tiene un tipo de cimentación correspondiente a un Box Culver con tubería corrugada instalados sobre 0.30 metros de material de mejoramiento con pedraplén y al inicio y al final de la placa un dentellón de 0.50 metros con la finalidad de evitar la entrada de flujos subsuperficiales por debajo de la estructura del box.

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

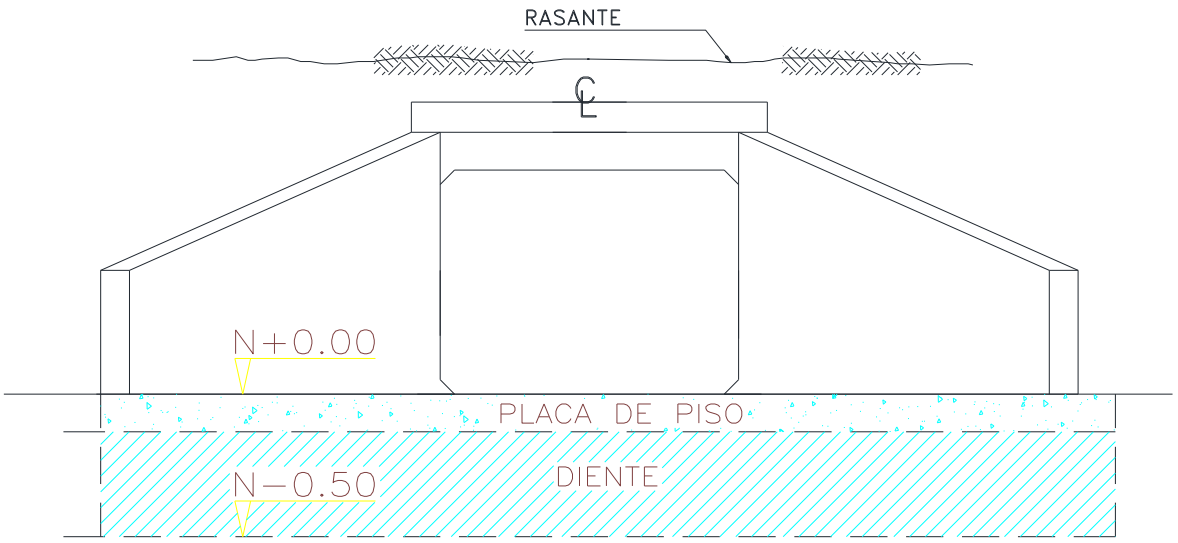


Figura 15. Esquema de cimentación.

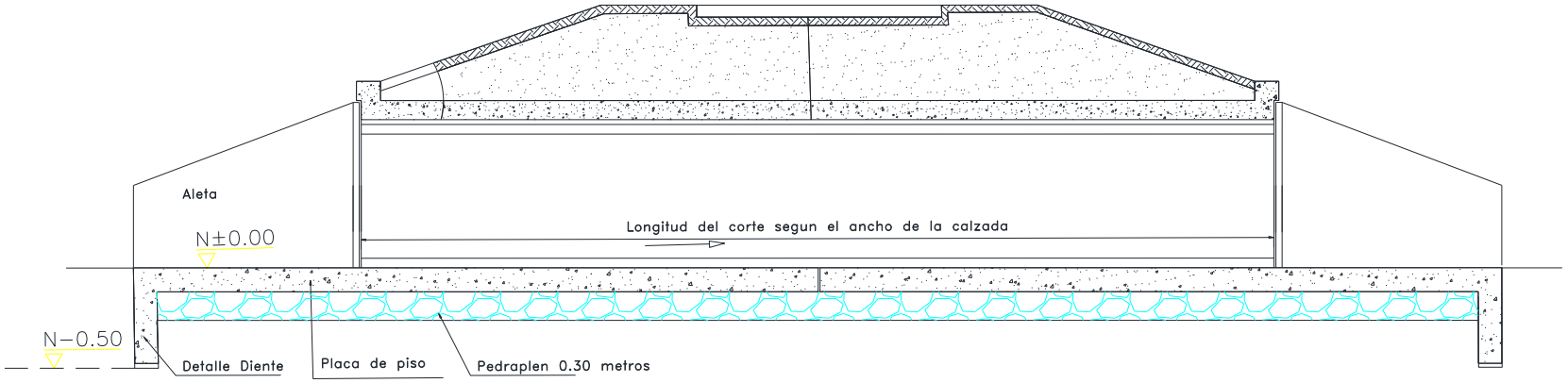


Figura 16. Sección Longitudinal.

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

Las condiciones en las que se encuentra el subsuelo, limo arenoso con grava de consistencia blanda a mediana inicialmente, con LL=42 a 47% y presencia de arenas del 17% al 20% 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.

La metodología arrojo valores de cohesión variables entre 2.2 a 32.6 T/m^2 y ángulo de fricción 23° a 36°, se adoptará un valor de 2.6 T/m^2, de acuerdo con la experiencia en este tipo de suelos.

GCI **MÓDULO DE ELASTICIDAD:** Se evaluó el módulo de elasticidad con la pendiente de la curva de resistencia a la compresión inconfinada. A continuación, se presenta un resumen de los datos obtenidos.

	Profundidad (m)							
Sondeo	Inicial	Final	Compresión inconfinada (kg/ cm^2)	γ húm (g/cm^3)	γ seco (g/cm^3)	Consistencia del Material	Es (Kg/cm2)	Es (Ton/m2)
1	1.0	1.5	0.49	1.88	1.56	Blanda	27.5	275
2	1.0	1.5	0.50	1.91	1.59	Blanda	25.7	257
Promedio del Modulo de Elasticidad en muestras recuperas de 1,0 a 1,50 metros							**26.60**	**266**

Se eliminan los valores más altos para realizar un promedio de las muestras ensayadas, en donde se obtiene un módulo de elasticidad de 266 Ton/m^2.

GCI **PARAMETROS PARA ESTIMACION DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACION**

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 blanda a dura a lo largo de los 4.0 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 limo se tomó de la literatura (referencia Braja Cuarta edición pag 11 tablas 1.4 y 1.5), donde se adoptaron los valores de Gs=2.53 y e=0.57.

No se presenta nivel freático en la zona de estudio, el régimen de lluvias oscila en el orden de 1316 mm/año, no se presentan quebradas cercanas al lote donde se proyecta las construcciones, por tal razón se emplearán parámetros en condiciones no drenadas.

Los valores presentados en la Tabla 7 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 ML (0,00/4,00) Arena 17% a 20% LL=42 al 47% ω= 18−22% Gs=2,53	**Parámetros Drenados** C= 2.6 Ton/m^2 ϕ = 0° γt=1,88 ton/m^3 γd =1,56 ton/m^3	Es=266 Ton/m^2 RSC=1.5 μ=0,45 Cc=0,33 Cr=0,06 $e_{0=}$ 0,57

Tabla 7. Parámetros geotécnicos

5.3 TIPO DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO

SEGÚN EL CODIGO COLOMBIANO DE PUENTES CCP14

Una vez obtenido los diferentes datos, con los cuales se determinó el perfil del suelo donde será apoyada la cimentación y de acuerdo a la norma CCP–2014 sección 3, y su localización (El Cocuy – Boyacá) se determinan las siguientes características sísmicas.

Perfil del suelo Tipo		**D**
Aceleración pico Horizontal del terreno	,PGA	0.500
Coef de Aceleración Espectral Horizontal para un período de vibración de 0.2 segundos	,Ss (g)	1.000
Coef de Aceleración Espectral Horizontal para un período de vibración de 1.0 segundos	,S1 (g)	0.500
Factor de Sitio, Fpga, en el período de vibración cero del Espectro de Aceleraciones	,Fpga	1.000
Factor de Sitio, Fa, en el intervalo de períodos de vibración cortos del Espectro de Aceleraciones	,Fa	1.100
Factor de Sitio, Fv, en el intervalo de períodos de vibración largos del Espectro de Aceleraciones	,Fv	1.500
Coeficiente de aceleración pico del suelo modificado	,As	0.500
Coeficiente de aceleración Espectral Horizontal modificado	,Sds	1.100
Coeficiente de aceleración espectral de respuesta horizontal modificado	,Sd1	0.750
Período de vibración	,Ts	0.682
Período de vibración de referencia	,To	0.200
Zona de desempeño sísmico	**,ZDS**	**4.00**

CLASIFICACIÓN OPERACIONAL:
PUENTE CRITICO
PUENTE ESENCIAL
✓ OTROS PUENTES

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)

El suelo analizado presenta un espesor de relleno de tipo aluvial compuesta por limo de capacidad portante mínima la cual no presenta características adecuadas como suelo de fundación ya que estos estratos tienden a tener relaciones de vacíos grandes con altas permeabilidades los que generaría asentamientos inesperados para los cuales no se hizo una evaluación por lo cual es conveniente su remoción este material existente.

Teniendo en cuenta que es conveniente que los esfuerzos se distribuyan en los estratos de mejores características, sin embargo, se encontró espesores de 6.0 metros del mismo material a partir del nivel superficial se propone realizar la remoción del estrato inicial y remplazarlo por una base en material seleccionado, sobre el cual se construirá la cimentación de la estructura proyectada en forma rectangular capaz de soportar las cargas de acuerdo a la norma sismoresistente.

Las dimensiones de estos cimientos se escogerán de acuerdo a las cargas no mayoradas resultado del análisis estructural por lo cual se presentan el cálculo de variación de presiones admisibles de acuerdo a la profundidad de cimentación NC y espesor del material de material seleccionado.

De esta forma tendríamos que evaluar la capacidad portante teniendo esta condición del material seleccionado como un relleno en material granular sobre una arcilla por lo cual las fórmulas serían las de suelos estratificados ya que las fórmulas que normalmente se utilizan suponen suelos homogéneos.

Así entonces utilizamos las ecuaciones particulares para suelos estratificados propuestas por Meyerhof la cual corresponde a uso de materiales granulares sobrepuestos en materiales arcillosos para lo cual se utilizaron las siguientes ecuaciones.

$$q_u = \left(1+0.2\frac{B}{L}\right)5.14c_2 + \gamma_1 H^2\left(1+\frac{B}{L}\right)\left(1+\frac{2Df}{H}\right)\frac{K_s \tan\phi_1}{B}$$

$$+\gamma_1 D_f \le \gamma_1 D_f N_{q(1)} F_{qs(1)} + \frac{1}{2}\gamma_1 B N_{\gamma(1)} F_{\gamma s(1)}$$

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{c_2 N_{c(2)}}{\frac{1}{2}\gamma_1 B N_{\gamma(1)}} = \frac{5.14c_2}{0.5\gamma_1 B N_{\gamma(1)}}$$

En donde:
q_u= Capacidad de carga ultima admisible.
B: Es el ancho del cimiento.
L: Es la longitud del cimiento.
Df: Profundidad de cimentación.
H: Es el espesor de la placa flotante (relleno en material granular seleccionado).
Ks: Coeficiente de corte por punzonamiento.
C_2: Cohesión del estrato inferior.
N_q: Factor de capacidad de carga para el estrato superior.
F_{qs}: Factores de forma con respecto a la capa superior del suelo.
Φ_1: Angulo de fricción del material de la placa flotante.

En la figura 17 se pueden apreciar los parámetros utilizados para el cálculo de la capacidad portante del suelo utilizando la placa en material granular debidamente compactado tipo afirmado granular sobre el material del sitio. Es de aclarar que el estrato 1 en la figura representa el material de relleno compactado propuesto y el estrato 2 corresponde al estrato de arcillas encontrado en el sitio de estudio bajo el relleno. Los valores tomados de cálculo son los respectivos al estrato en el cual se cimienta.

Φ =30º
γ1= 1.90 T/m^2
γ2= 1.56 T/m^2
H= 0.30m

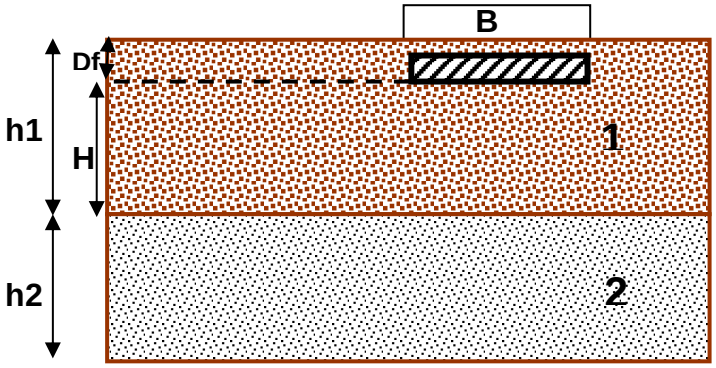


Figura 17 Modelo utilizado para determinar el cálculo de la capacidad portante del suelo para material granular sobre arcilla.

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

$$S_e = 2qB\frac{1-\mu^2}{E_s}I_s I_f$$

Cimentación Rigida

$$Se = 0{,}93, Se(flexible, centro)$$

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 las tablas de asentamientos totales.

6.5 FACTOR DE SEGURIDAD ADOPTADO

De acuerdo a la magnitud de la obra, la cual corresponde a una obra hidráulica tipo Box Culvert, donde permite el paso vehicular 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 y de movilidad de las personas que la circulan. 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 PORTANTE PARASUELOS ESTRATIFICADOS									
DF	B	L	Mejoramiento (m)	qu	qt	$q_{ultima\ adm}$ T/m2 (FS=3,0)	$q_{ultima\ adm}$ T/m2 (FS=2,5)	$q_{ultima\ adm}$ T/m2 (FS=1,5)	Carga (Ton)
0.25	1.0	4.0	0.30	18.27	30.69	6.09	7.31	12.18	24.4
0.25	1.0	5.0	0.30	18.05	30.87	6.02	7.22	12.04	30.1
0.25	1.0	6.0	0.30	17.91	30.99	5.97	7.16	11.94	35.8
0.25	1.5	4.0	0.30	18.03	39.76	6.01	7.21	12.02	36.1
0.25	1.5	5.0	0.30	17.74	40.37	5.91	7.10	11.83	44.4
0.25	1.5	6.0	0.30	17.55	40.77	5.85	7.02	11.70	52.7
0.25	2.0	4.0	0.30	17.89	47.70	5.96	7.16	11.93	47.7
0.25	2.0	5.0	0.30	17.56	48.96	5.85	7.02	11.70	58.5
0.25	2.0	6.0	0.30	17.33	49.80	5.78	6.93	11.55	69.3
0.25	2.5	4.0	0.30	18.15	54.53	6.05	7.26	12.10	60.5
0.25	2.5	5.0	0.30	17.74	56.66	5.91	7.10	11.83	73.9
0.25	2.5	6.0	0.30	17.47	58.09	5.82	6.99	11.65	87.4
0.25	3.0	4.0	0.30	18.47	60.23	6.16	7.39	12.31	73.9
0.25	3.0	5.0	0.30	17.98	63.47	5.99	7.19	11.99	89.9
0.25	3.0	6.0	0.30	17.66	65.62	5.89	7.07	11.78	106.0
0.25	3.5	4.0	0.30	18.97	64.81	6.32	7.59	12.65	88.5
0.25	3.5	5.0	0.30	18.40	69.37	6.13	7.36	12.26	107.3
0.25	3.5	6.0	0.30	18.02	72.41	6.01	7.21	12.01	126.1

Tabla 8. Cálculo de capacidad portante

6.5.2 ASENTAMIENTOS DEBIDO A LAS CARGAS Y CALCULO DELMODULO DE BALASTO

Es (KPa)	266					
m	0.45					
NC (m)	B (m)	L (m)	B/L	ar	Q_{adm} (KPa)	Se (cm)
0.3	1.0	4.0	0.25	0.63	59.75	0.23
0.3	1.0	5.0	0.20	0.61	59.03	0.22
0.3	1.0	6.0	0.17	0.60	58.56	0.21
0.3	1.5	4.0	0.38	0.67	58.94	0.35
0.3	1.5	5.0	0.30	0.64	58.02	0.34
0.3	1.5	6.0	0.25	0.63	57.40	0.32
0.3	2.0	4.0	0.50	0.71	58.51	0.50
0.3	2.0	5.0	0.40	0.68	57.41	0.47
0.3	2.0	6.0	0.33	0.65	56.68	0.44
0.3	2.5	4.0	0.63	0.75	59.36	0.67
0.3	2.5	5.0	0.50	0.71	58.03	0.62
0.3	2.5	6.0	0.42	0.68	57.13	0.58
0.3	3.0	4.0	0.75	0.79	60.39	0.86
0.3	3.0	5.0	0.60	0.74	58.81	0.78
0.3	3.0	6.0	0.50	0.71	57.76	0.74
0.3	3.0	4.0	0.75	0.79	60.39	0.86
0.3	3.0	5.0	0.60	0.74	58.81	0.78
0.3	3.0	6.0	0.50	0.71	57.76	0.74
0.3	3.5	4.0	0.88	0.83	62.03	1.09
0.3	3.5	5.0	0.70	0.78	60.16	0.98
0.3	3.5	6.0	0.58	0.74	58.91	0.91

Tabla 9. Asentamientos inmediatos.

B (m)	L (m)	Mejoramiento (m)	Z(m)=2B-R	σ neto (ton/m^2)	σ efectivo mitad (Ton/m2)	σ efectivo mitad + $\Delta\sigma$	Consolidación ΔHc (cm)	Inmediatos ΔH (cm)	Asentamientos Totales (cm)	Modulo de la Balasto (ton/m^3)
1.00	4.00	0.30	1.70	6.09	3.18	5.59	1.75	0.23	1.97	308.92
1.00	5.00	0.30	1.70	6.02	3.18	5.66	1.78	0.22	2.00	301.03
1.00	6.00	0.30	1.70	5.97	3.18	5.71	1.81	0.21	2.02	295.61
1.50	4.00	0.30	2.70	6.01	3.59	5.91	2.44	0.35	2.79	215.11
1.50	5.00	0.30	2.70	5.91	3.59	5.98	2.50	0.34	2.84	208.49
1.50	6.00	0.30	2.70	5.85	3.59	6.04	2.55	0.32	2.87	203.84
2.00	4.00	0.30	3.70	5.96	4.01	6.22	2.96	0.50	3.45	172.74
2.00	5.00	0.30	3.70	5.85	4.01	6.30	3.04	0.47	3.51	166.91
2.00	6.00	0.30	3.70	5.78	4.01	6.36	3.11	0.44	3.55	162.72
2.50	4.00	0.30	4.70	6.05	4.42	6.59	3.40	0.67	4.07	148.82
2.50	5.00	0.30	4.70	5.91	4.42	6.67	3.50	0.62	4.12	143.61
2.50	6.00	0.30	4.70	5.82	4.42	6.73	3.58	0.58	4.17	139.77
3.00	4.00	0.30	5.70	6.16	4.84	6.96	3.77	0.86	4.63	133.06
3.00	5.00	0.30	5.70	5.99	4.84	7.04	3.88	0.78	4.67	128.42
3.00	6.00	0.30	5.70	5.89	4.84	7.10	3.98	0.74	4.71	124.90
3.50	4.00	0.30	6.70	6.32	5.25	7.36	4.11	0.86	4.97	127.34
3.50	5.00	0.30	6.70	6.13	5.25	7.44	4.23	0.78	5.02	122.24
3.50	6.00	0.30	6.70	6.01	5.25	7.50	4.34	0.74	5.07	118.41

Tabla 10. Asentamientos totales

Los asentamientos presentados en las Tabla 9 al 10 cumplen con lo establecido en la NSR-10, donde se enmarcan que los asentamientos totales deben ser menores a 15 cm.

7 CALCULO ESTADO LÍMITE DEL TERRENO

A continuación, se presenta el cálculo de los estados límites del suelo según CCP-14:

7.1 Estados Limite Alternativa 1

Se presenta la alternativa 1 de cimentación a 3.30 metros de profundidad teniendo la condición del sostenimiento de entrada y salida de un tubo de 2.40 metros de diámetro y un relleno sobre el nivel del tubo de 0.90 metros con material de afirmado compactado como mínimo al 95% con respecto al Proctor modificado.

MURO CIMENTACION SUPERFICIAL CCP-14						
Descripcion	**MURO**		**RELLENO**			
Ancho cimentacion	B (m)	2.30 m	β	0.0 °		
Longitud del modulo	L (m)	3.00 m	Sobrecarga (KN/m2)	13		
ancho del muro	w (m)	0.30 m	c (KN/m2)	11.8		
pata izquierda	LS (m)	0.00 m	ϕcs	30		
talón	RS (m)	2.00 m	δ (friccion muo-suelo)	20		
altura vastago	H (m)	3.30 m	γt (KN/m3)	18		
profundidad cimentacion	Df (m)	3.60 m	γω (KN/m3)	10		
espesor cimentacion	t (m)	0.30 m	**CIMENTACION**			
long. Llave corte	k (m)	0.50 m	c (KN/m2)	16.7		
	α (grados)	0.00 m	ϕ	31		
Peso concreto	γc (KN/m3)	23.0 KN/m3	δb	20.667		
altura muro	Ho (m)	3.3 m	γs (KN/m3)	17		

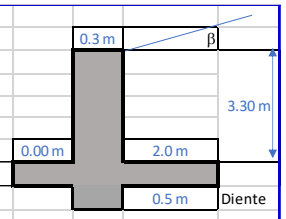


Tabla 10,5,5,2,2-1 CCP-14								
CAPACIDAD DE CARGA		**DESLIZAMIENTO**		**Valores adoptados**				
φb		**φτ**		Método teorico en arena SPT		**φb**	0.45	jb
Método teorico en arcillas	0.5	Prefabricado sobre arena	0.9	Fundida en sitio en arena		**φτ**	0.8	jt
Método teorico en arenas CPT	0.5	**Fundida en sitio en arena**	**0.8**	Resistecnia pasiva desliz		**φep**	0.58	j ep
Método teorico en arena SPT	**0.45**	Fundido en sitio en arcilla	0.85					
Método semi-empiricos	0.45	Suelo-Suelo	0.9		**Formulacion**			
Cimentacion en roca	0.45	**φτ**			EH= 0,5*γt*Ho^2 * Ka			
Prueba de Carga con placa	0.55	**Resistecnia pasiva desliz**	**0.45**		FC(cc)= factores de carga para capacidad de carga			
					FC(d&e)= factores de carga deslizamiento y excentricidad			

CONDICION ACTIVA					PV= w*H	Peso Vastago	
Ka Columb	0.30	Valor afectado por el empuje con angulo β			PZ=B*t	Peso de la zarpa	
Empuje Horizontal (KN)+sobrecarga	46.11	Valor afectado por el empuje con angulo β			DC= PV+PZ	Peso muro	
					Ev=Rs*H*γt+0,5*Rs*Seno(β)*Rs*L*γs		
Peso Vastago (kN/m) PV	22.77				Ehv=Empuje horizontal * Seno (δ)		
Peso Zarpa (kN/m) PZ	15.87						
		FC(cc)	**Brazo (m)**	**FC(d&e)**	**Fuerza (**	**Momento**	
Peso Total muro DC (KN/m)	**17.1**	1.25	1.5	0.9	15.428	25.7	
EV (KN/m)	**118.8**	1.35	1.3	1	118.8	154.4	
EHv (KN) + sobrecarga	**15.8**	1.5	2.3 m	1.5	23.658	36.3	
Empuje agua (KN) WAv	**66.0**	1	1.3	1	66	85.8	
S		**271.47**	**Sumatoria S (+)**		223.89	302.2	
Empuje agua (KN) Wah	54.45	1	1.10	1	54.45	59.9	
EHh (KN)	43.333	1.5	1.10	1.5	64.999	71.5	
			Sumatoria S (-)		119.45	131.4	
					Smo=	170.8	

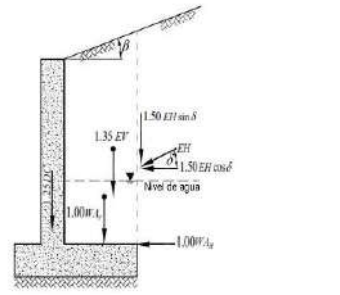


Figura C11.5.6-1 — Aplicación típica de los factores de carga para determinar la capacidad de carga.

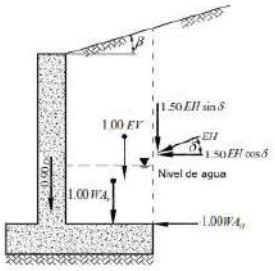


Figura C11.5.6-2 — Aplicación típica de los factores de carga para determinar la resistencia al deslizamiento y la excentricidad

CHEQUEO DE ESTABILIDAD	**ESTATICO**					
R (resistencia)	0.6 m	B/4			**CONDICION PASIVA**	
Q (carga)	0.4 m	ABS(B/2 - Smo/S(+))			K p	1.46 (tomado de hoja calculo)
Excentricidad	**Cumple**	Q< R - oK			R (dentellon)	13.7733
R (resistencia)	134.9 KN	R=S(+)*Tan(φc)+0,6*C*(B-2Q)*jt				
Q (carga)	119.4 KN	S(-)				
Deslizamiento	**Cumple**	Q< R - oK				
R (resistencia)	312.6 KN/m2	Calcula en hoja Capacidad Portante				
Q (carga)	79.1 KN/m2	Q = (S/(B*L)* (1+ (6*Q exc/B)				
Portante	**Cumple**	Q< R - oK				
R (resistencia)	302.2 KN.m					
Q (carga)	131.4 KN.m					
Volcamiento	**Cumple**	Q< R - oK				
CAPACIDAD PORTANTE						
Estado limite de servicio ELS ((KN/m2)		69.46				
Estado limite de resistencia ELR (KN/m2)		31.26				
Estado limite de evento extremo ELEE (KN/m2)		69.46				

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

8 MEJORAMIENTO PARA ZONAS DE CIRCULACIÓN

Para determinar el valor de CBR se toma en cuenta la relación $N_{(spt)}$ y el índice C.B.R.

La ecuación obtenida, considerando la relación entre el índice C.B.R. y el valor de N es:

$$Ind.C.B.R. = 0.0739N_{spt} + 2.386$$

La ecuación es obtenida de correlación entre propiedades geotécnicas de materiales e edad triásicas en las cordilleras Béticas del Ingeniero Hernández del Pozo.
Teniendo un N_{spt} en promedio de la parte superficial es de 5 por lo tanto se tiene un valor de

$$Ind.C.B.R. = 0.0739\ (5) + 2.386$$

$$Ind.C.B.R. = \mathbf{2.76}$$

Por lo tanto, se propone un mejoramiento de la subrasante para las estructuras de paso peatonal con la metodología de IVANOV

CBRsub (%)	CBR MATERIAL MEJORAMIENTO	Einf	Esup	n	n^3,5	h1 (cm)	Eequiv	CBR
2.76	15.0	268	900	1.62	5.44	**30.00**	565.60	**7.83**

Con un mejoramiento de 30 centímetros se obtiene un mejoramiento de subrasante de C.B.R>7.0%

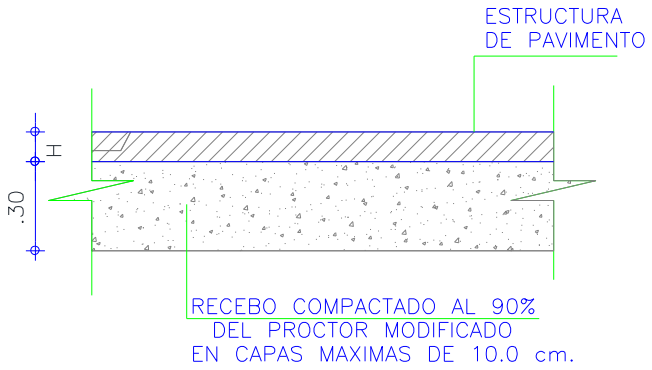


Figura 18. Detalle mejoramiento para zonas de circulación.

EL AFIRMADO: Los materiales de afirmado granular deben ser pétreos o granulares y de características uniformes, libres de terrones de arcilla, materia orgánica u otros elementos objetables.

Los materiales deben cumplir con Las granulometrías especificadas en las normas del INVIAS art 311–13.

El material que pasa por el tamiz No. 40 no debe tener un índice de plasticidad mayor de 9%. El material de afirmado se colocará y extenderá en capas de 10 a 15 cm. de espesor, medido después de la compactación.

Se densificará a un mínimo del 95% de la densidad máxima, determinada en el ensayo proctor modificado. El material no deberá presentar una pérdida en el ensayo de solidez, en sulfato de sodio, mayor del 1 2%. El desgaste en la máquina de Los Ángeles del material deberá ser como máximo del 50%.

La resistencia medida con el ensayo CBR debe ser mayor de 15%.

9 SISTEMA GEOTECNICO CONSTRUCTIVO

9.1 ANTES DE LA CONSTRUCCION

Se encuentran materiales finos principalmente lomo arenosos con grava de color café, estado solido, expansividad media, plasticidad moderada, LP= 27% a 30%, LL= 42% a 47%, IP= 14 a 18%, consistencia blanda a dura. Presenta porcentajes de arenas variable de 17 a 20%. Se encontro el mismo material hasta los 4.00 metros explorados donde se presento rechazo por presencia de rocas.

Antes de empezar todo trabajo de excavación, se deberá eliminar todo árbol, piedra suelta u obstáculo que pueda originar posibles riesgos durante el desarrollo del trabajo.

En caso de presentarse algún hundimiento, descenso o asiento, o grietas antes de comenzar los trabajos de excavación, se tomarán las elevaciones del sitio y fotografías, evidencia que será fechada por el Ingeniero de la obra, o topógrafo y el Fotógrafo.

9.2 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°	24°
Coeficiente de presión de tierras (Ko)	0.50	0.59
Coeficiente de presión de tierras (Ka)	0.33	0.42
Coeficiente de fricción suelo – muro	0.35	0.27

Tabla 11. Parámetros de diseño de muros de contención

10 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.

- De acuerdo a la geología del sector la zona de estudio reposa sobre la Formación Concentración (Teco) el cual está constituida por Arcillas gris verdosas y negras. Areniscas verdosas de grano fino a grueso, localmente capas de hierro colítico y delgadas capas de carbón.

- El sistema de cimentación recomendado para la construcción de las obras del Box culvert corresponde con una excavación de 0.60 metros y posteriormente la instalación de una capa de 0.30 metros de material de pedraplén bajo toda la tubería y la placa de acceso y salida del Box Culvert. (ver figura 15 y 16).

- Es necesario la construcción de un diente de 0.50 metros de profundidad en el sector de la placa de entrada y salida del Box Culvert para evitar la socavación del terreno de fundación bajo le placa de piso del box culvert en los sector.

- Se evalúa la capacidad portante para varias dimensiones de placa de piso rectangulares variando de 1.0 a 3.0 metros, ver Tabla 9, donde los valores varían de 5.7 a 6.3 Ton/m^2, Se estiman los asentamientos totales con la carga admisible obtenida del FS=3.

- Se realizo el calculo de los estados limites tanto de servicio, resistencia y evento extremo cumpliendo con el CCP-14

- 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.

- Debido a que no se proyectan excavaciones mayores a 3.0 metros de profundidad no se presenta Plan de Contingencia para el presente proyecto, según lo enmarcado en la NSR-10.

- Las zonas de circulación sobre la tubería del box deben contar con 0.30 metros de material seleccionado tipo afirmado compactado como mínimo al 95% con respecto al proctor modificado.

- El tipo de excavación deberá ejecutarse con un talud cuyas proporciones estén en 0.25H: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.

- 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, 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 0.10 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 tomaran, en todos los casos, las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia o estabilidad del terreno excavado.

- 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 – 130100 BYC
ING. CIVIL. ESP EN GEOTECNIA VIAL Y DE PAVIMENTOS

11 ANEXOS – PERFILES DE CAMPO

PERFIL ESTRATIGRÁFICO - SONDEO 01

CONSTRUCCIÓN BOX CULVERT QUEBRADA CABRITOS EN LA VEREDA CARRIZAL SECTOR PATIECITOS MUNICIPIO DE EL COCUY DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

DESCRIPCION DEL SUELO	Prof. (m)	Perfil de Resistencia Clasificación					PERFIL
		Wn	LL	LP	IP	PASA Nº 200	SUCS
(0,00–2,10) Estrato compuesto por limo arenosos con grava de color café.. Material de consistencia blanda a media con potencial de expanción media y contenido de humedad moderada	0,0						ML A-7-5
	0,2						
	0,4						
	0,6	19,01					
	0,8						
	1,0	21,91					
	1,2		45,56	30,30	15,26	54,67	
	1,4						
	1,6	15,59					
	1,8						
	2,0	21,29					
(2,10–4,00) Estrato compuesto por limo arenosos con grava de color café.. Material de consistencia media a firme con potencial de expanción media y contenido de humedad moderada	2,2						ML A-7-6
	2,4						
	2,6	20,89					
	2,8						
	3,0	22,37					
	3,2		47,38	28,64	18,74	58,31	
	3,4						
	3,6	18,36					
	3,8						
	4,0	18,81					

Observaciones : No se presentó Nivel Freatico

PERFIL ESTRATIGRÁFICO - SONDEO 02

CONSTRUCCIÓN BOX CULVERT QUEBRADA CABRITOS EN LA VEREDA CARRIZAL SECTOR PATIECITOS MUNICIPIO DE EL COCUY DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

DESCRIPCION DEL SUELO	Prof. (m)	Perfil de Resistencia Clasificación					PERFIL
		Wn	LL	LP	IP	PASA Nº 200	SUCS
(0,00–1,80) Estrato compuesto por limo arenosos con grava de color café.. Material de consistencia blanda a media con potencial de expanción media y contenido de humedad moderada	0,0						ML A-7-6
	0,2						
	0,4						
	0,6	21,66					
	0,8						
	1,0	21,52					
	1,2		42,31	27,79	14,52	50,26	
	1,4						
	1,6	19,37					
	1,8						
(1,80–4,00) Estrato compuesto por limo arenosos con grava de color café.. Material de consistencia media a firme con potencial de expanción media y contenido de humedad moderada	2,0	23,29					ML A-7-6
	2,2						
	2,4						
	2,6	23,97					
	2,8						
	3,0	23,09	45,05	28,91	16,14	59,67	
	3,2						
	3,4						
	3,6	21,84					
	3,8						
	4,0	22,87					

Observaciones : No se presentó Nivel Freatico

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

12 ANEXOS ENSAYOS DE LABORATORIO

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

Laboratorio de Suelos GlobalCivil Interventorias y Construccion

Página 1 de 17	ENSAYO
NORMA NTC – 1495	ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN BOX CULVERT QUEBRADA CABRITOS EN LA VEREDA CARRIZAL SECTOR PATIECITOS MUNICIPIO DE EL COCUY DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**EL COCUY - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**13/09/2023**
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	63	5,83	79,83	68,01	19,01
0,50-1,00	85	5,66	82,50	68,69	21,91
1,00-1,50	74	5,80	81,17	71,00	15,59
1,50-2,00	35	5,84	76,59	64,17	21,29
2,00-2,50	20	5,78	92,76	77,73	20,89
2,50-3,00	32	4,88	100,01	82,62	22,37
3,00-3,50	56	5,00	89,76	76,61	18,36
3,50-4,00	30	4,91	92,22	78,40	18,81

SONDEO **2**

PROF. (m)	No Cápsula	W Cáp.(g)	W Cáp. + Mh (g)	W Cáp. + Ms (g)	HUMEDAD (%)
0,00-0,50	A	4,65	97,16	80,69	21,66
0,50-1,00	203	4,84	65,66	54,89	21,52
1,00-1,50	4	5,08	104,61	88,46	19,37
1,50-2,00	2	4,82	71,30	58,74	23,29
2,00-2,50	N1	4,72	72,89	59,71	23,97
2,50-3,00	33	4,93	77,58	63,95	23,09
3,00-3,50	90	5,33	80,81	67,28	21,84
3,50-4,00	48	5,74	83,54	69,06	22,87



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 2 de 17	ENSAYO
NORMA NTC – 77	MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS POR TAMIZADO DE LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN BOX CULVERT QUEBRADA CABRITOS EN LA VEREDA CARRIZAL SECTOR PATIECITOS MUNICIPIO DE EL COCUY DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**EL COCUY - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**13/09/2023**
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
0,00-2,10	9	46,96	216,43	123,78	54,67
2,10-4,00	6	50,34	284,66	148,03	58,31

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
0,00-1,80	12	40,88	385,66	212,37	50,26
1,80-4,00	8	52,01	291,23	148,49	59,67

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

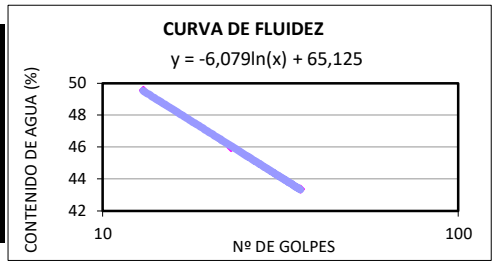
Página 3 de 17	ENSAYO
NORMA NTC – 4630	MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, DEL LÍMITE PLÁSTICO Y DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS COHESIVOS

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN BOX CULVERT QUEBRADA CABRITOS EN LA VEREDA CARRIZAL SECTOR PATIECITOS MUNICIPIO DE EL COCUY DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**EL COCUY - BOYACÁ**	SONDEO	**1**
DIRIGIDO A :	**GOBERNACIÓN DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ**	PROFUNDIDAD	**0,00-2,10**
FECHA:	**13/09/2023**	MUESTRA	**2**

DESCRIPCIÓN: Material compuesto por limo arenosos con grava de color café.

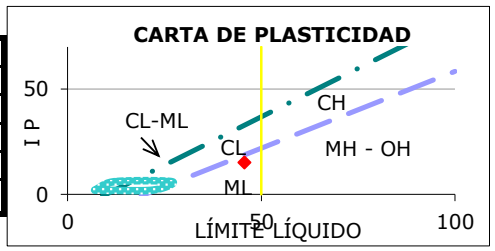
LÍMITE LÍQUIDO

DETERMINACIÓN Nº	1	2	3
NÚMERO DE GOLPES	36	23	13
RECIPIENTE Nº	84	79	73
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	34,22	33,24	36,24
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	28,15	26,50	28,92
PESO RECIPIENTE (g)	14,16	11,84	14,16
CONTENIDO DE AGUA (%)	43,39	45,98	49,57



LÍMITE PLÁSTICO

DETERMINACIÓN Nº	1	2
RECIPIENTE Nº	37	711
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	12,67	13,62
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	11,29	11,95
PESO RECIPIENTE (g)	6,62	6,57
CONTENIDO DE AGUA (%)	29,55	31,04



LÍMITE LÍQUIDO:	***45,56***	% PASA 200	***54,67***
LÍMITE PLÁSTICO:	***30,30***	% ARENAS	***17,81***
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	***15,26***	% GRAVAS	***27,52***
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	***-0,75***		

CLASIFICACIÓN

SUCS	AASHTO
ML Limo Arenoso con Grava	***A-7-5 (7)*** Principalmente Suelos Arcillosos.
	ÍNDICE DE GRUPO ***7***

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

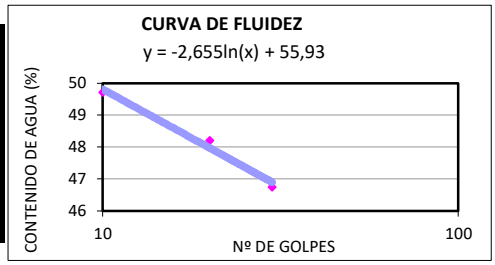
Página 4 de 17	ENSAYO
NORMA NTC – 4630	MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, DEL LÍMITE PLÁSTICO Y DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS COHESIVOS

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN BOX CULVERT QUEBRADA CABRITOS EN LA VEREDA CARRIZAL SECTOR PATIECITOS MUNICIPIO DE EL COCUY DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**EL COCUY - BOYACÁ**	SONDEO	**1**
DIRIGIDO A :	**GOBERNACIÓN DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ**	PROFUNDIDAD	**2,10-4,00**
FECHA:	**13/09/2023**	MUESTRA	**15**

DESCRIPCIÓN: Material compuesto por limo arenosos con grava de color café.

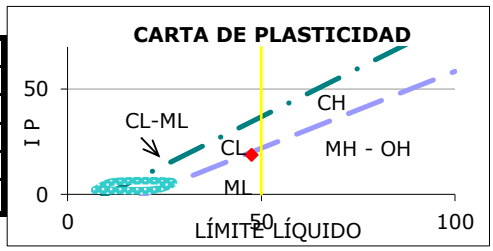
LÍMITE LÍQUIDO

DETERMINACIÓN Nº	1	2	3
NÚMERO DE GOLPES	30	20	10
RECIPIENTE Nº	87	53	1
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	34,61	30,22	32,64
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	27,50	24,33	25,62
PESO RECIPIENTE (g)	12,30	12,12	11,49
CONTENIDO DE AGUA (%)	46,75	48,21	49,73



LÍMITE PLÁSTICO

DETERMINACIÓN Nº	1	2
RECIPIENTE Nº	92	10
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	13,26	14,50
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	11,65	12,63
PESO RECIPIENTE (g)	6,00	6,14
CONTENIDO DE AGUA (%)	28,51	28,77



LÍMITE LÍQUIDO:	***47,38***	% PASA 200	***58,31***
LÍMITE PLÁSTICO:	***28,64***	% ARENAS	***20,35***
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	***18,74***	% GRAVAS	***21,34***
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	***-0,44***		

CLASIFICACIÓN

SUCS	AASHTO
ML Limo Arenoso con Grava	***A-7-6 (9)*** Principalmente Suelos Arcillosos.
	ÍNDICE DE GRUPO **9**

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

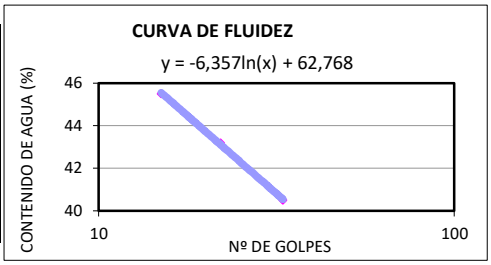
Página 5 de 17	ENSAYO
NORMA NTC – 4630	MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, DEL LÍMITE PLÁSTICO Y DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS COHESIVOS

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN BOX CULVERT QUEBRADA CABRITOS EN LA VEREDA CARRIZAL SECTOR PATIECITOS MUNICIPIO DE EL COCUY DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**EL COCUY - BOYACÁ**	SONDEO	**2**
DIRIGIDO A :	**GOBERNACIÓN DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ**	PROFUNDIDAD	**0,00-1,80**
FECHA:	**13/09/2023**	MUESTRA	**1**

DESCRIPCIÓN: Material compuesto por limo arenosos con grava de color café.

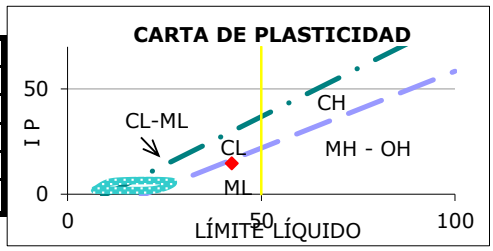
LÍMITE LÍQUIDO

DETERMINACIÓN Nº	1	2	3
NÚMERO DE GOLPES	33	22	15
RECIPIENTE Nº	68	44	26
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	32,32	35,16	33,52
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	26,56	28,12	26,63
PESO RECIPIENTE (g)	12,34	11,81	11,49
CONTENIDO DE AGUA (%)	40,50	43,20	45,51



LÍMITE PLÁSTICO

DETERMINACIÓN Nº	1	2
RECIPIENTE Nº	43	27
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	14,12	14,92
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	12,51	13,14
PESO RECIPIENTE (g)	6,65	6,82
CONTENIDO DE AGUA (%)	27,38	28,19



LÍMITE LÍQUIDO:	***42,31***	% PASA 200	***50,26***
LÍMITE PLÁSTICO:	***27,79***	% ARENAS	***20,74***
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	***14,52***	% GRAVAS	***29,00***
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	***-0,40***		

CLASIFICACIÓN

SUCS	AASHTO
ML Limo Arenoso con Grava	***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

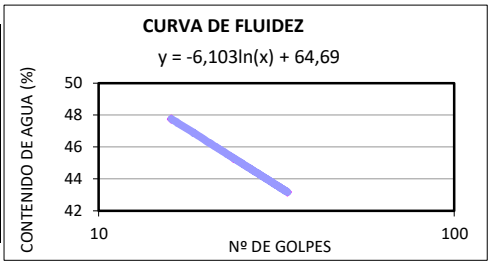
Página 6 de 17	ENSAYO
NORMA NTC – 4630	MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, DEL LÍMITE PLÁSTICO Y DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS COHESIVOS

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN BOX CULVERT QUEBRADA CABRITOS EN LA VEREDA CARRIZAL SECTOR PATIECITOS MUNICIPIO DE EL COCUY DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**EL COCUY - BOYACÁ**	SONDEO	**2**
DIRIGIDO A :	**GOBERNACIÓN DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ**	PROFUNDIDAD	**1,80-4,00**
FECHA:	**13/09/2023**	MUESTRA	**15**

DESCRIPCIÓN: Material compuesto por limo arenosos con grava de color café.

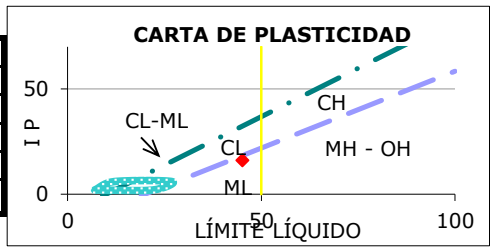
LÍMITE LÍQUIDO

DETERMINACIÓN Nº	1	2	3
NÚMERO DE GOLPES	34	24	16
RECIPIENTE Nº	14	27	72
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	34,81	34,66	32,63
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	28,13	27,69	25,72
PESO RECIPIENTE (g)	12,66	12,31	11,25
CONTENIDO DE AGUA (%)	43,17	45,29	47,77



LÍMITE PLÁSTICO

DETERMINACIÓN Nº	1	2
RECIPIENTE Nº	53	30
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	13,22	14,01
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	11,63	12,36
PESO RECIPIENTE (g)	6,30	6,45
CONTENIDO DE AGUA (%)	29,81	28,00



LÍMITE LÍQUIDO:	***45,05***	% PASA 200	***59,67***
LÍMITE PLÁSTICO:	***28,91***	% ARENAS	***19,43***
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	***16,14***	% GRAVAS	***20,90***
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	***-0,39***		

CLASIFICACIÓN

SUCS	AASHTO
ML Limo Arenoso con Grava	***A-7-6 (8)*** Principalmente Suelos Arcillosos.
	ÍNDICE DE GRUPO **8**

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 7 de 17	ENSAYO
NORMA ASTM – D1586	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) Y MUESTREO DE SUELOS CON TUBO PARTIDO

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN BOX CULVERT QUEBRADA CABRITOS EN LA VEREDA CARRIZAL SECTOR PATIECITOS MUNICIPIO DE EL COCUY DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**EL COCUY - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**13/09/2023**
DIRIGIDO A :	**GOBERNACIÓN DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ**		

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):	1,88
Nº de golpes	
N1	2
N2	3
N3	3

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	2,82
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	6
N 50	3
N corregido	3

Determinación de C y f	
Peck, Hanson, Thornburn f (º):	27,9
Hatanaka f (º):	24,1
Uchida f (º):	30,1
Promedio f (º):	27,4
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	56,6
Cu Stroud (KN/m²):	26,4
Cu Promedio (kg/cm²):	0,4
Cu Promedio (KN/m²):	41,5

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):	1,88
Nº de golpes	
N1	3
N2	2
N3	3

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	3,76
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	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):	0,32
Cu Promedio (KN/m²):	32,1

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

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN BOX CULVERT QUEBRADA CABRITOS EN LA VEREDA CARRIZAL SECTOR PATIECITOS MUNICIPIO DE EL COCUY DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**EL COCUY - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**13/09/2023**
DIRIGIDO A :	**GOBERNACIÓN DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ**		

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):	1,88
Nº de golpes	
N1	4
N2	4
N3	3

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	4,70
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	7
N 50	3
N corregido	3

Determinación de C y f	
Peck, Hanson, Thornburn f (º):	27,9
Hatanaka f (º):	24,1
Uchida f (º):	30,1
Promedio f (º):	27,4
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	56,6
Cu Stroud (KN/m²):	30,8
Cu Promedio (kg/cm²):	0,4
Cu Promedio (KN/m²):	43,7

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):	1,88
Nº de golpes	
N1	4
N2	5
N3	8

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	5,64
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	13
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):	57,2
Cu Promedio (kg/cm²):	0,8
Cu Promedio (KN/m²):	80,7

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

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN BOX CULVERT QUEBRADA CABRITOS EN LA VEREDA CARRIZAL SECTOR PATIECITOS MUNICIPIO DE EL COCUY DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**EL COCUY - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**13/09/2023**
DIRIGIDO A :	**GOBERNACIÓN DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ**		

Sondeo 1 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):	1,88

Nº de golpes

N1	8
N2	12
N3	40

Determinación de N corregido

sv' (T/m²)	6,58
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 10 de 17	ENSAYO
NORMA ASTM – D1586	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) Y MUESTREO DE SUELOS CON TUBO PARTIDO

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN BOX CULVERT QUEBRADA CABRITOS EN LA VEREDA CARRIZAL SECTOR PATIECITOS MUNICIPIO DE EL COCUY DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**EL COCUY - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**13/09/2023**
DIRIGIDO A :	**GOBERNACIÓN DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ**		

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):	1,91
Nº de golpes	
N1	4
N2	4
N3	4

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	2,87
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	8
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):	35,2
Cu Promedio (kg/cm²):	0,5
Cu Promedio (KN/m²):	52,4

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):	1,91
Nº de golpes	
N1	2
N2	3
N3	2

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	3,82
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	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):	0,32
Cu Promedio (KN/m²):	32,1

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

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN BOX CULVERT QUEBRADA CABRITOS EN LA VEREDA CARRIZAL SECTOR PATIECITOS MUNICIPIO DE EL COCUY DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**EL COCUY - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**13/09/2023**
DIRIGIDO A :	**GOBERNACIÓN DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ**		

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):	1,91
Nº de golpes	
N1	2
N2	7
N3	7

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	4,78
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	14
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):	61,6
Cu Promedio (kg/cm²):	0,8
Cu Promedio (KN/m²):	82,9

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):	1,91
Nº de golpes	
N1	6
N2	18
N3	24

Determinación de N corregido	
sv' (T/m²)	5,73
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	42
N 50	22
N corregido	19

Determinación de C y f	
Peck, Hanson, Thornburn f (º):	32,5
Hatanaka f (º):	36,3
Uchida f (º):	42,3
Promedio f (º):	37,0
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	237,4
Cu Stroud (KN/m²):	184,8
Cu Promedio (kg/cm²):	2,1
Cu Promedio (KN/m²):	211,1

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

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN BOX CULVERT QUEBRADA CABRITOS EN LA VEREDA CARRIZAL SECTOR PATIECITOS MUNICIPIO DE EL COCUY DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**EL COCUY - BOYACÁ**	FECHA DE ENSAYO	**13/09/2023**
DIRIGIDO A :	**GOBERNACIÓN DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ**		

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):	1,91

Nº de golpes

N1	28
N2	32
N3	42

Determinación de N corregido

sv' (T/m²)	6,69
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	74
N 50	38
N corregido	32

Determinación de C y f

Peck, Hanson, Thornburn f (º):	36,2
Hatanaka f (º):	42,3
Uchida f (º):	48,3
Promedio f (º):	42,3
Cu no drenada en arcillas (KN/m²):	351,9
Cu Stroud (KN/m²):	325,6
Cu Promedio (kg/cm²):	3,4
Cu Promedio (KN/m²):	338,8

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

Página 13 de 17	ENSAYO
NORMA NTC – 1527	METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION INCOFINADA DE SUELOS COHESIVOS

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN BOX CULVERT QUEBRADA CABRITOS EN LA VEREDA CARRIZAL SECTOR PATIECITOS MUNICIPIO DE EL COCUY DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**EL COCUY - BOYACÁ**	SONDEO	**1**
DIRIGIDO A :	**GOBERNACIÓN DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ**	PROFUNDIDAD	**1,00-1,50**
FECHA DE ENSAYO:	**13/09/2023**	MUESTRA	**4**

DESCRIPCIÓN: Material compuesto por limo arenosos con grava de color café.

HUMEDAD NATURAL	
RECIPIENTE Nº	71
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	102,34
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	85,82
PESO RECIPIENTE (g)	5,91
CONTENIDO DE AGUA (%)	***20,68***

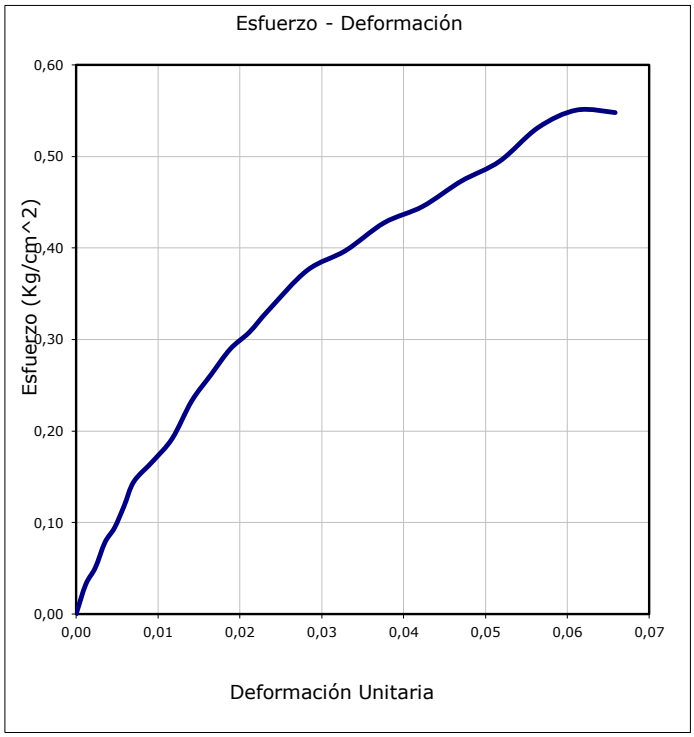
DATOS DE LA MUESTRA

Promedio de Diametros (cm)	5,20
Promedio de Alturas (cm)	10,80
PESO (g)	431,20
AREA	21,24
VOLUMEN	229,36
γ húm (g/cm^3)	1,88
γ seco (g/cm^3)	1,56

Lectura del deformímetro (pulg-3)	Deformímetro de carga (unidades)	Deformación (cm)	Deformación Unitaria	Area Corregida (cm^2)	Carga (Kg)	Esfuerzo σ (kg/cm^2)
0	0,0	0,000	0,000	21,237	0,000	0,000
5	0,7	0,013	0,001	21,262	0,688	0,032
10	1,1	0,025	0,002	21,287	1,081	0,051
15	1,7	0,038	0,004	21,312	1,671	0,078
20	2,0	0,051	0,005	21,338	2,015	0,094
25	2,5	0,064	0,006	21,363	2,531	0,118
30	3,1	0,076	0,007	21,388	3,096	0,145
40	3,6	0,102	0,009	21,439	3,587	0,167
50	4,1	0,127	0,012	21,490	4,127	0,192
60	5,0	0,152	0,014	21,541	5,012	0,233
70	5,6	0,178	0,016	21,593	5,643	0,261
80	6,3	0,203	0,019	21,644	6,265	0,289
90	6,7	0,229	0,021	21,696	6,683	0,308
100	7,2	0,254	0,024	21,749	7,223	0,332
120	8,2	0,305	0,028	21,854	8,206	0,375
140	8,7	0,356	0,033	21,960	8,722	0,397
160	9,4	0,406	0,038	22,068	9,434	0,428
180	9,9	0,457	0,042	22,176	9,876	0,445
200	10,5	0,508	0,047	22,285	10,540	0,473
220	11,1	0,559	0,052	22,396	11,080	0,495
240	12,0	0,610	0,056	22,508	11,965	0,532
260	12,5	0,660	0,061	22,620	12,456	0,551
280	12,5	0,711	0,066	22,734	12,456	0,548

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

Página 14 de 17	ENSAYO METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION INCOFINADA DE SUELOS COHESIVOS
NORMA NTC – 1527	



TIPO DE MUESTRA	***Inalterada***
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA (qu) (Kg/cm^2):	***0,49***
COHESIÓN (Kg/cm^2)	***0,25***
RELACIÓN ALTURA/DIÁMETRO	***2,1***
CONSISTENCIA	***Blanda***
MODULO DE ELASTICIDAD NO CONFINADO (Kg/cm^2):	***27,5***

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 15 de 17	ENSAYO
NORMA NTC – 1527	METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION INCOFINADA DE SUELOS COHESIVOS

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN BOX CULVERT QUEBRADA CABRITOS EN LA VEREDA CARRIZAL SECTOR PATIECITOS MUNICIPIO DE EL COCUY DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
MUNICIPIO:	**EL COCUY - BOYACÁ**	SONDEO	**2**
DIRIGIDO A :	**GOBERNACIÓN DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ**	PROFUNDIDAD	**1,00-1,50**
FECHA DE ENSAYO:	**13/09/2023**	MUESTRA	**4**

DESCRIPCIÓN: Material compuesto por limo arenosos con grava de color café.

HUMEDAD NATURAL	
RECIPIENTE Nº	27
PESO RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (g)	91,66
PESO RECIPIENTE +SUELO SECO (g)	77,32
PESO RECIPIENTE (g)	6,03
CONTENIDO DE AGUA (%)	***20,12***

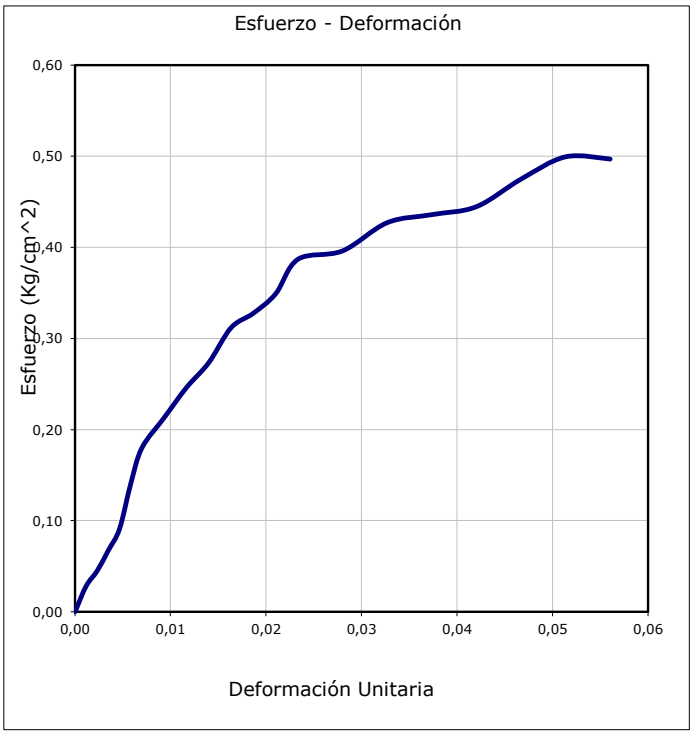
DATOS DE LA MUESTRA

Promedio de Diametros (cm)	5,40
Promedio de Alturas (cm)	10,88
PESO (g)	476,54
AREA	22,90
VOLUMEN	249,18
γ húm (g/cm^3)	1,91
γ seco (g/cm^3)	1,59

Lectura del deformímetro (pulg-3)	Deformímetro de carga (unidades)	Deformación (cm)	Deformación Unitaria	Area Corregida (cm^2)	Carga (Kg)	Esfuerzo σ (kg/cm^2)
0	0,0	0,000	0,000	22,902	0,000	0,000
5	0,6	0,013	0,001	22,929	0,648	0,028
10	1,0	0,025	0,002	22,956	1,037	0,045
15	1,6	0,038	0,004	22,983	1,556	0,068
20	2,1	0,051	0,005	23,010	2,100	0,091
25	3,2	0,064	0,006	23,037	3,241	0,141
30	4,1	0,076	0,007	23,064	4,148	0,180
40	4,9	0,102	0,009	23,118	4,926	0,213
50	5,7	0,127	0,012	23,173	5,704	0,246
60	6,4	0,152	0,014	23,228	6,352	0,273
70	7,3	0,178	0,016	23,283	7,260	0,312
80	7,6	0,203	0,019	23,338	7,649	0,328
90	8,2	0,229	0,021	23,394	8,167	0,349
100	9,1	0,254	0,023	23,450	9,075	0,387
120	9,3	0,305	0,028	23,562	9,334	0,396
140	10,1	0,356	0,033	23,676	10,112	0,427
160	10,4	0,406	0,037	23,791	10,371	0,436
180	10,6	0,457	0,042	23,907	10,630	0,445
200	11,4	0,508	0,047	24,024	11,408	0,475
220	12,1	0,559	0,051	24,142	12,056	0,499
240	12,1	0,610	0,056	24,262	12,056	0,497

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

Página 16 de 17	ENSAYO METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION INCOFINADA DE SUELOS COHESIVOS
NORMA NTC – 1527	



TIPO DE MUESTRA	***Inalterada***
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA (qu) (Kg/cm^2):	***0,50***
COHESIÓN (Kg/cm^2)	***0,25***
RELACIÓN ALTURA/DIÁMETRO	***2,0***
CONSISTENCIA	***Blanda***
MODULO DE ELASTICIDAD NO CONFINADO (Kg/cm^2):	***25,7***

ING.JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

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

Página 17 de 17	ENSAYO DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO Y FINO
NORMA INV E – 222 –13 INV E – 223 –13	

PROYECTO:	**CONSTRUCCIÓN BOX CULVERT QUEBRADA CABRITOS EN LA VEREDA CARRIZAL SECTOR PATIECITOS MUNICIPIO DE EL COCUY DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**		
DIRIGIDO A :	**GOBERNACIÓN DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ**	FECHA ENSAYO:	**13/09/2023**
PROCEDENCIA:	**EL COCUY - BOYACÁ**		

DENSIDAD Y ABSORCION DE AGREGADO GREUESO S1

No. PLATÓN	2
PESO DEL PLATÓN (g)	121,3
PESO DEL PLATÓN +MUESTRA SSS (g)	591,3
PESO MATRAZ + AGUA (25 ºC) (g)	725,3
PESO MATRAZ + AGUA + MUESTRA (25 ºC) (g)	1000,7
PESO DEL PLATÓN + MUESTRA SECA (g)	576,7

Peso Específico aparente (g/cm^3)	***2,340***
Peso Específico nominal (g/cm^3)	***2,53***
% de Absorción	***3,21***

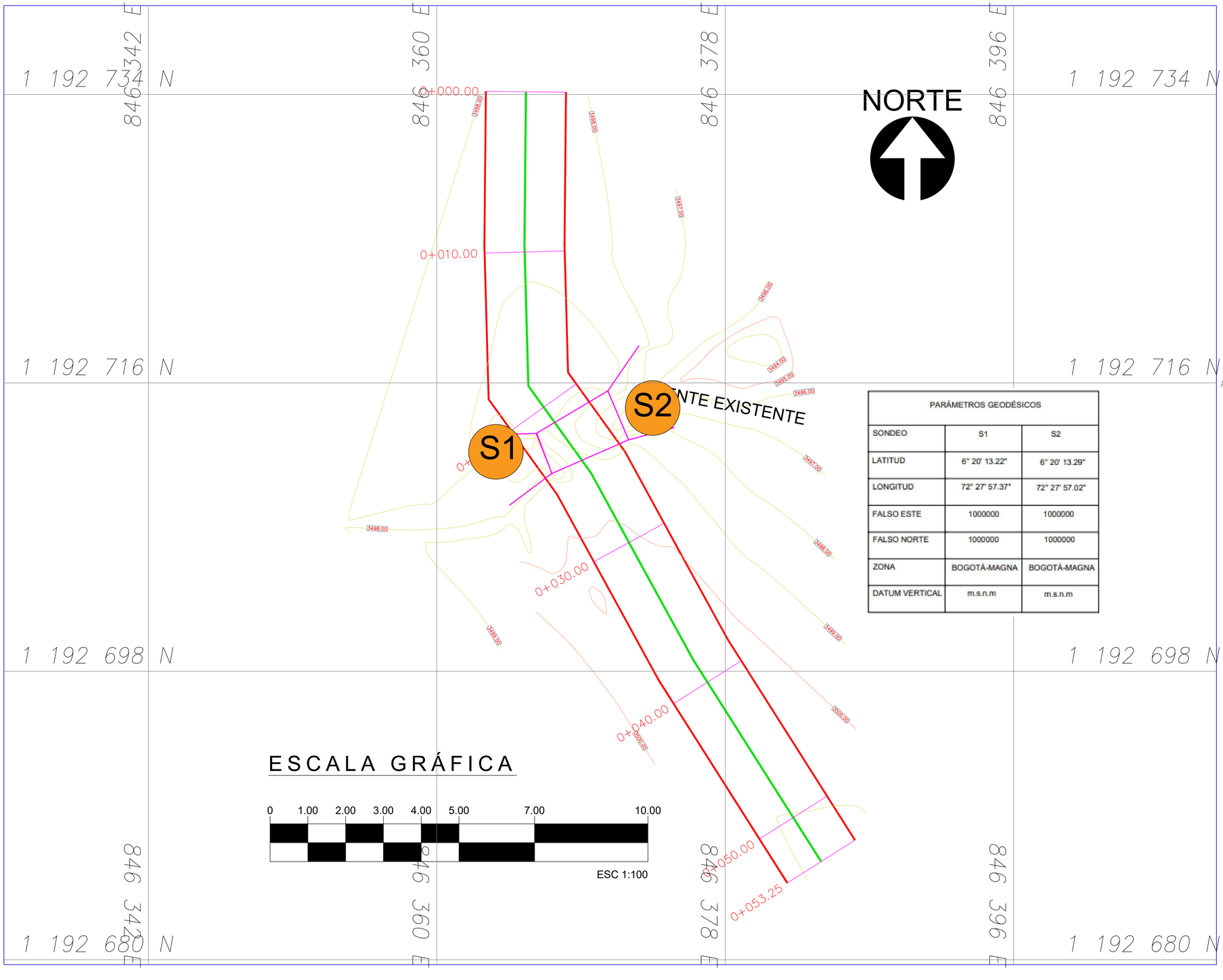
DENSIDAD Y ABSORCION DE AGREGADO GREUESO S2

No. PLATÓN	2
PESO DEL PLATÓN (g)	121,3
PESO DEL PLATÓN +MUESTRA SSS (g)	661,7
PESO MATRAZ + AGUA (25 ºC) (g)	725,3
PESO MATRAZ + AGUA + MUESTRA (25 ºC) (g)	1049,5
PESO DEL PLATÓN + MUESTRA SECA (g)	650,7

Peso Específico aparente (g/cm^3)	***2,448***
Peso Específico nominal (g/cm^3)	***2,58***
% de Absorción	***2,08***

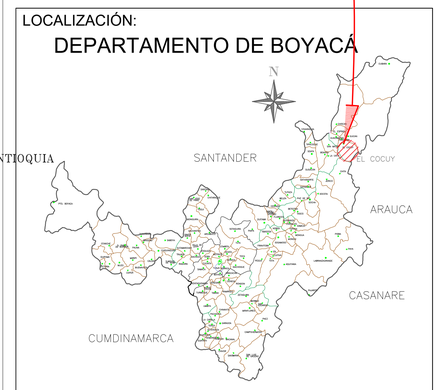
ING. JIMMY VERGARA SILVA
MP 15202-130100 BYC

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



PARÁMETROS GEODÉSICOS		
SONDEO	S1	S2
LATITUD	6° 20' 13.22"	6° 20' 13.29"
LONGITUD	72° 27' 57.37"	72° 27' 57.02"
FALSO ESTE	1000000	1000000
FALSO NORTE	1000000	1000000
ZONA	BOGOTÁ-MAGNA	BOGOTÁ-MAGNA
DATUM VERTICAL	m.s.n.m	m.s.n.m









GOBERNACIÓN DE BOYACÁ

PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS EN MUNICIPIO DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE, NEIRA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.

CONTIENE:

GEORREFERENCIACION DE SONDEOS TRAMO 1 EL COCUY

LEVANTO:

ING. ESP. JIMMY VERGARA
ESPECIALISTA ESTRUCTURAL Y GEOTECNISTA VIAL

REVISÓ:

NYC CONSTRUCOL SAS
R/L SONIA MALENA MARIN SOTELO

APROBO:

CONSORCIO INTERIMERGANCIAS NORTE
R/L Ing. NANCY YASMIN QUIROGA

LOCALIZACIÓN:



CONVENCIONES

- EJE PROYECTO
- CARRETEABLE
- ESTACION O P.K.
- SECCION TERRENO
- PERFIL TERRENO
- CURVA DE NIVEL
- LOC. SONDEO (S)

DÍGITO :

CAHC INGENIERIA

ESCALA :

1 : 100

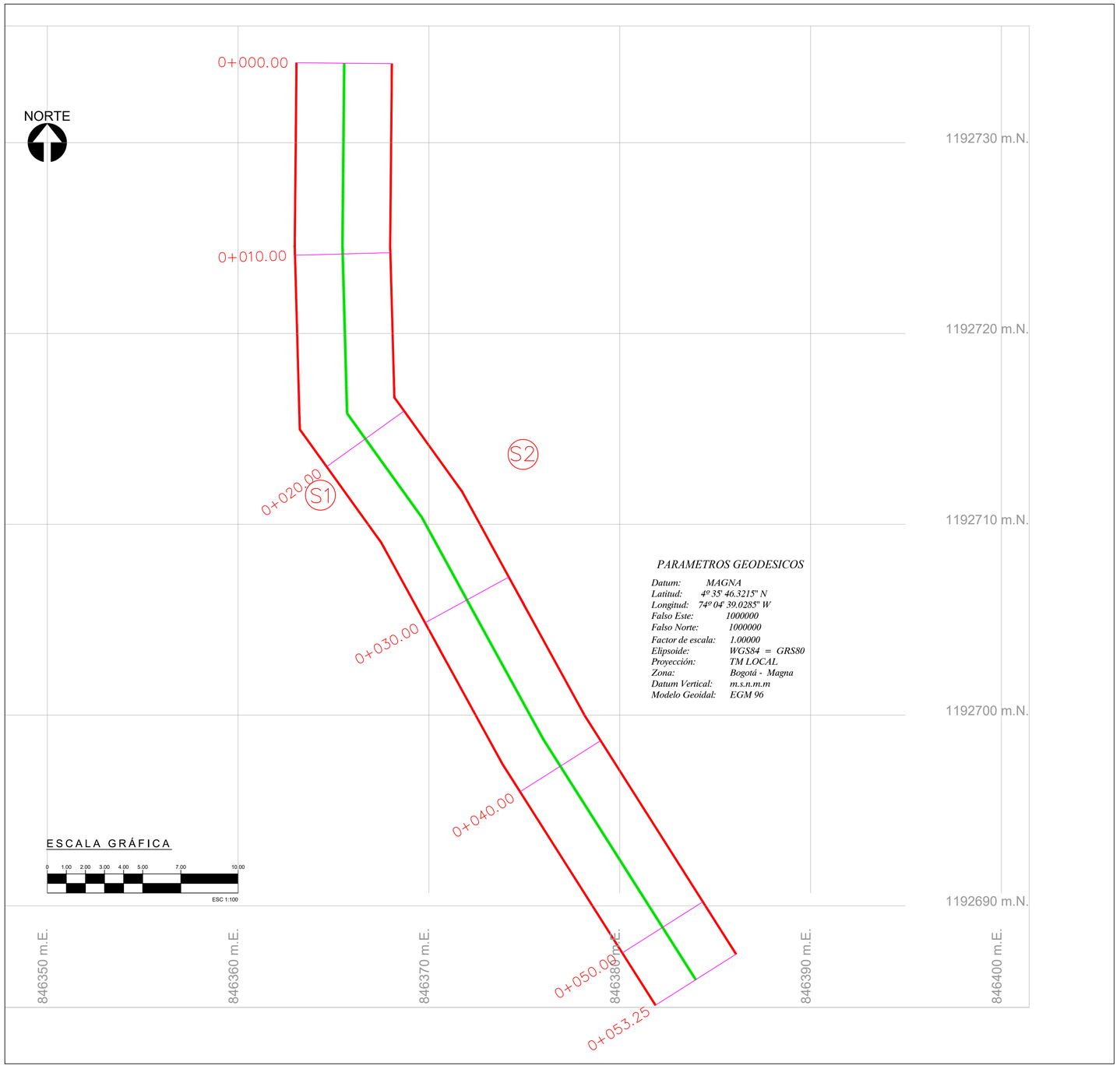
FECHA :

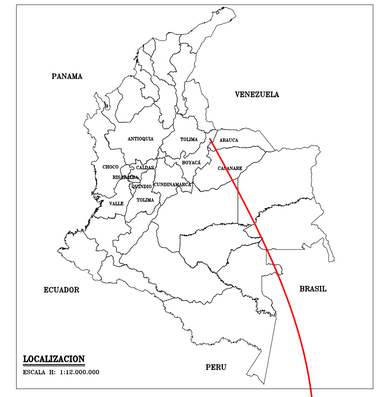
Septiembre de 2023

ARCHIVO DIGITAL :

GEORREFERENCIACION_EL_COCUY.DWG

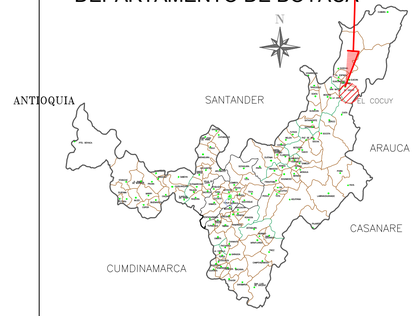
PLANO Nº DG 1E DE 1E





LOCALIZACIÓN:

DEPARTAMENTO DE BOYACÁ



MUNICIPIO DEL COCUY





GOBERNACIÓN DE BOYACÁ

PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS EN MUNICIPIO DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE, NEIRA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.

CONTIENE:

LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO TRAMO EL COCUY

LEVANTO:

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

REVISÓ:

NYS CONSTRUCOL SAS
R/L SONIA MALENA MARIN SOTELO

APROBO:

CONSORCIO INTEREMERGENCIAS NORTE
R/L Ing. NANCY YASMIN QUIROGA

LOCALIZACIÓN:



CONVENCIONES

- EJE PROYECTO
- CARRETEABLE
- ESTACION O P.K.
- SECCION TERRENO
- PERFIL TERRENO
- CURVA DE NIVEL

DÍGITO :

CAHC INGENIERIA

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

Septiembre de 2023

ARCHIVO DIGITAL :

PUNTOS_EL_COCUY.DWG

PLANO Nº DG 1E DE 1E

NIT: 901.306.834-9

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Tunja, septiembre 21 de 2023

Señores:
GOBERNACIÓN DE BOYACÁ
Departamento de Boyacá

Yo, **JIMMY VERGARA SILVA**, Ingeniero Civil, Especialista en Geotecnia Vial y de pavimentos con Matrícula Profesional N.º **15202–130100 BYC**, debidamente registrado del consejo profesional nacional de Ingeniería, presento el estudio Geotécnico elaborado a continuación cumpliendo con los requerimientos de la **NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE DE 2010**, para el contrato cuyo objeto es: **"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS EN MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE, NEIRA DEPARTAMENTO DE BOYACA "**, Declaro que asumo la responsabilidad por los perjuicios que causa de ellos puedan deducirse, exonerando a la Gobernación de Boyacá de cualquier responsabilidad.

Acepto y reconozco que la revisión efectuada por la Gobernación de Boyacá no constituye una aprobación al estudio geotécnico, sino una verificación del cumplimiento de las **NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE DE 2010,** vigentes

Atentamente,

JIMMY VERGARA SILVA
ING ESPECIALISTA EN GEOTECNIA VIAL Y DE PAVIMENTOS
M.P. 15202130100 BYC

República de Colombia

LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

Autorizada por el Ministerio de Educación Nacional
Teniendo en cuenta que

Jimmy Vergara Silva

C.C. N°. 74.321.878 de Socha

Aprobó los estudios programados y cumplió con las exigencias legales y reglamentarias, le confiere el Título de

Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

En constancia se firma y sella en Tunja
a los 19 días del mes de octubre de 2018

El Rector General

El Rector Seccional

El Decano de Facultad

El Secretario Seccional

Registro interno No. 835.330.19-10-2018

Folio 20 Libro 18

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
T U N J A

ACTA DE GRADO 330.122

En la ciudad de Tunja, República de Colombia el día 19 de Octubre de 2018, la Universidad Santo Tomás en nombre de la República de Colombia y con autorización del Ministerio de Educación Nacional según Decreto Ejecutivo No. 1772 del 11 de julio de 1966, bajo la Presidencia del Padre JORGE FERDINANDO RODRIGUEZ RUIZ O.P., Rector Seccional y actuando como Secretario el Abogado HERMAN JOSE ARANDA CAMACHO, celebró sesión solemne y pública con el objeto de otorgar el título a los estudiantes aspirantes al grado.

Comprobado el cumplimiento de todos los requisitos legales y los establecidos en el Reglamento General de la Universidad, confirió el Título de:

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA VIAL Y PAVIMENTOS
Código SNIES: 20809

A: JIMMY VERGARA SILVA
C.C. 74.321.878 de Socha

El graduando emitió el Juramento de rigor por el que se comprometió a ejercer la profesión con responsabilidad y honradez, de conformidad con la Constitución, las leyes de la República de Colombia, poner todo empeño en el desarrollo del País y de sus instituciones, brindar generoso apoyo a los programas de justicia social y dignificación de la persona humana y llevar siempre en alto el nombre y los principios de la Universidad Santo Tomás. Seguidamente el presidente de la ceremonia de graduación procedió a la entrega del Diploma que lo acredita para el ejercicio de su profesión de conformidad con la legislación vigente.

Para constancia se expide y firma la presente Acta, válida para todos los efectos legales correspondientes.

Fdo. Jorge Ferdinando Rodríguez Ruiz O.P. (Hay un sello)
Fdo. Herman Jose Aranda Camacho (Hay un sello)

Es fiel copia tomada del original, expedida en la ciudad de Tunja, el día 19 de octubre del año 2018.

El Secretario General Seccional,

HERMAN JOSE ARANDA CAMACHO

Vigilada Min-educación.

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

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2022-1667192

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.

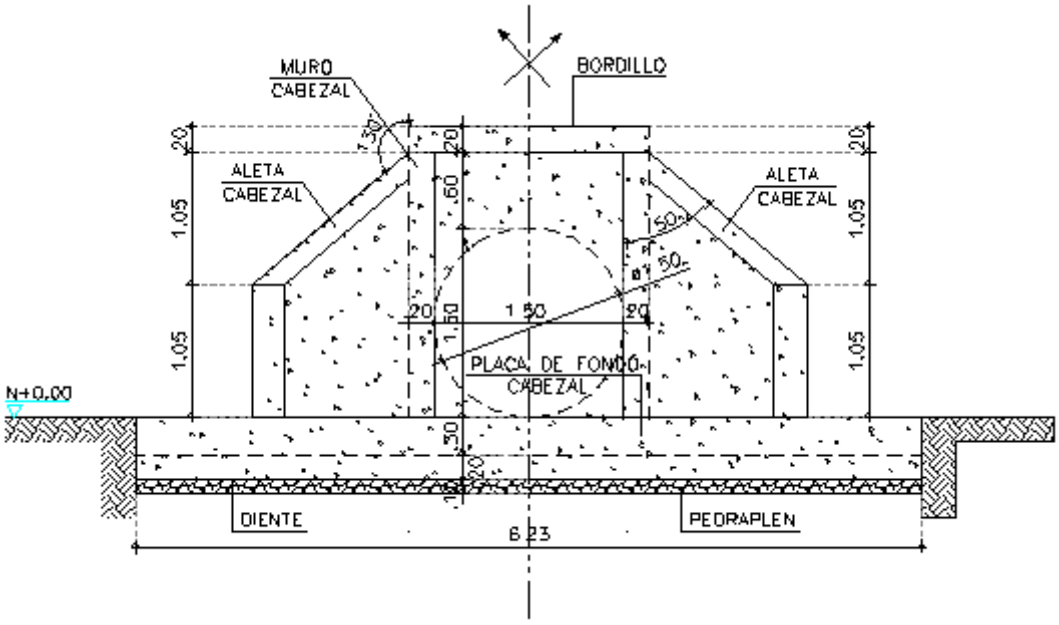
5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los cinco (05) días del mes de Noviembre del año dos mil veintidos (2022).

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.

BOX CULVERT QUEBRADA CABRITOS, VEREDA CARRIZAL DEL MUNICIPIO DE EL COCUY (BOYACA) HProm=2.30m



MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

JIMMY VERGARA SILVA
Ingeniero Civil, Especialista en Estructuras
No Matricula Profesional: 15202-130100 BYC
Septiembre **de 2023, Tunja (Boyacá)**

JIMMY VERGARA SILVA
INGENIERO CIVIL, ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS, UPTC

BOX COULVERT

Los sistemas de drenaje transversal están constituidos por elementos que transportan el agua y cruzan el eje de la carretera. Por lo general, el cruce se realiza de manera perpendicular al eje y transportan el aporte de la cuenca que se encuentra aguas arriba de la vía en dirección aguas abajo. Entre estos se encuentran las alcantarillas. Las alcantarillas son estructuras de evacuación de las aguas de escorrentías y su función es drenar corrientes de agua permanentes o estacionales. La finalidad de este tipo de drenaje es permitir el paso transversal del agua que cruza el eje de la vía, para que perturbe lo menos posible la circulación del agua por el cauce natural, sin excesivas sobreelevaciones del nivel del agua, que provoquen el estancamiento aguas arriba o aumentos de la velocidad, que pueden inducir erosiones aguas abajo. Todo lo anterior permite el desagüe normal de las corrientes de agua interrumpidas por la infraestructura. Existen alcantarillas en concreto simple, reforzado o metálico y de diferentes secciones; circular, cuadrada, rectangular y abovedadas. Las partes principales de una alcantarilla son: aletas, muro cabezal o cabezote y tubería (Figuras 1).

FUENTE. Manual para el mantenimiento de la red vial Secundaria. (Ministerio de Transporte).

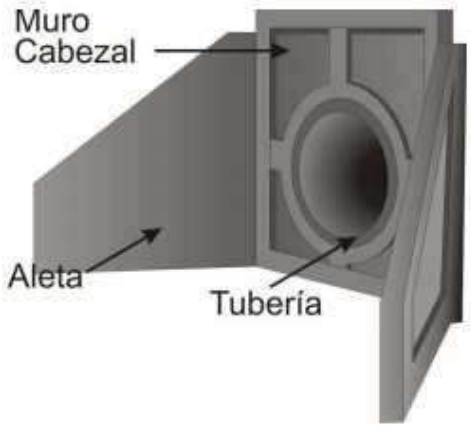
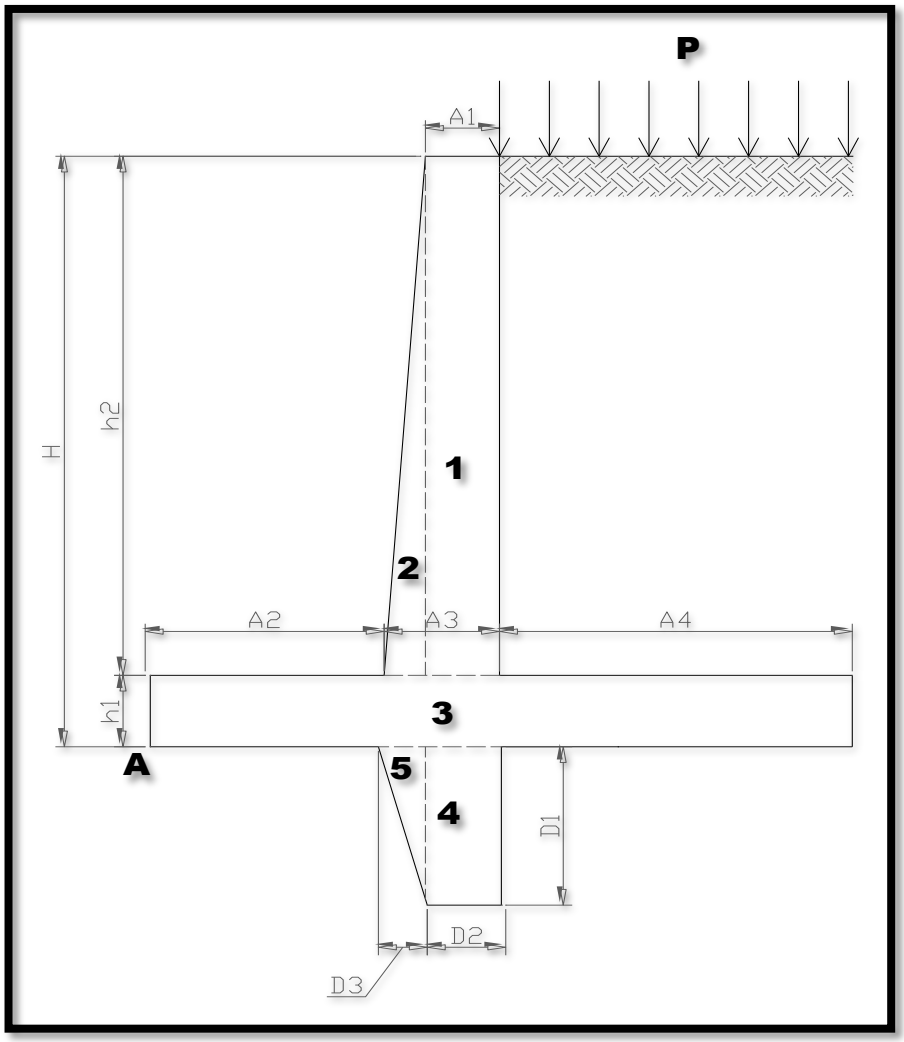


FIGURA 1. Partes de un cabezal de alcantarilla.

CABEZAL DE ENTRADA Y SALIDA BOX CULVERT (Diseño por ML)

PROYECTO: BOX CULVERT QUEBRADA CABRITOS, VEREDA CARRIZAL DEL MUNICIPIO DE EL COCUY (BOYACÁ) Hprom=2.30m



DIMENSIONES

	Distancia (m)
h1 =	**0.30**
h2 =	**2.30**
A1 =	**0.30**
A2 =	**2.00**
A3 =	**0.30**
A4 =	**1.00**
D1 =	**0.50**
D2 =	**0.30**
D3 =	**0.00**
H=	**2.60**
B=	**3.30**

1. DATOS INICIALES

A=	**0.25**		Coeficiente de Amenaza Sísmica
$\sigma_{adm=}$	**5.78**	T/m^2	Esfuerzo Admisible del Suelo de Cimentación
μ =	**0.35**		Coeficiente de fricción (Concreto-suelo)
Ka=	**0.33**		Coeficiente Activo de Tierras
Kp=	**0.50**		Coeficiente Pasivo de Tierras
γ r=	**1.80**	T/m^3	Peso Especifico del Material de Relleno
γc =	**2.40**	T/m^3	Peso Especifico del Concreto
f'c=	**28.00**	MPa	Esfuerzo a Compresión del Concreto
fy=	**420.00**	MPa	Esfuerzo de Fluencia del Acero
P=	**2.00**	T/m^2	Sobrecarga sobre el relleno
Ø=	**30.00**	º	Coeficiente de fricción interno

Ing. JIMMY VERGARA SILVA
ESPECIALISTA EN ESTRECTURAS U.P.T.C

MURO DE CONTENCIÓN

PROYECTO: BOX CULVERT QUEBRADA CABRITOS, VEREDA CARRIZAL DEL MUNICIPIO DE EL COCUY (BOYACÁ) Hprom=2.30m

2. EVALUACIÓN DE CARGAS

2.1 PESO PROPIO

W1=	**1.656**	T
W2=	**0**	T
W3=	**2.376**	T
W4=	**0.36**	T
W5=	**0**	T
Wt=	**4.39**	T

2.2 PESO RELLENO

Wr=	**4.14**	T

2.3 EMPUJE ESTÁTICO (RELLENO Y SOBRECARGA)

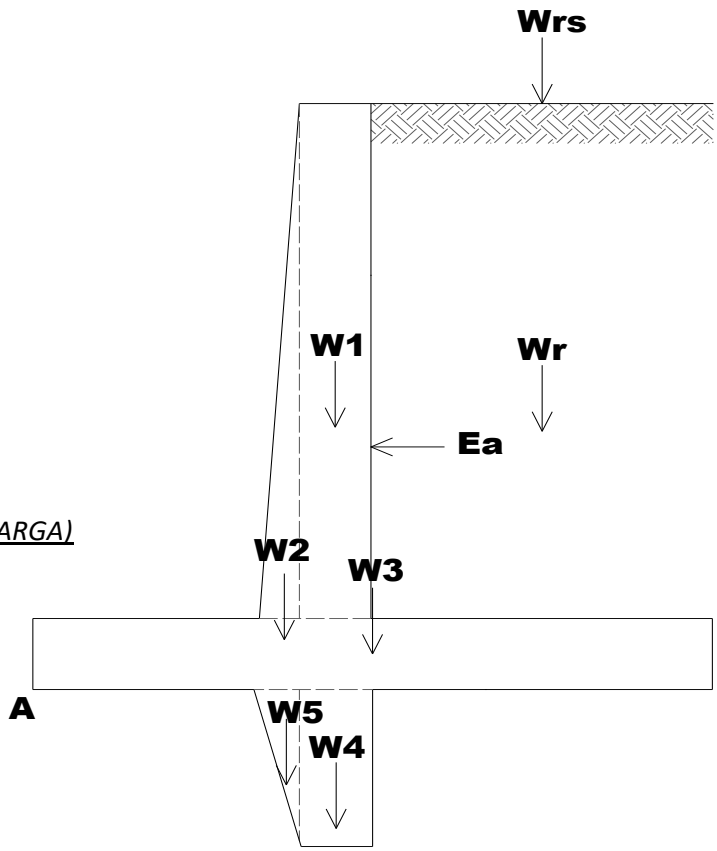
Ea=	**2.98**	T

2.4 CARGA VERTICAL SOBRECARGA

Wrs=	**2.00**	T

2.5 EMPUJE PASIVO EN LA LLAVE

Ep=	**0.11**	T



3. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

ÍTEMS	FUERZA	BRAZO A	EXCENT. B/2	M_A	f_A	F_B
	T	m	m	T*m	T/m_2	T/m_2
W_1	***1.66***	2.150	-0.500	3.560	0.0	1.0
W_2	***0.00***	2.000	-0.350	0.000	0.0	0.0
W_3	***2.38***	1.650	0.000	3.920	0.7	0.7
W_4	***0.36***	2.150	-0.500	0.774	0.0	0.2
W_5	***0.00***	2.000	-0.350	0.000	0.0	0.0
Wr	***4.14***	2.800	-1.150	11.592	-1.4	3.9
Wrs	***2.00***	2.800	-1.150	5.600	-0.7	1.9
Ea	***2.98***	1.066	1.066	-3.177	1.8	-1.8
Ep	***0.11***	0.167	0.167	0.019	0.0	0.0

MURO DE CONTENCIÓN

PROYECTO: BOX CULVERT QUEBRADA CABRITOS, VEREDA CARRIZAL DEL MUNICIPIO DE EL COCUY (BOYACÁ) Hprom=2.30m

REVISIÓN DE ESFUERZOS EN EL SUELO

f_{max} =	0.51	T/m^2	≥ σadm	OK
f_{min} =	5.88	T/m^3	≥ σadm	OK

REVISIÓN AL VOLCAMIENTO

M_{est} =	25.45	T*m/m				
M_{dest} =	-3.18	T*m/m	F.S.=	8.01	F.S. ≥ 3.0	OK

REVISIÓN AL DESLIZAMIENTO

SIN LLAVE:

F_{est} =	3.56	T/m				
F_{dest} =	2.98	T/m	F.S.=	1.20	F.S. ≥ 1.6	Revisar

CON LLAVE:

F_{est} =	4.77	T/m				
F_{dest} =	2.98	T/m	F.S.=	1.60	F.S. ≥ 1.6	OK

4. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

4.1 VÁSTAGO

4.1.1 FLEXIÓN

Mu =	5.02	T*m/m		
b =	100	cm	Ref. Sugerido	
d =	22	cm	# 3 c/ 11.48 cm	
ρ =	0.0028		# 4 c/ 20.7 cm	RM-01 y RM-02
$ρ_{min}$ =	0.0020		# 5 c/ 32.34 cm	
As =	6.18	cm^2/m	# 6 c/ 46.08 cm	

4.1.2 CORTANTE

Vu =	5.25	T/m	
ØVc =	16.58	T/m	
Vu ≤ ØVc			OK

Ing. JIMMY VERGARA SILVA
ESPECIALISTA EN ESTRECTURAS U.P.T.C

MURO DE CONTENCIÓN

PROYECTO: BOX CULVERT QUEBRADA CABRITOS, VEREDA CARRIZAL DEL MUNICIPIO DE EL COCUY (BOYACÁ) Hprom=2.30m

4.2 (ZARPA) PUNTERA

4.2.1 FLEXIÓN

Mu =	9.88	T*m/m		
b =	100	cm	**Ref. Sugerido**	
d =	22	cm	***# 3 c/ 5.68 cm***	
ρ =	0.0057		***# 4 c/ 10.23 cm***	RM-04
ρ_{min} =	0.0020		***# 5 c/ 15.98 cm***	
As =	12.52	cm^2/m	***# 6 c/ 22.78 cm***	RM-04

4.2.2 CORTANTE

Vu =	10.00	T/m
ØVc =	16.58	T/m

Vu ≤ ØVc **OK**

4.3 (ZARPA) TALÓN

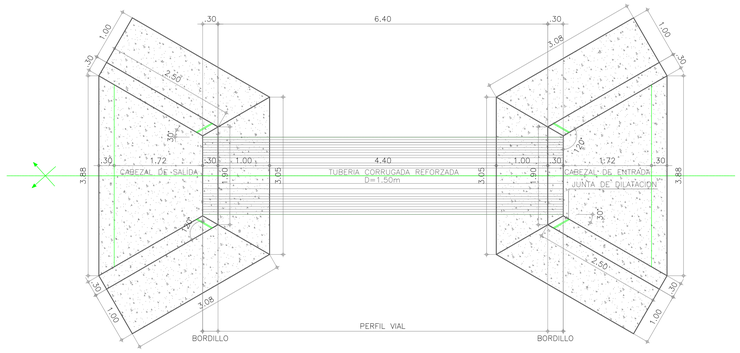
4.3.1 FLEXIÓN

Mu =	1.30	T*m/m		
b =	100	cm	**Ref. Sugerido**	
d =	22	cm	***# 3 c/ 16.14 cm***	
ρ =	0.0007		***# 4 c/ 29.1 cm***	RM-03
ρ_{min} =	0.0020		***# 5 c/ 45.46 cm***	
As =	4.40	cm^2/m	***# 6 c/ 64.78 cm***	

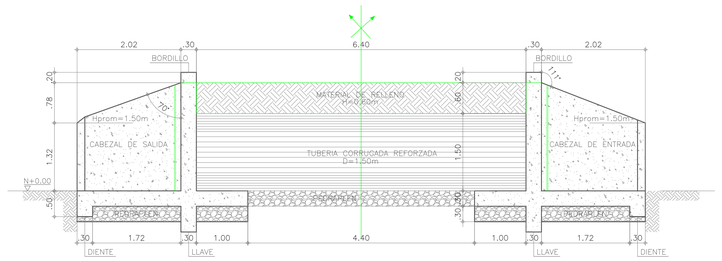
4.3.2 CORTANTE

Vu =	3.05	T/m
ØVc =	16.58	T/m

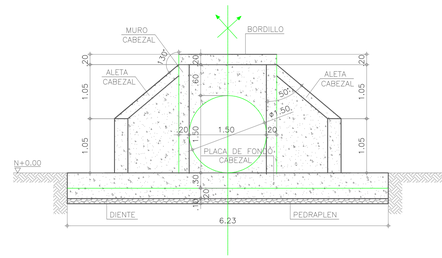
Vu ≤ ØVc **OK**



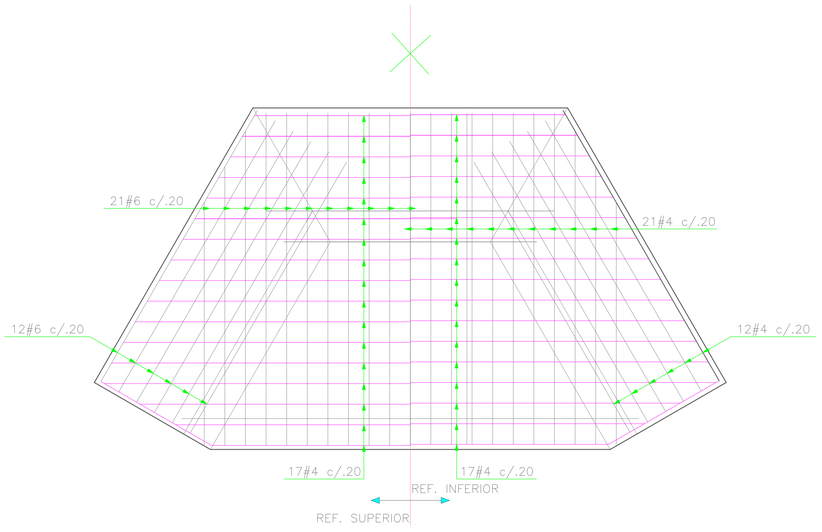
PLANTA BOX CULVERT



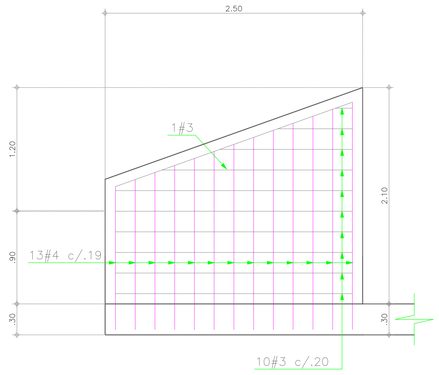
CORTE LONGITUDINAL
Esc. 1 : 5 0



ELEVACION ENTRADA & SALIDA CABEZAL BOX CULVERT
Esc. 1 : 5 0

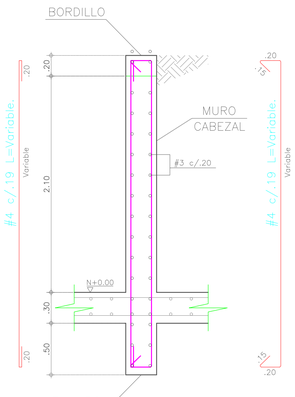


PLANTA REFUERZO PLACA DE FONDO CABEZAL
Esc. 1 : 2 5



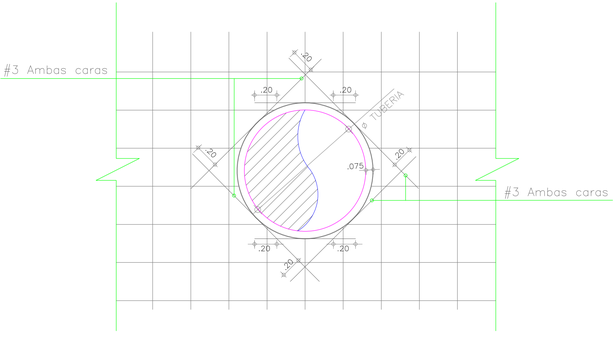
AMBAS CARAS
CONTRA EL RELLENO & CONTRA EL CANAL

ELEVACION REFUERZO ALETAS CABEZAL
Esc. 1 : 2 5

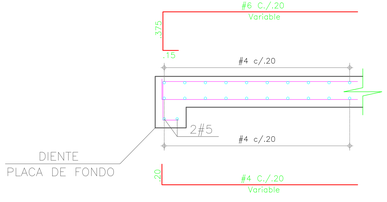


NOTA: SE DEBE CORTAR EL REFUERZO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL AL LLEGAR A LA TUBERIA METALICA.

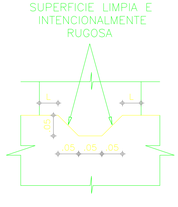
DETALLE REFUERZO MURO CABEZAL & LLAVE
Esc. 1 : 2 5



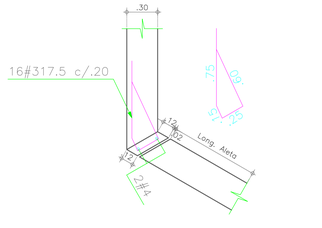
DETALLE PASE TUBERIAS
Esc. 1 : 2 5



DETALLE REFUERZO DE DIENTE
Esc. 1 : 2 5



DETALLE JUNTA DE CONSTRUCCION
Esc. 1 : 1 2. 5



DETALLE JUNTA DE DILATACION
Esc. 1 : 2 5

NOTAS:
1- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE OTRA UNIDAD.
2- BAJO LAS ESTRUCTURAS SE COLOCARA UNA CAPA DE CONCRETO f'c= 140 kg/cm2 de 5cm DE ESPESOR
3- RECUBRIMIENTO MINIMO LIBRE 5cm & 7.5cm A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA MEDIDA
4- PARAMETROS GEOTECNICOS
γ Suelo= 1.80 T/m3
Ka= 0.33
N.F.= NO SE ENCONTRO
Capacidad de Soporte= 5.78 T/m2
5- CARGA VIVA DE DISEÑO CCP-14
6- ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES
CONCRETO: f'c= 280 Kg/cm2 (CLASE C INVIAS)
f'c= 140 Kg/cm2 LIMPIEZA
ACERO DE REFUERZO : fy= 4200Kg/cm2
7- EL REFUERZO DE LONGITUD VARIABLE DEBERA SER FIGURADO EN OBRA.
8- ESPECIFICACIONES TECNICAS: CODIGO COLOMBIANO DE DISEÑO SISMICO DE PUENTES CCP-14
9- EL PRIMER DIGITO DEL CODIGO DE CADA VARILLA CORRESPONDE AL DIAMETRO EN OCTAVOS DE PULGADA, LOS RESTANTES A LA LONGITUD EN DECIMETROS.
10-LAS EXCAVACIONES DEBEN AJUSTARSE A LAS NECESIDADES DE COLOCACION DEL CONCRETO Y SIGUIENDO LAS RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO DE SUELOS.

GOBERNACIÓN DE BOYACÁ

PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS EN MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE, NEIRA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

CONTIENE:

PLANTA BOX, SECCION LONGITUDINAL, CORTES, DETALLES & NOTAS ESTRUCTURALES - TRAMO 1 EL COCUY

DISEÑÓ:

Ing. JIMMY VERGARA SILVA
Especialista en Estructuras U.P.T.C
M.P. No 15202-280995 BYC

REVISÓ:

CONSORCIO INTEREMERGANCIAS NORTE
R/L Ing. NANCY YASMIN QUIROGA

APROBO:

LOCALIZACIÓN:



CONVENCIONES

NOMENCLATURA DEL REFUERZO
Cantidad de Varillas
No Varilla en octavos de pulgada
2#3.6.0
Longitud en Decimetros

DÍGITO :

CAHC INGENIERIA

ESCALA :

1 : 50

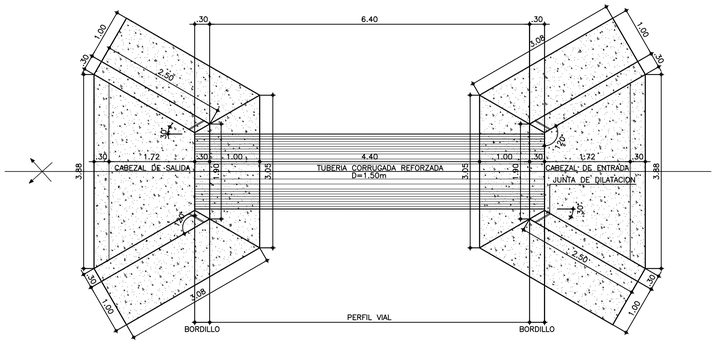
FECHA :

Septiembre de 2023

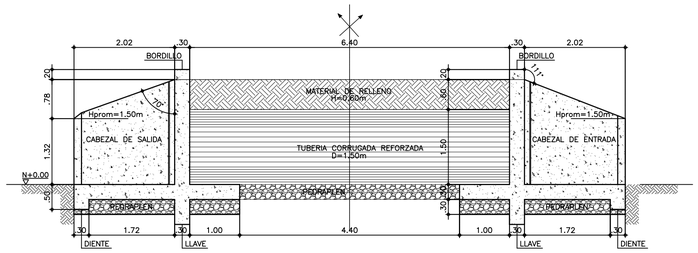
ARCHIVO DIGITAL :

Estr_Box_El_Coc_JV_1.5.DWG

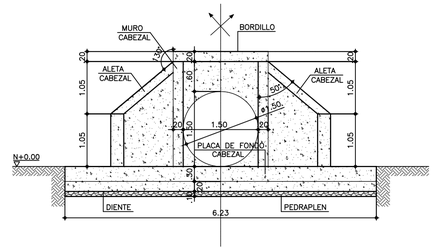
PLANO Nº 1E / 1E DE



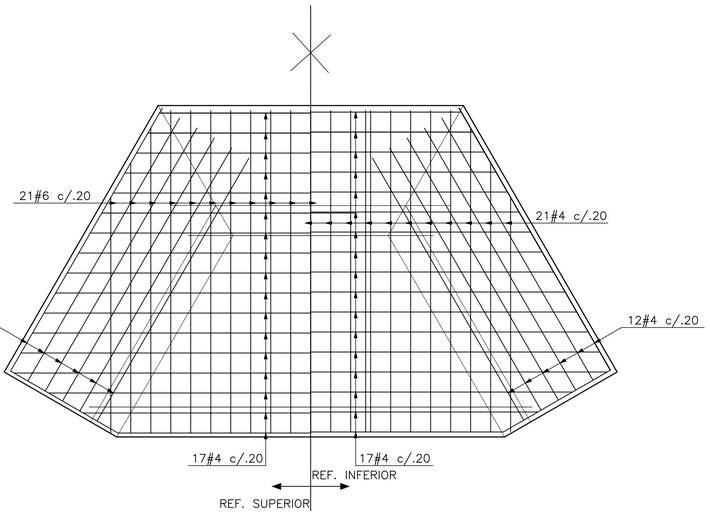
PLANTA BOX CULVERT



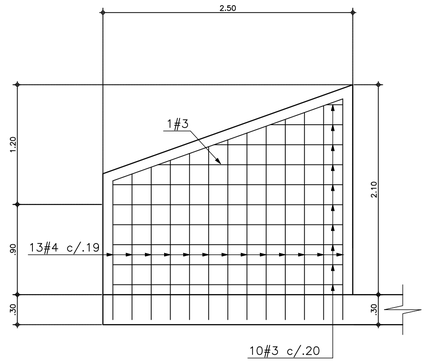
CORTE LONGITUDINAL
Esc. 1 : 5 0



ELEVACION ENTRADA & SALIDA CABEZAL BOX CULVERT
Esc. 1 : 5 0

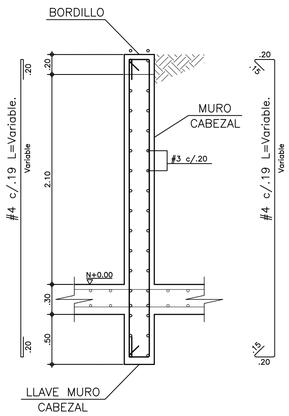


PLANTA REFUERZO PLACA DE FONDO CABEZAL
Esc. 1 : 2 5



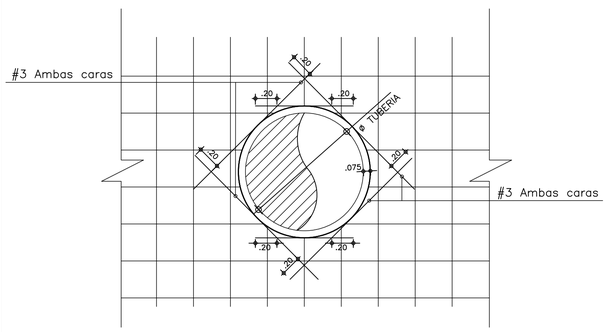
AMBAS CARAS
CONTRA EL RELLENO & CONTRA EL CANAL

ELEVACION REFUERZO ALETAS CABEZAL
Esc. 1 : 2 5

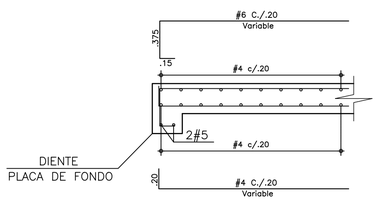


NOTA: SE DEBE CORTAR EL REFUERZO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL AL LLEGAR A LA TUBERIA METALICA.

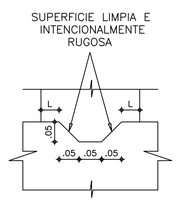
DETALLE REFUERZO MURO CABEZAL & LLAVE
Esc. 1 : 2 5



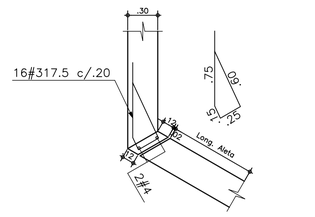
DETALLE PASE TUBERIAS
Esc. 1 : 2 5



DETALLE REFUERZO DE DIENTE
Esc. 1 : 2 5



DETALLE JUNTA DE CONSTRUCCION
Esc. 1 : 1 2. 5



DETALLE JUNTA DE DILATACION
Esc. 1 : 2 5

NOTAS:
1- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE OTRA UNIDAD.
2- BAJO LAS ESTRUCTURAS SE COLOCARA UNA CAPA DE CONCRETO f'c= 140 kg/cm2 de 5cm DE ESPESOR
3- RECUBRIMIENTO MINIMO LIBRE 5cm & 7.5cm A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA MEDIDA
4- PARAMETROS GEOTECNICOS
γ Suelo= 1.80 T/m3
Ko= 0.33
N.F.= NO SE ENCONTRO
Capacidad de Soporte= 5.78 T/m2
5- CARGA VIVA DE DISEÑO CCP-14
6- ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES
CONCRETO: f'c= 280 Kg/cm2 (CLASE C INVIAS)
f'c= 140 Kg/cm2 LIMPIEZA
ACERO DE REFUERZO : fy= 4200Kg/cm2
7- EL REFUERZO DE LONGITUD VARIABLE DEBERA SER FIGURADO EN OBRA.
8- ESPECIFICACIONES TECNICAS: CODIGO COLOMBIANO DE DISEÑO SISMICO DE PUENTES CCP-14
9- EL PRIMER DIGITO DEL CODIGO DE CADA VARILLA CORRESPONDE AL DIAMETRO EN OCTAVOS DE PULGADA, LOS RESTANTES A LA LONGITUD EN DECIMETROS.
10-LAS EXCAVACIONES DEBEN AJUSTARSE A LAS NECESIDADES DE COLOCACION DEL CONCRETO Y SIGUIENDO LAS RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO DE SUELOS.

GOBERNACIÓN DE BOYACÁ

PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS EN MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE, NEIRA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ

CONTIENE:

PLANTA BOX, SECCION LONGITUDINAL, CORTES, DETALLES & NOTAS ESTRUCTURALES - TRAMO EL COCUY

DISEÑO:

Ing. JIMMY VERGARA SILVA
Especialista en Estructuras U.P.T.C
M.P. No 15202-280995 BYC

REVISÓ:

NYS CONSTRUCOL SAS
R/L SONIA MALENA MARIN SOTELO

APROBO:

CONSORCIO INTÉREMERGENCIAS NORTE
R/L Ing. NANCY YASMIN QUIROGA

LOCALIZACIÓN:



CONVENCIONES

NOMENCLATURA DEL REFUERZO
Cantidad de Varillas
No Varilla en octavos de pulgada
2#3 6.0
Longitud en Decimetros

DÍGITO :

CAHC INGENIERIA

ESCALA :

1 : 50

FECHA :

Septiembre de 2023

ARCHIVO DIGITAL :

Estr_Box_El_Coc_JV_1.5.DWG

PLANO Nº 1E DE 1E

NIT: 901.306.834-9

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Tunja, septiembre 21 de 2023

Señores:
GOBERNACIÓN DE BOYACÁ
Departamento de Boyacá

Yo, **JIMMY VERGARA SILVA**, Ingeniero Civil, Especialista en Estructuras, con Matrícula Profesional N.º **15202-130100 BYC**, debidamente registrado del consejo profesional nacional de Ingeniería, presento el Diseño Estructural elaborado a continuación cumpliendo con los requerimientos de la **NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE DE 2010**, para el contrato cuyo objeto es: **"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS EN MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE, NEIRA DEPARTAMENTO DE BOYACA "**, Declaro que asumo la responsabilidad por los perjuicios que causa de ellos puedan deducirse, exonerando a la Gobernación de Boyacá de cualquier responsabilidad.

Acepto y reconozco que la revisión efectuada por la Gobernación de Boyacá no constituye una aprobación al Diseño Estructural, sino una verificación del cumplimiento de las **NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE DE 2010,** vigentes

Atentamente,

JIMMY VERGARA SILVA
ING ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS
M.P. 15202130100 BYC

República de Colombia
Ministerio de Educación Nacional

La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Creada mediante Decreto 2655 de 1953 y Ley 73 de 1962

Teniendo en cuenta que:

Jimmy Vergara Silva

C. C. Nº 74.321.878 de Socha (Boyacá)

Cumplió satisfactoriamente con los requisitos académicos exigidos, le confiere el título de

Especialista en Estructuras

En testimonio de ello, otorga el presente DIPLOMA

en Tunja, a los 9 días del mes de diciembre de 2010

Admisiones y Control
de Registro Académico
Diploma No. 66234
Libro de Registro No. 44
Folio No. 915
Fecha 09-12-2010

Rector

Secretario General

Decano

Coordinador

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

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2022-1667192

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 cinco (05) días del mes de Noviembre 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.

DISEÑO HIDRÁULICO

CT023_03

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA EL PROYECTO

"CONSTRUCCION DE OBRAS DE MITIGACION SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS EN MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE, NEIRA DEPARTAMENTO DE BOYACA"

MUNICIPIO EL COCUY

ELABORADO POR
ING. JEISSON ARNULFO SIERRA LEÓN
M.P. 15237-437151 BYC
M.P. 15238-437150 BYC
INGENIERO SANITARIO
INGENIERO AMBIENTAL

APROBADO POR
IVAN FERLEY CAÑON PÁEZ
ING ESPECIALISTA EN GESTIÓN AMBIENTAL
M.P. 15236-098708

SEPTIEMBRE, 2023

CONTROL DE CAMBIOS

VERSIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO
1	10/09/2023	Creación 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 EN MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE, NEIRA DEPARTAMENTO DE BOYACA" *MUNICIPIO DE EL COCUY*	
Número de revisión:	1	
Elaboró:	**Nombre:**	JEISSON ARNULFO SIERRA LEÓN
	Cédula:	1057597804
	Matrícula profesional:	15238-437150 BYC 15237-437151 BYC
	Fecha:	10/09/ 2023
	Serie:	CT023_03

INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 5
2. JUSTIFICACIÓN 5
3. NORMATIVIDAD 6
4. OBJETIVOS 6
   4.1. Objetivos generales 6
   4.2. Objetivos específicos 6
5. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 6
6. ESTUDIO HIDROLÓGICO 8
   6.1. Recopilación y análisis de información 8
   6.2. Clima 9
   6.3. Temperatura y humedad 9
   6.4. Altitud 10
   6.5. Relieve 10
   6.6. Precipitación 11
   6.7. Curva IDF 12
   6.8. Evaluación hidrológica 15
      6.8.1. Características morfométricas cuenca quebrada El Chusque 15
      6.8.2. Análisis de precipitación máxima 23
7. ESTUDIO HIDRÁULICO 25
   7.1. Determinación de precipitación efectiva 25
      7.1.1. Coeficiente de escorrentía 26
      7.1.2. Intensidad de precipitación 27
      7.1.3. Caudal de diseño 28
   7.2. Modelación de estructura 29
      7.2.1. Sección circular 30
      7.2.2. Sección cuadrada 32
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 33
9. ANEXOS 34
10. REFERENCIAS 34

INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Zona de intervención, municipio de El Cocuy 7
Figura 2. Ubicación estación COCUY EL Código 24031010..... 9
Figura 3. Gráfico de elevaciones municipio de El Cocuy Boyacá..... 11
Figura 4. Diagrama de precipitaciones mínima, media, y máxima anual histórica 11
Figura 5. Precipitación Media Anual El Cocuy Boyacá..... 12
Figura 6. Regiones en Colombia para definición de parámetros..... 13
Figura 7. Curva IDF estación COCUY EL código 24031010..... 15
Figura 8. Tipo de relieve predominante en zona de intervención 27
Figura 9. Perfil hidráulico sección circular 30
Figura 10. Relación de la altura de ingreso y salida de la estructura en base al caudal..... 31
Figura 11. Perfil hidráulico sección cuadrada..... 32
Figura 12. Relación de la altura de ingreso y salida de la estructura en base al caudal..... 32

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Relieve por extensión territorial, municipio de El Cocuy Boyacá..... 10
Tabla 2. Valores de los coeficientes calculo IDF para Colombia..... 13
Tabla 3. Precipitación máxima anual histórica en 24 horas estación COCUY EL código 24031010..... 14
Tabla 4. Datos curva IDF estación COCUY EL código 24031010..... 14
Tabla 5. Características de la cuenca de acuerdo con el valor de k_C..... 18
Tabla 6. Clasificación de cauces – patrón de alineamiento..... 19
Tabla 7. Cálculo de tiempo de concentración por diferentes métodos 22
Tabla 8. Análisis de precipitación máxima en diferentes periodos de retorno estación COCUY distribución Gumbell max..... 24
Tabla 9. Valores del coeficiente de escorrentía..... 26
Tabla 10. Periodos de retorno de diseño en obras de drenaje vial 28
Tabla 11. Condiciones de flujo sección circular D=1.50m en tubería PVC RIB STEEL..... 31
Tabla 12. Condiciones de flujo sección cuadrada 1.50m x 1.50m con único conducto..... 33

1. INTRODUCCIÓN

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] ocasionaron diversos daños en la malla vial del departamento de Boyacá, las altas precipitaciones generaron crecientes en niveles de ríos y desprendimiento de taludes por humidificación de laderas, que afectaron la estabilidad de obras viales, puentes, alcantarillas y demás obras que facilitan el acceso a diferentes poblaciones del departamento, es por esto que la gobernación generó el contrato de obra cuyo objeto describe el título del presente documento, en el cual, se realiza la determinación de las condiciones hidrológicas e hidráulicas para la obra que se desarrollará en el municipio de El Cocuy.

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 este documento, se realizará la determinación de las variables hidrológicas e hidráulicas que repercuten en las condiciones de flujo de la quebrada El chusque, donde se requiere la construcción de una estructura tipo alcantarilla – box culvert sobre la vía que comunica el casco urbano del municipio de El Cocuy, con el municipio de Chita del departamento de Boyacá.

2. JUSTIFICACIÓN

La proyección hidráulica de una estructura de drenaje es esencial para asegurar la integridad y la funcionalidad de la infraestructura vial, así como para garantizar la seguridad de los usuarios de la carretera y la conservación del medio ambiente. Las inundaciones y el estancamiento del agua en una vía pueden provocar daños significativos en la superficie de la carretera, lo que conduce a la degradación prematura y a un aumento en los costos de mantenimiento. La construcción de una alcantarilla adecuada permitirá un drenaje eficiente de las aguas pluviales y minimizará el riesgo de daños en la carretera, así mismo, el diseño y la construcción adecuado de la alcantarilla aseguran que las aguas de la quebrada El Chusque sean manejadas de manera responsable y se evite la erosión del suelo circundante. Esto contribuye a la preservación de los recursos naturales y a la prevención de la contaminación del agua, lo que es fundamental para el cumplimiento de las regulaciones ambientales.

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

3. NORMATIVIDAD

El documento se basa en la resolución 024 de 2011 por la cual se adopta el Manual de Drenaje para Carreteras como norma técnica para los proyectos de la Red Vial Nacional, elaborado por el Instituto Nacional de Vías – INVIAS (Ministerio de Transporte, 2009).

4. OBJETIVOS

El presente documento engloba el estudio hidrológico e hidráulico para el proyecto cuyo objeto es la construcción de obras de mitigación sobre la red vial departamental afectada por temporada de lluvias en municipios de la provincia de Centro, Norte, Gutiérrez, Lengupá, Ricaurte, Neira departamento de Boyacá, los objetivos serán:

4.1. Objetivos generales

- Realizar el estudio hidrológico asociado a la zona de estudio.
- Realizar el estudio hidráulico a la estructura que se requerirá para el manejo de aguas superficiales en el municipio de El Cocuy.

4.2. Objetivos específicos

- Recopilar y organizar información meteorológica para determinación de condiciones climáticas de la zona de intervención.
- Desarrollar curva IDF para determinación de intensidad pluviométrica de la zona de estudio.
- Realizar la determinación de cuencas aportantes a estructuras de drenaje superficial y taludes asociados a drenajes longitudinales subsuperficiales.
- Realizar la determinación de caudales en base a las condiciones propias del terreno, topografía, tipo de suelos, áreas aportantes y condiciones climáticas propias.
- Realizar el análisis y diseño de la estructura para el manejo de aguas superficiales.

5. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

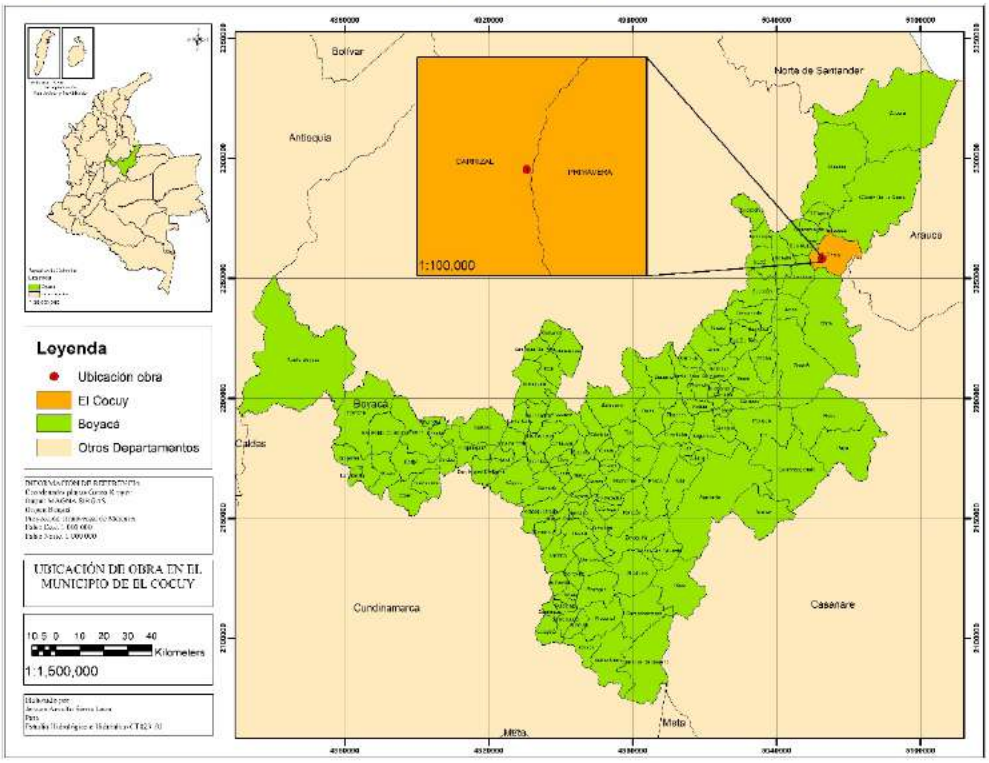
El Municipio de El Cocuy se encuentra emplazado en la Cordillera Oriental Colombiana, las coordenadas de ubicación del casco urbano del municipio de El Cocuy en el marco geocéntrico nacional de referencia MAGNA-SIRGAS corresponde a Norte (m) 2266188,378 Este (m) 5061362,334 las alturas oscilan entre los 2200 y los 4200 m.s.n.m. Se ubica al noreste del Departamento de Boyacá y es capital de la Provincia de Gutiérrez.

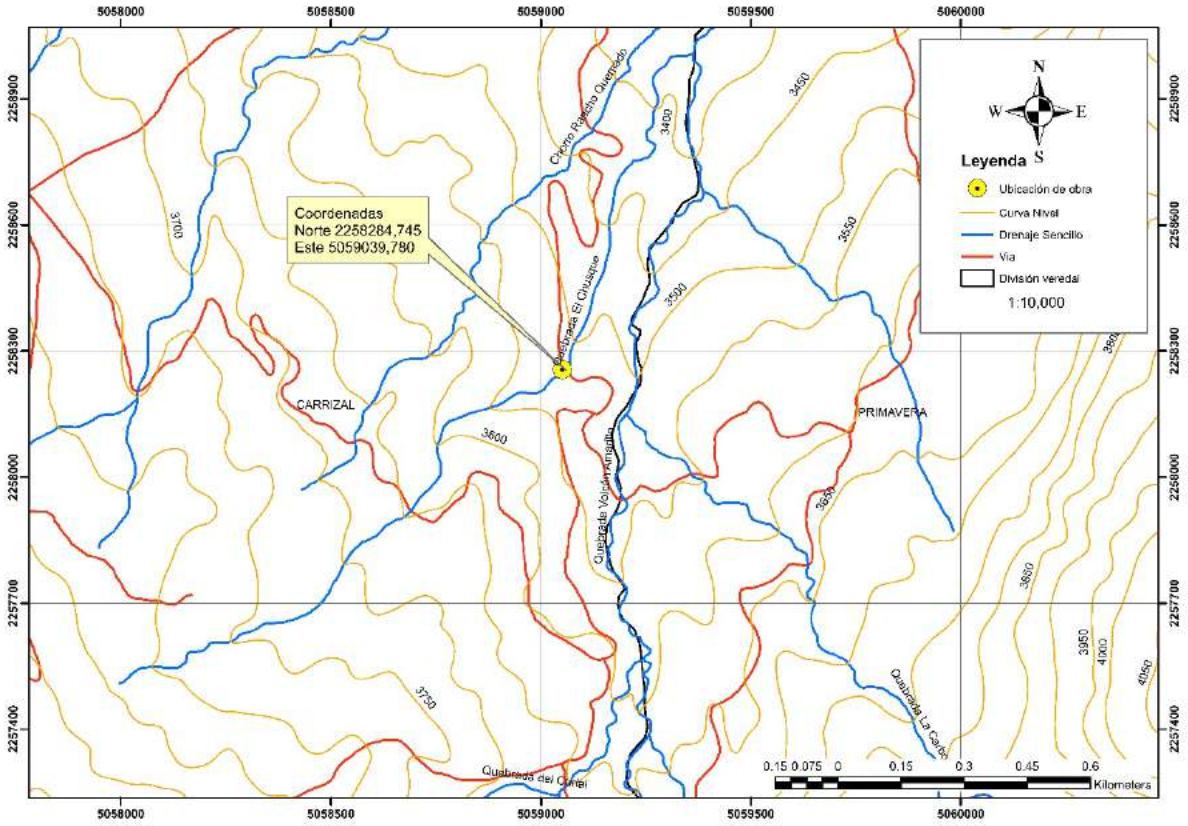
Sus límites político administrativos son los siguientes: al Norte con los municipios de Panqueba y Güicán, al Este con el departamento de Arauca, Municipio de Tame; al Sur con los municipios de La Salina (Casanare) y Chita y al Oeste: Municipios de La Uvita y San Mateo.

La división político administrativa por veredas según el IGAC, se divide en el perímetro urbano y 9 veredas: Carrizal, con los sectores Carrizal y Escobal, Carrizalito, con el sector Hoya de La Salvia, Zanjón, Upal, Primavera, Palchacualcon los sectores los Cucharos y Palchacual Centro, Cañaveral, Mortiño y Llano Grande.

El desarrollo del proyecto de "CONSTRUCCION DE OBRAS DE MITIGACION SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS EN MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE, NEIRA DEPARTAMENTO DE BOYACA" en el municipio de el Cocuy, se desarrolla sobre la vía que comunica el casco urbano del municipio de El Cocuy, con el municipio de Chita del departamento de Boyacá, en la quebrada El Chusque.

Figura 1. Zona de intervención, municipio de El Cocuy





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

Las coordenadas geográficas con referencia MAGNA-SIRGAS del punto de intervención directa corresponden a Norte 2258284,745 Este 5059039,780.

6. ESTUDIO HIDROLÓGICO

6.1. Recopilación y análisis de información

La información recopilada para el desarrollo del presente estudio es tomada del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Planes de Ordenamiento Territorial (POT), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y otros entes no gubernamentales de análisis climatológico satelital.

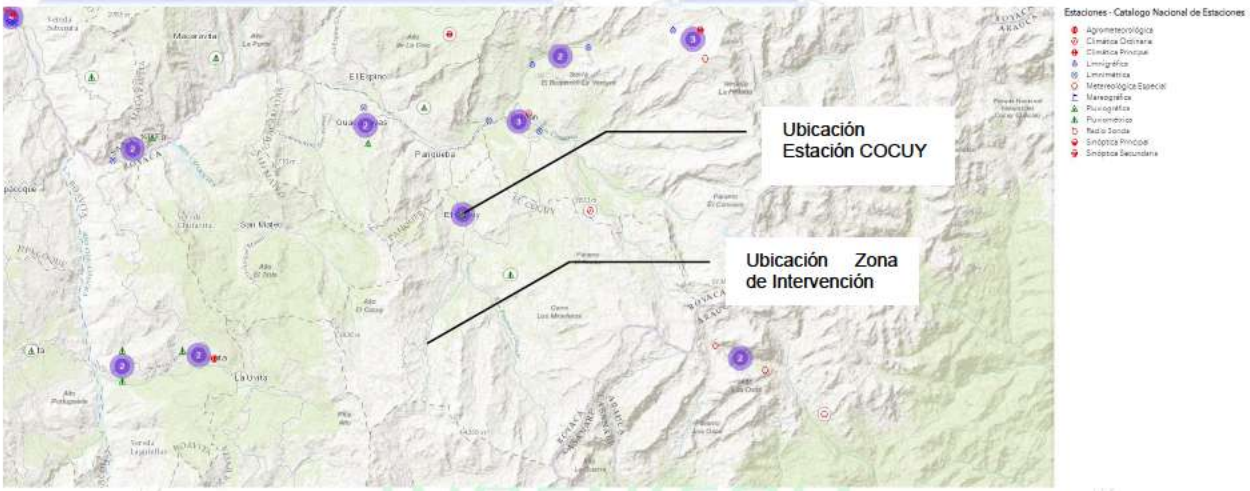
Se realiza inicialmente una consulta de estaciones existentes en el municipio de El Cocuy con la suficiente información para sustentar la conformación de curvas de Intensidad Duración Frecuencia (IDF) fundamental para el desarrollo de los cálculos en redes para manejo de aguas lluvias, encontrando el siguiente resultado:

Estación COCUY EL (24031010)

- Categoría Pluviométrica tecnología convencional
- Ubicación: Norte 2266325,791 Este 5060797,743 Altitud 2749m
- Municipio El Cocuy Boyacá
- Estado: Activa
- Fecha de instalación: enero 15, 1934
- **ACTIVA CON DATOS PLUVIOMÉTRICOS**

Teniendo en cuenta que el municipio cuenta con una estación con datos apropiados para la conformación de la curva IDF se opta por la solicitud y procesamiento de datos de esta estación.

Figura 2. Ubicación estación COCUY EL Código 24031010



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

Los datos brutos de la estación COCUY EL se adjuntan en el anexo H-1.

6.2. Clima

En el municipio de El Cocuy el clima varía desde templado en límites con el municipio de Panqueba, a páramo; es importante resaltar que este municipio tiene zonas con bioclimanival de páramo, subpáramo y medio.

6.3. Temperatura y humedad

La temperatura promedio del municipio de El Cocuy es de 14 °C, oscilando entre los -4° y los 20 °C.Ya que el municipio de El Cocuy no cuenta con estación meteorológica, la humedad relativa anual del municipio se estima según los datos de la provincia los cuales varía entre el 72% y 82%.

6.4. Altitud

El municipio del Cocuy se encuentra a alturas que oscilan entre los 2400 y los 4200 m.s.n.m. La cabecera municipal se halla a 2.750 m.s.n.m.

6.5. Relieve

Está dado por la representación de curvas de nivel cada 200 metros de altitud, partiendo desde la cota 2400 en límites con Panqueba, hasta la cota 4600 en la confluencia del límite entre Güicán y Tame, subiendo a Patiobolas. La distribución de la superficie del municipio de acuerdo con la altura sobre el nivel del mar se presenta en la siguiente tabla.

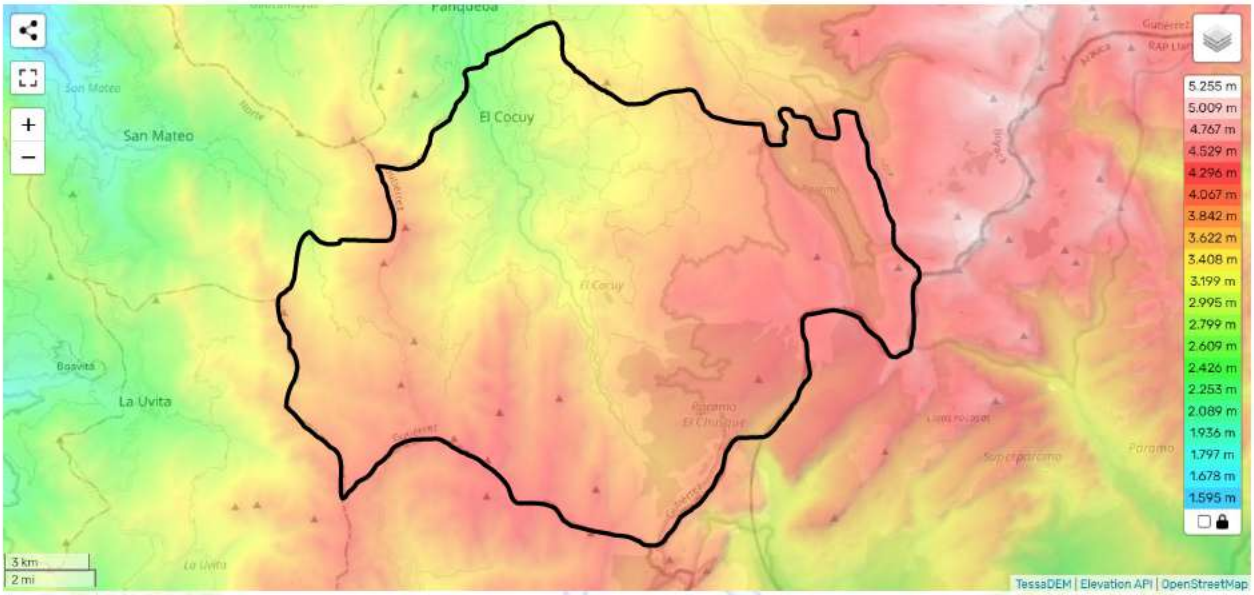
Tabla 1. Relieve por extensión territorial, municipio de El Cocuy Boyacá

Rango de cotas	Área en Km²	Valor relativo
2200 – 2400	0.02	0.01
2400 – 2600	1.60	0.65
2600 – 2800	5.46	2.20
2800 – 3000	8.43	3.40
3000 – 3200	15.19	6.12
3200 – 3400	22.77	9.17
3400 – 3600	27.99	11.27
3600 – 3800	43.79	17.63
3800 – 4000	48.97	19.72
4000 – 4200	52.68	21.21
4200 – 4400	19.75	7.95
4400 – 4600	1.68	0.68
4600 – 4800	0.01	0.00
Total	**253.06**	100.00

Fuente: Esquema de Ordenamiento Territorial.

INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

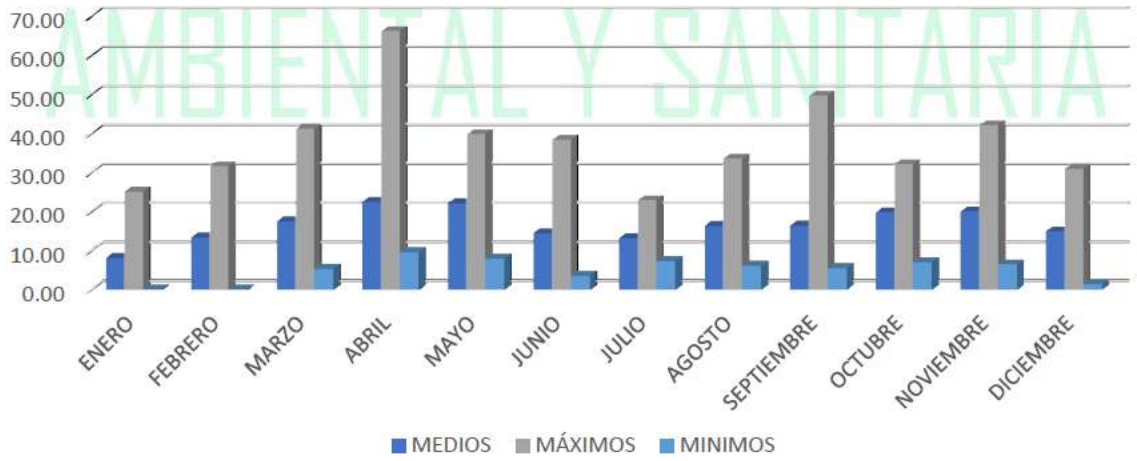
Figura 3. Gráfico de elevaciones municipio de El Cocuy Boyacá



6.6. Precipitación

El análisis de precipitación se realiza con fundamento en los registros de la estación COCUY, con el propósito de involucrar los posibles factores orográficos en el comportamiento de las precipitaciones. A partir de los registros de precipitación media mensual multianual para la estación COCUY EL, se presenta en la siguiente figura la distribución temporal de las precipitaciones mínimas, medias y máximas al día históricas a través del ciclo anual.

Figura 4. Diagrama de precipitaciones mínima, media, y máxima anual histórica

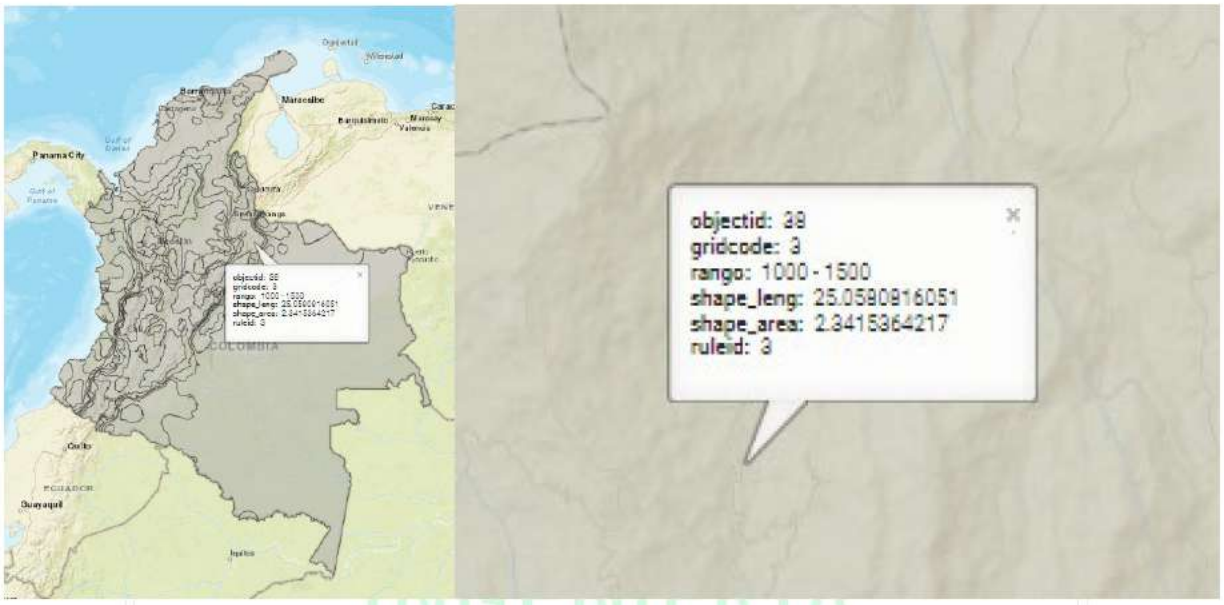


Fuente: Autor con base en datos del IDEAM, 2023.

El municipio del Cocuy está dentro de un régimen de precipitación bimodal, los meses más lluviosos son abril y mayo en el primer semestre y octubre y noviembre en el segundo. Los meses más secos del primer semestre corresponden a enero y junio, mientras que en el segundo semestre son los meses de julio y diciembre demarcando temporadas de lluvias bajas a fin e inicio de año y al intermedio del mismo, denotando como ya se mencionó un régimen bimodal.

La Precipitación Media Anual (PMA) según la base de datos del IDEAM, con datos desde 1981 – 2010, es de un rango entre 1000 – 1500 mm.

Figura 5. Precipitación Media Anual El Cocuy Boyacá



Fuente: Datosabiertos.gov.co, 2023.

6.7. Curva IDF

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 (día pluviométrico) 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 2. 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
Orinoquia (R4)	5.53	0.17	0.63	0.42

Fuente: Manual para Drenaje de Carreteras INVIAS, 2009.

Figura 6. Regiones en Colombia para definición de parámetros



Fuente: Manual para Drenaje de Carreteras INVIAS, 2009.

Tabla 3. Precipitación máxima anual histórica en 24 horas estación COCUY EL código 24031010

Año	Precipitación (mm)	Año	Precipitación (mm)	Año	Precipitación (mm)
2000	23.9	2008	41.9	2016	27.5
2001	22.8	2009	24.3	2017	20
2002	21	2010	66	2018	41
2003	32	2011	30.9	2019	38
2004	27.1	2012	34.4	2020	38.2
2005	29.1	2013	37.2	2021	28.6
2006	33.4	2014	31.5	2022	49.5
2007	28.5	2015	22		

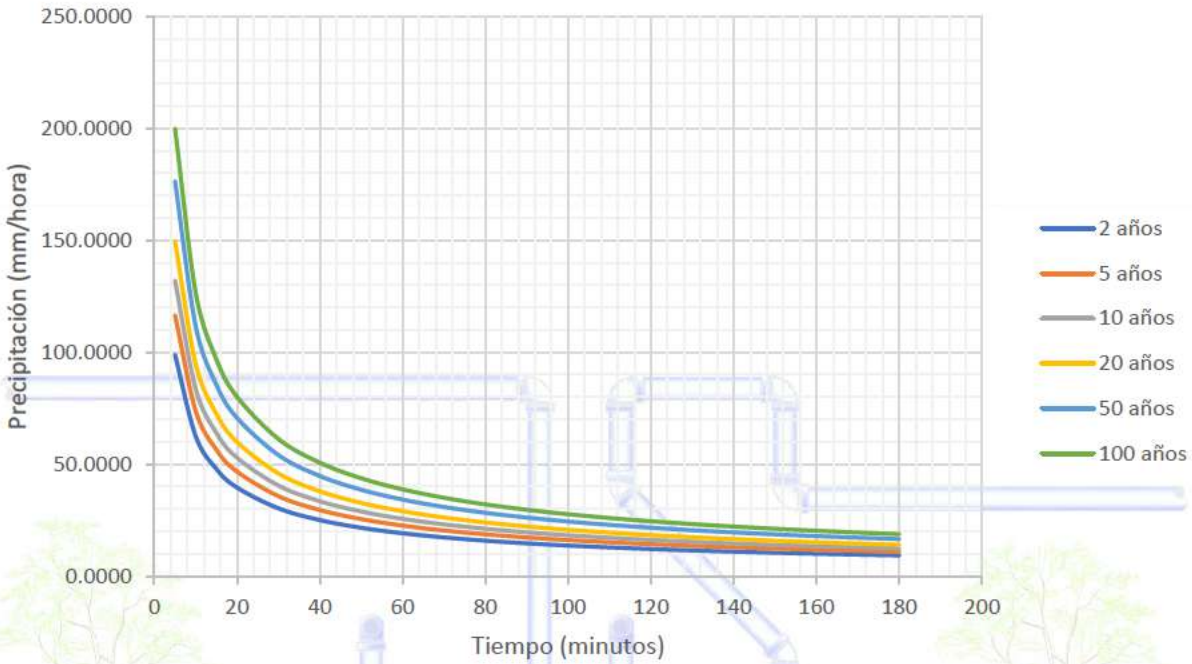
Fuente: Autor con base en datos del IDEAM, 2023.

Tabla 4. Datos curva IDF estación COCUY EL código 24031010

Tiempo	Periodo de retorno (años)					
	2	5	10	20	50	100
5	98.8695	116.5981	132.0922	149.6451	176.4784	199.9296
10	62.5724	73.7924	83.5983	94.7071	111.6894	126.5311
15	47.8809	56.4666	63.9701	72.4707	85.4656	96.8227
20	39.6007	46.7016	52.9075	59.9381	70.6858	80.0788
30	30.3028	35.7365	40.4853	45.8651	54.0894	61.2770
40	25.0624	29.5564	33.4840	37.9335	44.7355	50.6801
50	21.6303	25.5089	28.8986	32.7388	38.6093	43.7398
60	19.1780	22.6168	25.6223	29.0270	34.2320	38.7809
70	17.3228	20.4290	23.1437	26.2191	30.9205	35.0294
80	15.8615	18.7056	21.1913	24.0073	28.3121	32.0743
90	14.6752	17.3066	19.6064	22.2117	26.1946	29.6754
100	13.6893	16.1440	18.2893	20.7197	24.4350	27.6820
110	12.8547	15.1598	17.1743	19.4564	22.9452	25.9943
120	12.1373	14.3137	16.2158	18.3706	21.6647	24.5436
130	11.5128	13.5772	15.3814	17.4253	20.5499	23.2806
140	10.9632	12.9291	14.6471	16.5935	19.5689	22.1693
150	10.4752	12.3535	13.9951	15.8549	18.6978	21.1825
160	10.0384	11.8384	13.4115	15.1937	17.9181	20.2992
170	9.6446	11.3741	12.8855	14.5978	17.2153	19.5030
180	9.2876	10.9530	12.4084	14.0573	16.5780	18.7809

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

Figura 7. Curva IDF estación COCUY EL código 24031010



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

El desarrollo de cálculos para determinación de la curva IDF se adjunta en el anexo H-2.

6.8. Evaluación hidrológica

La evaluación hidrológica de una cuenca drenante tiene como objetivo principal determinar los caudales o descargas de agua que pueden generarse en dicha cuenca debido a eventos de precipitación. Esto se realiza con el fin de comprender y predecir el comportamiento hidrológico de la cuenca y sus efectos en el diseño de infraestructuras, como puentes, box culvert y alcantarillas.

En el contexto de las alcantarillas o box culvert, uno de los aspectos más importantes es considerar el caudal máximo que puede ocurrir en un período de tiempo determinado. Por lo general, se utiliza el concepto de "periodo de retorno" para referirse al tiempo promedio esperado entre eventos de magnitud igual o superior.

6.8.1. Características morfométricas cuenca quebrada El Chusque

Para desarrollar la evaluación morfométrica de la cuenca de la quebrada El Chusque hasta el sitio de influencia de la obra, se realizó la localización geográfica usando la cartografía disponible por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), la

delimitación de la cuenca se realizó en base al área aportante identificada mediante el estudio de las curvas de nivel generadas para el estudio de la zona, desarrollando un plano en escala 1:5.000, con una vista general del terreno en escala 1:10.000 adjunto en el anexo H-3.

Área

El área de una cuenca hidrográfica es la superficie terrestre que contribuye al drenaje de agua hacia un punto de salida común, como un río, arroyo o lago. Esta área se delimita mediante los límites topográficos y geográficos de la cuenca.

La determinación del área de una cuenca puede variar en complejidad dependiendo de la escala y la disponibilidad de datos. A continuación, se enuncian dos métodos comunes para calcular el área de una cuenca hidrográfica:

1. Método topográfico: Este método utiliza información topográfica, como mapas en relieve o modelos digitales de elevación (MDE), para delimitar los límites de la cuenca. Se traza una línea alrededor de los puntos más altos (llamada divisoria de aguas) que separa las aguas que fluyen hacia la cuenca de interés de las que fluyen hacia cuencas vecinas. Luego, se calcula el área encerrada dentro de esta línea utilizando técnicas de análisis espacial.
2. Método digital: En este método, se utilizan datos geoespaciales y herramientas de análisis geográfico en un sistema de información geográfica (SIG). Se pueden emplear modelos de flujo de agua y algoritmos de enrutamiento para determinar los límites de la cuenca y calcular su área. Esto se basa en la identificación de las celdas o píxeles dentro del MDE que contribuyen al flujo de agua hacia el punto de salida común.

De acuerdo con lo anterior y teniendo en cuenta que los modelos topográficos fueron determinados mediante el uso de Sistemas de Información Geográficos digitales, se determinó el área en base a una conjunción de los dos métodos cuyo resultado se adjunta en el anexo H-3, determinando un área de:

$$ÁREA = 0{,}417083\ Km^2$$

Longitud del cauce principal

La longitud del cauce principal de una cuenca hidrográfica se refiere a la distancia total que recorre el río principal dentro de dicha cuenca. Esta medida es importante para comprender la longitud del flujo de agua y puede tener implicaciones en el comportamiento hidrológico de la cuenca.

Es importante destacar que, en algunas cuencas, el cauce principal puede tener múltiples ramificaciones o cambios de dirección, lo que puede dificultar la medición

precisa de la longitud. Además, la longitud del cauce principal puede cambiar con el tiempo debido a la erosión, sedimentación o modificaciones antropogénicas.

Para el caso en estudio se realizó la determinación del cauce principal de acuerdo al método manual con la topografía y caracterización de cuenca realizada, resultando en una longitud del cauce de **1.431Km[2].**

Longitud axial

La longitud axial de una cuenca corresponde a la longitud en línea recta que conecta los puntos extremos de la cuenca en forma aproximadamente paralela al curso principal (Morisawa, 1985).

La longitud axial de la cuenca estudiada corresponde a **1.297Km[3].**

Factor de forma

El factor de forma de una cuenca hidrográfica es una medida que describe la relación entre el perímetro de la cuenca y el área encerrada por dicho perímetro. El factor de forma es una medida de la forma general de la cuenca y puede proporcionar información sobre su respuesta hidrológica y su comportamiento.

Una cuenca con un factor de forma bajo, esta menos sujeta a crecientes que una de la misma área y mayor factor de forma.

Principalmente, los factores geológicos son los encargados de moldear la fisiografía de una región y la forma que tienen las cuencas hidrográficas. Un valor de Kf superior a la unidad proporciona el grado de achatamiento de ella o de un río principal corto y por consecuencia con tendencia a concentrar el escurrimiento de una lluvia intensa formando fácilmente grandes crecidas.

Este factor es uno de los más utilizados para medir la forma de la cuenca, fue desarrollado por Horton y es expresado mediante la siguiente ecuación (Consorcio Río Garagoa, 2017):

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

Donde:

- A= Área de la cuenca (Km2)
- L= Longitud axial de la corriente (Km)

[2] Vaguada o thalweg
[3] Longitud valle

$$K_f = \frac{0{,}417083}{1.297^2} = 0{,}247$$

Los valores interpretativos del factor de forma de Horton se muestran en la siguiente tabla:

Valores Aproximados	Forma de la Cuenca
< 0.22	Muy alargada
0,22 – 0,30	Alargada
0,30 – 0,37	Ligeramente alargada
0,37 – 0,45	Ni alargada ni ensanchada
0,45 – 0,60	Ligeramente ensanchada
0,60 – 0,80	Ensanchada
0,80 – 1,20	Muy ensanchada
> 1,20	Rodeando el desague

Fuente: Robert Ermer Horton.

Teniendo en cuenta la caracterización de Horton, la cuenca posee un factor de forma alargada.

Coeficiente de compacidad (Kc)

Propuesto por Gravelius, compara la forma de la cuenca con la de una circunferencia, cuyo círculo inscrito tiene la misma área de la cuenca en estudio. Se define como la razón entre el perímetro de la cuenca que es la misma longitud del parteaguas o divisoria que la encierra y el perímetro de la circunferencia. Este coeficiente adimensional, independiente del área estudiada tiene por definición un valor de uno para cuencas imaginarias de forma exactamente circular. Nunca los valores del coeficiente de compacidad serán inferiores a uno. El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento, siendo más acentuado cuanto más cercano a uno sea, es decir mayor concentración de agua (Gaspari, 2002).

$$k_c = \frac{P}{Pc} = \frac{P}{2\pi R}$$

Donde, P es el perímetro de la cuenca (longitud de la línea parteaguas), Pc es el perímetro de la circunferencia y R es el radio de la circunferencia. Se han establecido tres categorías para la clasificación de acuerdo con este parámetro:

Tabla 5. Características de la cuenca de acuerdo con el valor de k_C

VALORES DE k_C	FORMA
1,00 – 1,25	Redonda a oval redonda
1,25 – 1,50	De oval redonda a oval oblonga
1,50 – 1,75	De oval oblonga a rectangular oblonga

Fuente: (Gaspari, 2002).

De esta manera se calcula el coeficiente de compacidad de la cuenca de estudio:

Perímetro: 3,27Km

$$k_c = \frac{3{,}27\ Km}{2 * \sqrt{\pi * 0{,}417\ Km^2}} = \frac{3{,}27}{2{,}28} = 1.43$$

El coeficiente de compacidad indica una forma de oval redonda a oval oblonga, indicando una regular tendencia a la acumulación de volúmenes de agua.

Sinuosidad y patrón de alineamiento

La sinuosidad de un río o corriente superficial hídrica es el índice que representa cuanto el trazado del río se aparta de una línea recta. Se mide por la relación entre la distancia que separa dos puntos a lo largo de la parte más profunda del cauce, o thalweg y la distancia en línea recta entre ellos (longitud valle). Un cauce en línea recta tiene una sinuosidad de 1.0, o cercana a este, mientras que los ríos o cauces se describen como meándricos cuando la sinuosidad es mayor a 1.5.

La sinuosidad "P" puede definirse mediante el uso de la siguiente expresión:

$$P = \frac{Longitud\ thalweg}{Longitud\ valle}$$

$$P = \frac{1{,}431}{1{,}297} = 1{,}103$$

La sinuosidad de la fuente estudiada es de 1,103, describiéndose como canal rectilíneo.

Con respecto a la sinuosidad se tiene la clasificación planteada por (Schumm, 1952) mediante la cual, es clasificado el alineamiento de acuerdo con esta, presentando la siguiente clasificación.

Tabla 6. Clasificación de cauces – patrón de alineamiento

Tipo de Canal	Sinuosidad	Caracterización
Canal rectilíneo	1-1.2	Se caracterizan por desarrollarse en áreas de fuertes pendientes. Muy baja sinuosidad.
Canal transicional	1.2-1.5	Baja sinuosidad.
Canal regular	1.5-1.7	Cambios direccionales importantes. Sinuosidad media.
Canal irregular	1.7-2.1	Cambios direccionales importantes con bahías.
Canal tortuoso	>2.1	Tendiente atrenzamiento del canal.

Fuente: (Schumm, 1952).

De acuerdo con la clasificación establecida por (Schumm, 1952), el tipo de canal se clasifica como rectilineo, caracterizado por desarrollarse en áreas de fuertes pendientes teniendo una muy baja sinuosidad.

Tiempo de concentración

Es considerado como el tiempo de viaje de una gota de agua de lluvia que escurre superficialmente desde el lugar más lejano de la cuenca hasta el punto de salida. Para su cálculo se pueden emplear diferentes fórmulas que se relacionan con otros parámetros propios de la cuenca. Para la estimación del tiempo de concentración se recomienda emplear varias ecuaciones empíricas disponibles en la literatura científica, se considera apropiado incluir al menos cinco estimaciones diferentes (Chow, Maidment, & Mays, 1994).

En la literatura se encuentran numerosas expresiones para determinar el tiempo de concentración Tc de las cuencas hidrográficas, desarrolladas por diferentes autores para diferentes regiones del mundo. A continuación, se presenta un resumen de las ecuaciones utilizadas:

Scs-Ranser

$$T_C = 0{,}97K^{0{,}385}$$

Siendo

$$K = \frac{{L_C}^3}{H}$$

Donde:

- Tc: Tiempo de concentración (horas)
- H: es la diferencia entre la cota mayor y la cota menor de la cuenca (pies)
- Lc: es la longitud del cauce principal (km)

California Culvert Practice (1942)

$$T_C = \left(0{,}87\frac{{L_C}^3}{H}\right)^{0{,}385}$$

Donde:

- Tc: Tiempo de concentración (horas)
- H: es la diferencia entre la cota mayor y la cota menor de la cuenca (metros)
- Lc: es la longitud del cauce principal (km)

Kirpich (1942)

$$T_C = 0{,}066\left(\frac{L}{\sqrt{S_O}}\right)^{0{,}77}$$

Donde:

- Tc: Tiempo de concentración (horas)
- L: es la longitud del cauce principal hasta la divisoria (kilómetros)
- So: es la pendiente promedio del cauce principal (m/m)

Témez (1978)

$$T_C = 0{,}3\left(\frac{L_C}{{S_O}^{0{,}25}}\right)^{0{,}76}$$

Donde:

- Tc: Tiempo de concentración (horas)
- L: es la longitud del cauce principal (km)
- So: es la pendiente promedio del cauce principal (en porcentaje)

Giandotti

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1{,}5L_C}{25{,}3\sqrt{L_C S_O}}$$

Donde:

- Tc: Tiempo de concentración (horas)
- Lc: es la longitud del cauce principal (km)
- So: es la pendiente promedio del cauce principal (m/m)
- A: es el área de la cuenca (km^2)

V.T Chow

$$T_c = 0{,}8773\left(\frac{{L_C}^{1{,}5}}{\sqrt{CM_C - Cm_C}}\right)^{0{,}64}$$

Donde:

- Tc: Tiempo de concentración (horas)
- Lc: es la longitud del cauce principal (km)
- CMc: es la cota mayor del cauce principal (m.s.n.m)
- Cmc: es la cota menor del cauce principal (m.s.n.m)

Clark

$$T_C = 0{,}335\left(\frac{A}{{S_O}^{0{,}5}}\right)^{0{,}593}$$

Donde:

- Tc: Tiempo de concentración (horas)
- So: es la pendiente promedio del cauce principal (en porcentaje)
- A: es el área de la cuenca (km^2)

Ventura-Heron (1949)

$$T_C = 0{,}3\left(\frac{L_C}{S_O{}^{0{,}25}}\right)^{0{,}75}$$

Donde:

- Tc: Tiempo de concentración (horas)
- Lc: es la longitud del cauce principal (kilómetros)
- So: es la pendiente promedio del cauce principal (en porcentaje)

Passini

$$T_C = 0{,}108\frac{(AL_c)^{\frac{1}{3}}}{\sqrt{S_0}}$$

Donde:

- Tc: Tiempo de concentración (horas)
- Lc: es la longitud del cauce principal (km)
- So: es la pendiente promedio del cauce principal (m/m)
- A: es el área de la cuenca (km^2)

Tabla 7. Cálculo de tiempo de concentración por diferentes métodos

Método	Tiempo de concentración
	Tc (Horas)
Scs-Ranser	0,098
California Culvert Practice (1942)	0,151
Kirpich (1942)	0,151
Témez (1978)	0,215
Giandotti	0,347
V.T Chow	0,191
Clark	0,093
Ventura-Heron (1949)	0,216
Passini	0,205

Fuente: Autor, 2023.

De acuerdo con los valores determinados se opta por un valor relativamente bajo de tiempo de concentración ya que tanto el factor de forma como el índice de compacidad indicaron una concentración intermedia-alta en el punto final de estudio, por lo que se usa el método de Kirpich, arrojando un valor de 0,151 Horas, para efectos constructivos y teniendo en cuenta que el objeto del proyecto menciona el atenuante de proyección es estructuras de mitigación se establece un tiempo de concentración promedio de 15 minutos.

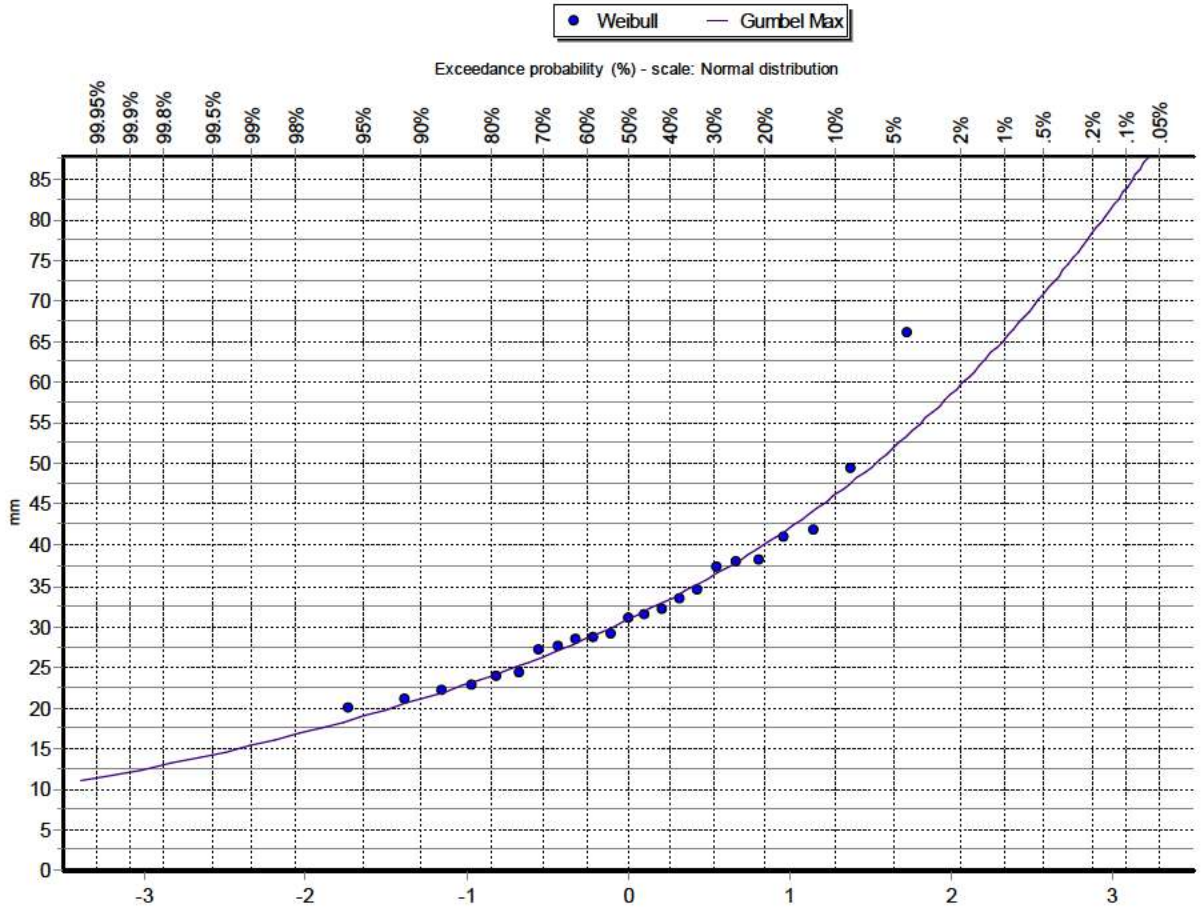
6.8.2. Análisis de precipitación máxima

Un análisis de precipitación máxima es un estudio que se realiza para determinar los valores más altos de precipitación registrados en un área geográfica durante un período de tiempo específico. Este tipo de análisis es importante para comprender y evaluar los eventos de lluvia extrema, que pueden tener impactos significativos en áreas como la hidrología, la gestión del agua, la planificación urbana y la infraestructura.

El análisis de precipitación máxima implica recopilar datos históricos de precipitación y examinar los valores más altos registrados en diferentes escalas temporales, como anuales, estacionales o mensuales. Esto permite identificar y cuantificar los eventos de lluvia más intensos que han ocurrido en la ubicación estudiada.

Mediante el uso del software Hydrognomon® se realiza el análisis de precipitaciones máximas en base a datos del IDEAM.

INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA



La distribución que más se ajustó corresponde a Gumbell máx identificando los siguientes datos de precipitación máxima.

Tabla 8. Análisis de precipitación máxima en diferentes periodos de retorno estación COCUY distribución Gumbell max

Estación		Distribución empleada	Precipitación máxima						
Nombre	Código		Tr=2	Tr=5	Tr=10	Tr=20	Tr=25	Tr=50	Tr=100
COCUY EL	24031010	Gumbell máx	31.8416	40.0674	46.1757	52.0349	53.8935	59.619	65.3022

Fuente: Autor, 2023.

7. ESTUDIO HIDRÁULICO

En el estudio hidráulico se limita a determinar las condiciones de flujo en la estructura de paso posterior a la determinación del caudal, con los datos aportados en el estudio hidrológico de la cuenca.

7.1. Determinación de precipitación efectiva

Teniendo en cuenta que el área de la cuenca aportante posee un área de 55.9054Ha es posible la determinación del caudal de diseño por medio del método racional.

El método racional parte de la definición del coeficiente de escorrentía C, valor adimensional, el cual se puede definir como la relación entre el volumen de escorrentía superficial, V_E, y el volumen de precipitación total, V_P, ambos expresados en m^3 (Ministerio de Transporte, 2009), así:

$$C = \frac{V_{Escorrentía\ superficial}}{V_{Precipitación\ total}} = \frac{V_E}{V_P} = \frac{\frac{V_E}{t}}{\frac{V_P}{t}}$$

$$\frac{V_E}{t} = Q_E$$

$$\frac{V_P}{t} = i\ A$$

Donde:

Q_E: Caudal de escorrentía superficial, en metros cúbicos por segundo (m^3/s).
i: Intensidad de precipitación, en metros por segundo (m/s).
t: Tiempo de duración de la lluvia, en segundos (s).
A: Área de drenaje de la hoya hidrográfica, en metros cuadrados (m^2).

Entonces:

$$C = \frac{Q_E}{i\ A}$$

El numerador representa el volumen de escorrentía superficial por unidad de tiempo de duración de la lluvia y el denominador representa el volumen de lluvia por unidad de tiempo de esta duración (Ministerio de Transporte, 2009).

$$Q_E = C\ i\ A$$

Al utilizar la fórmula racional, se supone que el caudal Q_E toma un valor de caudal máximo (pico) Q_P, cuando, debido a una cierta intensidad de lluvia sobre el área de

drenaje, es producido por esa precipitación que se mantiene por un tiempo igual al periodo de concentración del caudal en el punto en consideración. Teóricamente, éste es el tiempo de concentración, el cual se define como el tiempo requerido para que la escorrentía superficial fluya desde la parte más remota de la hoya hasta el punto de interés. Entonces, Q_P corresponde a una lluvia de intensidad i sobre un área de drenaje A, lluvia ésta que dure, como mínimo, un tiempo tal que toda el área de drenaje contribuya a la escorrentía superficial, siendo Q_P el caudal máximo de escorrentía superficial (Ministerio de Transporte, 2009), el cual está dado por:

$$Q_P = C\ i\ A$$

Ahora bien, si A está dado en km^2, i en mm/h y Q_P en m^3/s, la anterior ecuación queda igual a:

$$Q_P = 0.278\ C\ i\ A$$

De esta manera, la determinación de caudales está limitada a la obtención de valores de coeficiente de escorrentía, intensidad de precipitación y área de drenaje.

7.1.1. Coeficiente de escorrentía

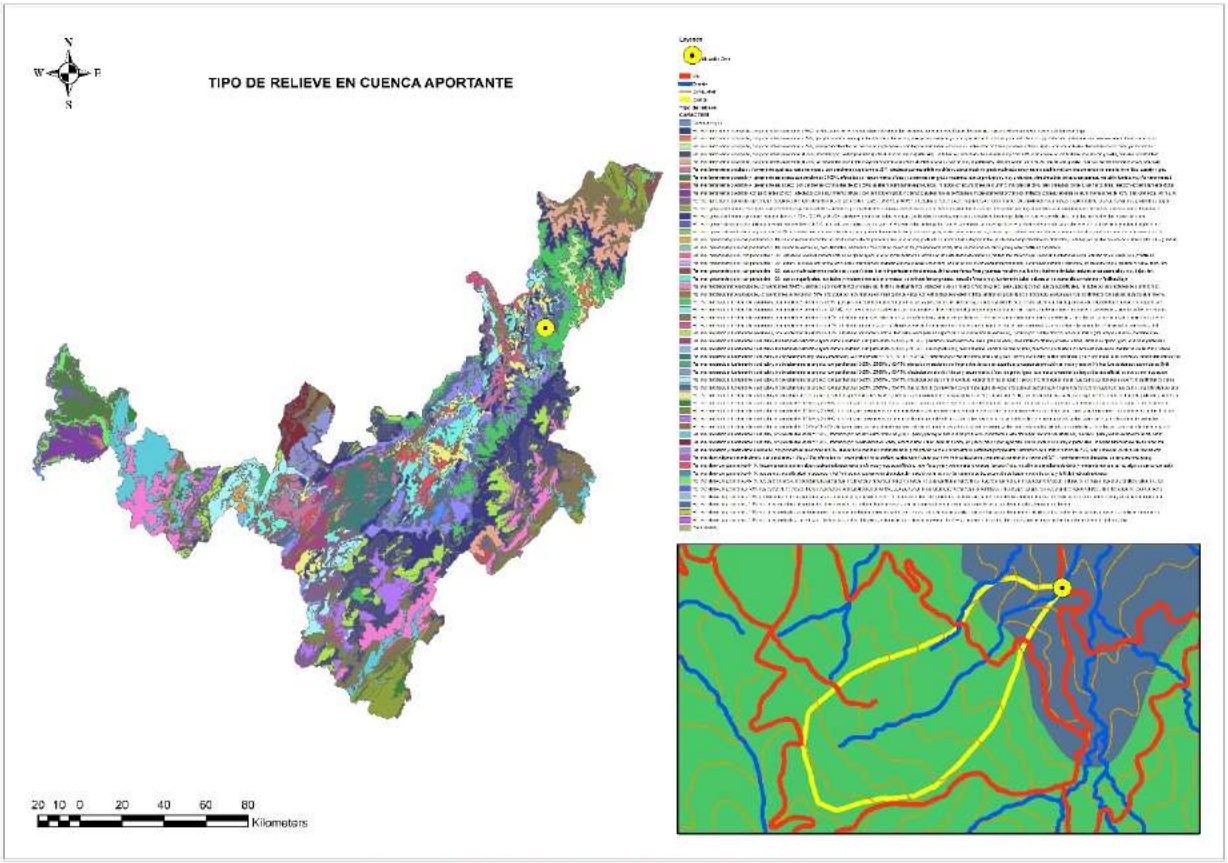
En la siguiente tabla se muestran los valores típicos del coeficiente de escorrentía sugeridos por el Instituto Nacional de Vías INVIAS, donde se relaciona la vegetación y topografía con la textura y uso del suelo en áreas rurales. De acuerdo con las características de cada cuenca aportante a las estructuras proyectadas se define un valor.

Tabla 9. Valores del coeficiente de escorrentía

VEGETACIÓN Y TOPOGRAFÍA Y	TEXTURA DEL SUELO		
	FRANCO ARENOSO	FRANCO LIMO ARCILLOSO	ARCILLOSO
BOSQUES			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.25	0.35	0.50
Montañoso	0.30	0.50	0.60
PASTOS			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.16	0.36	0.55
Montañoso	0.22	0.42	0.60
TIERRAS CULTIVADAS			
Plano	0.30	0.50	0.60
Ondulado	0.40	0.60	0.70
Montañoso	0.52	0.72	0.82
Nota: Plano (pendiente 0 - 5%); Ondulado (pendiente 5 - 10%); Montañoso (pendiente 10 - 30%). Para valores mayores al 30 %, a falta de datos, utilizar los valores para pendientes entre el 10 y el 30 %.			

Fuente: Manual de drenaje para Carreteras, INVIAS. 2009.

Figura 8. Tipo de relieve predominante en zona de intervención



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

El tipo de relieve predominante corresponde de moderado a fuertemente escarpado, con pendientes superiores a 50%, en una mínima parte de moderado a fuertemente quebrado y moderadamente escarpado, con pendientes entre 12-25%, 25-50% y 50-75%, por lo que le corresponde una topografía montañosa, el tipo de superficie corresponde a un 70% de pastos y un 30% de bosques.

En conclusión, el valor de coeficiente de escorrentía corresponde a 0.50.

7.1.2. Intensidad de precipitación

Periodo de retorno

De acuerdo con el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS (Ministerio de Transporte, 2009), las alcantarillas con diámetros mayores a 0.90m deberán manejar un periodo de retorno de veinte (20) años, como se especifica en la siguiente tabla.

Tabla 10. Periodos de retorno de diseño en obras de drenaje vial

TIPO DE OBRA	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)[1]
Cunetas	5
Zanjas de Coronación[2]	10
Estructuras de Caída[2]	10
Alcantarillas de 0.90 m de diámetro	10
Alcantarillas mayores a 0.90 m de diámetro	20
Puentes menores (luz menor a 10 m)	25
Puentes de luz mayor o igual a 10 m y menor a 50 m	50
Puentes de luz mayor o Igual a 50 m	100
Drenaje subsuperficial	2

Notas: [1] El periodo de retorno de diseño de las obras podrá variarse, a juicio del ingeniero Consultor, para casos especiales, debidamente justificados.

[2] En caso de que los taludes de corte de la vía sean inestables se podrá incrementar este periodo de retorno, a juicio del ingeniero Consultor.

Fuente: Tabla 2.8. del manual de drenaje para carreteras del INVIAS, 2009.

Duración de la lluvia

Para la obtención de la intensidad de diseño es necesario conocer la duración de la lluvia asociada, para ello, el método racional supone que la duración de la lluvia será igual al tiempo de concentración en la cuenca, este tiempo corresponde a la duración que tarda una gota de agua en recorrer el trayecto desde el punto más alejado de ella hasta el punto de consideración (punto de definición de la cuenca).

El tiempo de concentración ya definido en subtítulos anteriores corresponde a un valor de 15 minutos.

La intensidad corresponderá entonces al valor cruzado entre un periodo de retorno de 20 años con una duración de 15 minutos del análisis de las curvas IDF, resultando un valor de **72,470mm/hora.**

7.1.3. Caudal de diseño

El caudal de diseño de la estructura se determinará con el uso del método racional, usando los datos ya generados en el desarrollo del estudio.

- Intensidad de diseño= 72,470mm/hora
- Coeficiente de escorrentía= 0,50
- Área de cuenca= 0,417 Km^2

$$Q_P = 0{,}278\ C\ i\ A$$

$$Q_P = 0{,}278 * \ 0{,}50 * 72{,}477 * 0{,}417$$

$$Q_P = 4{,}20\ {}^{m^3}/_{s}$$

7.2. Modelación de estructura

El flujo en una alcantarilla es usualmente no uniforme, presentando zonas con flujo gradualmente variado y zonas con flujo rápidamente variado, por lo que su análisis teórico es complejo y se ha desarrollado con ayuda de experimentación en laboratorio. De acuerdo al punto donde se encuentre la sección de control en la alcantarilla, el flujo puede ser con control a la entrada o con control a la salida y dependiendo de la sumergencia o no de los extremos del conducto y la condición de flujo (a tubo lleno o parcialmente lleno), se presentan diferentes tipos de flujo, los cuales han sido clasificados por diferentes autores como Bodhaine. El documento o procedimiento para dimensionamiento y modelación hidráulica de alcantarillas con más amplia difusión y aceptación a nivel internacional la incorpora el programa HY8.

Teniendo presente lo anterior, la modelación se desarrollará con el uso del software HY-8 con base a las condiciones topográficas existentes en la zona de intervención.

El diseño de este tipo de estructuras se realizará analizando su funcionamiento bajo control a la entrada y bajo control a la salida, tomando el mayor valor resultante para la carga en la entrada Hw. Este valor de Hw deberá ser igual o inferior a 1.20 veces la altura o diámetro de la alcantarilla, valor máximo hasta el cual el conducto funciona a flujo libre.

Por principio, las alcantarillas deben ser diseñadas con un nivel de agua a la entrada inferior a 1.20 veces la altura de la alcantarilla, pues se debe evitar el contacto de la estructura de pavimento con el agua, así como la afectación de las propiedades aguas arriba, además de proveerse un margen para el paso de material flotante y basuras. Así, en general y salvo las condiciones anotadas para alcantarillas a presión, no es permitido el funcionamiento de las alcantarillas como orificio, evitando totalmente los desbordamientos sobre la vía (Ministerio de Transporte, 2009).

Los datos de entrada corresponden a:

- Caudal de diseño: 4.20m^3/s
- Cota rasante o terreno: 3499 msnm
- Cota batea ingreso: 3496.6 msnm
- Cota batea salida: 3496.25 msnm

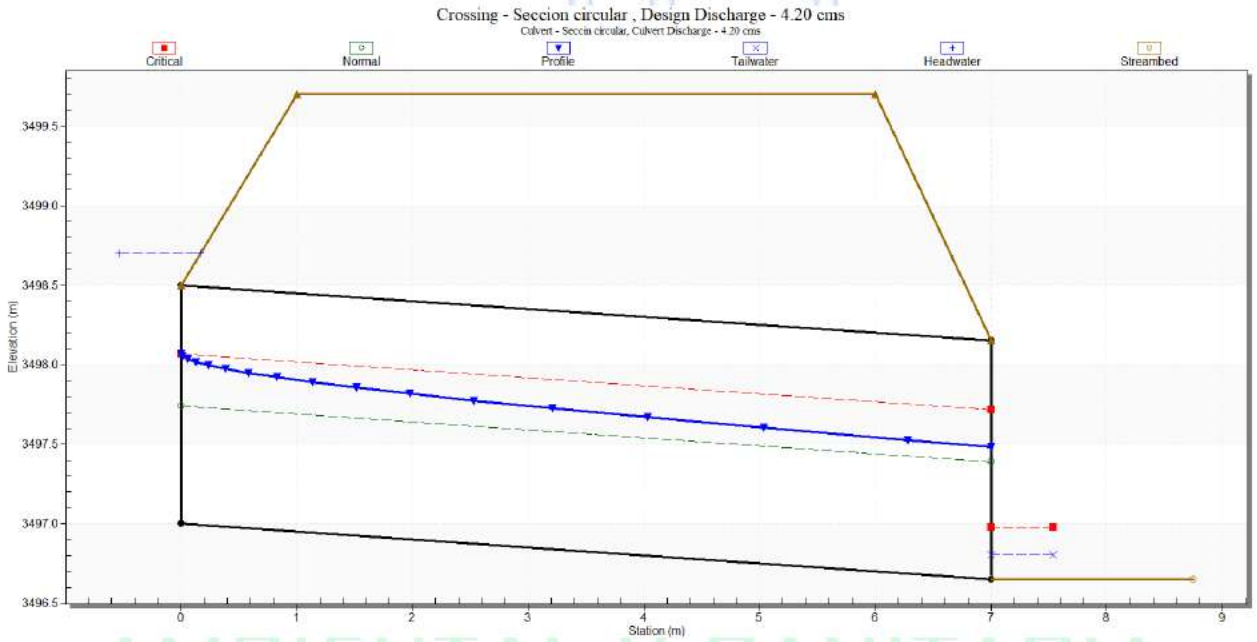
- Pendiente longitudinal de la estructura: 5.0%
- Longitud: 7.0m

Se llevaron a cabo dos modelaciones generando dos opciones de diseño para la estructura de drenaje.

7.2.1. Sección circular

Para el uso de conducto con una sección circular de acuerdo con la modelación y en base a los catálogos de fabricantes de tubería para alcantarillado en PVC RIB STEEL, se proyecta el uso de tubería PVC en diámetro de 1.50m o 60 pulgadas.

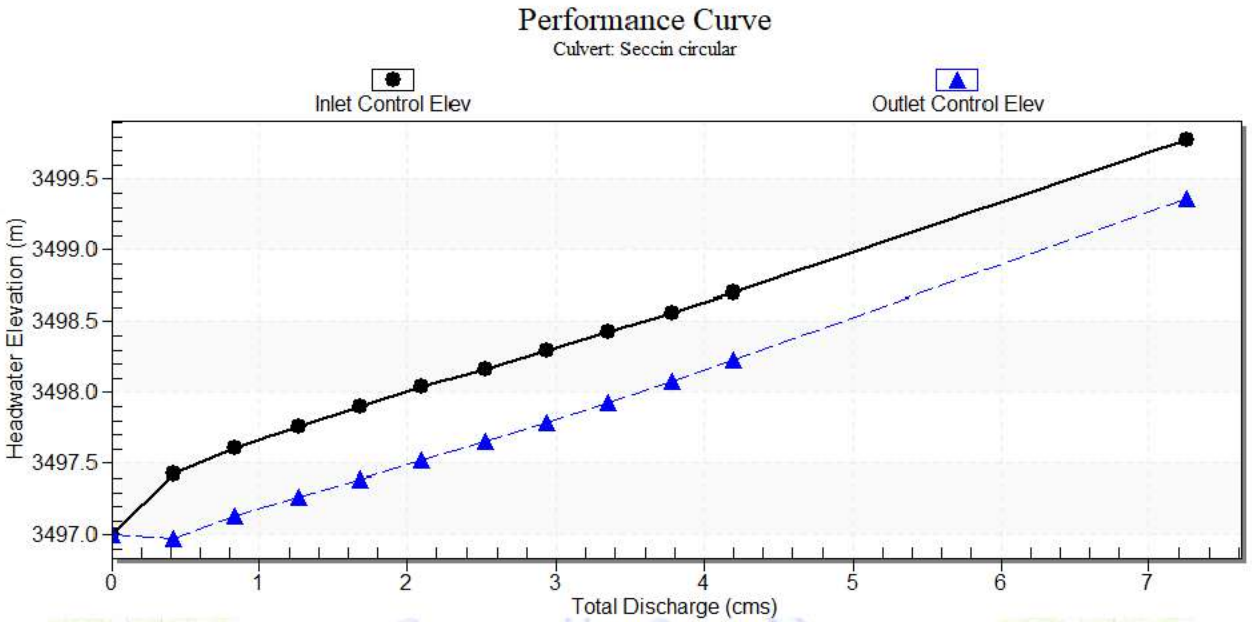
Figura 9. Perfil hidráulico sección circular



Fuente: Autor con base en HY-8, 2023.

AMBIENTAL Y SANITARIA

Figura 10. Relación de la altura de ingreso y salida de la estructura en base al caudal



Fuente: Autor con base en HY-8, 2023.

Con el caudal máximo se espera una altura o carga de ingreso de 1.70m, la velocidad en el conducto corresponde a 3.87m/s, mientras que en la salida corresponde a 4.17m/s.

Las condiciones de flujo se describen en la siguiente tabla.

Tabla 11. Condiciones de flujo sección circular D=1.50m en tubería PVC RIB STEEL

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	3497.00	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.42	0.42	3497.42	**0.42**	0.0*	1-S2n	0.23	0.32	0.23	0.04	2.43	1.56
0.84	0.84	3497.61	**0.61**	0.13	1-S2n	0.32	0.46	0.33	0.06	2.87	2.06
1.26	1.26	3497.76	**0.76**	0.27	1-S2n	0.39	0.57	0.42	0.07	3.16	2.41
1.68	1.68	3497.90	**0.90**	0.40	1-S2n	0.45	0.66	0.49	0.09	3.37	2.70
2.10	2.10	3498.04	**1.04**	0.52	1-S2n	0.51	0.75	0.55	0.10	3.54	2.95
2.52	2.52	3498.17	**1.17**	0.66	1-S2n	0.56	0.82	0.62	0.11	3.69	3.17
2.94	2.94	3498.29	**1.29**	0.79	1-S2n	0.61	0.89	0.67	0.12	3.83	3.37
3.36	3.36	3498.42	**1.42**	0.93	1-S2n	0.65	0.95	0.73	0.13	3.95	3.55
3.78	3.78	3498.56	**1.56**	1.08	5-S2n	0.70	1.01	0.78	0.14	4.06	3.71
4.20	4.20	3498.70	**1.70**	1.23	5-S2n	0.74	1.07	0.83	0.15	4.17	3.87

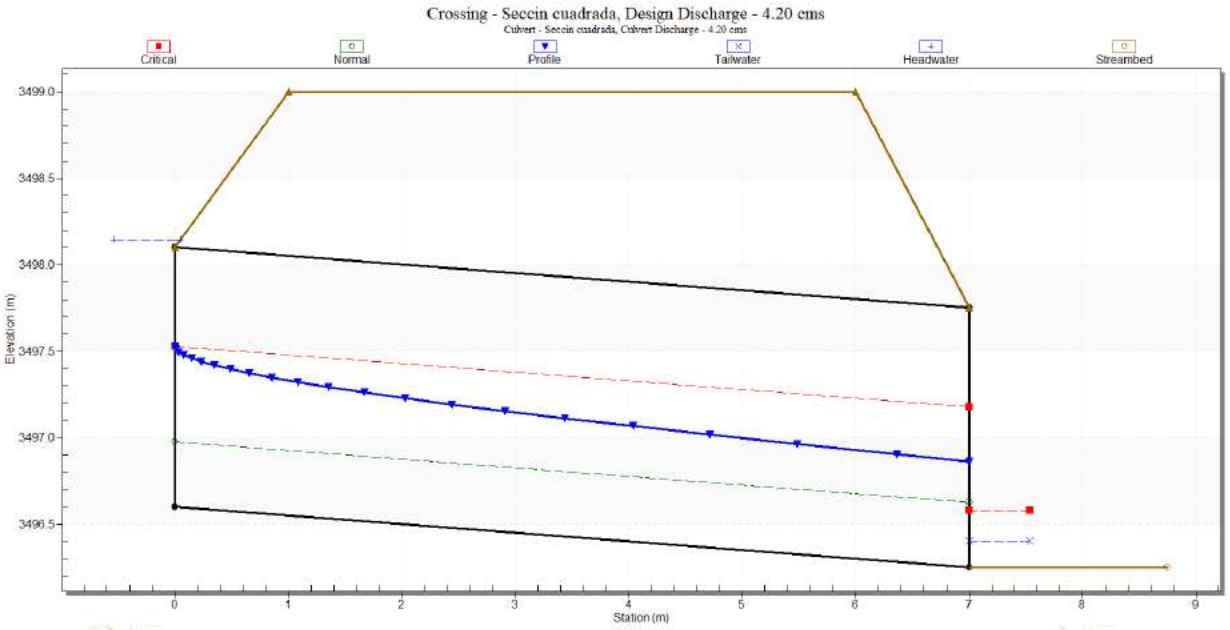
Fuente: Autor con base en HY-8, 2023.

La carga máxima de ingreso corresponde a 1.70m, el límite de carga al ingreso según el INVIAS para la sección de tubería proyectada corresponde a 1.80m (1.70m < 1.80m), en este sentido se considera adecuada su proyección recomendando una adecuada implantación en el terreno y protección al paso por medio de las aletas de ingreso.

7.2.2. Sección cuadrada

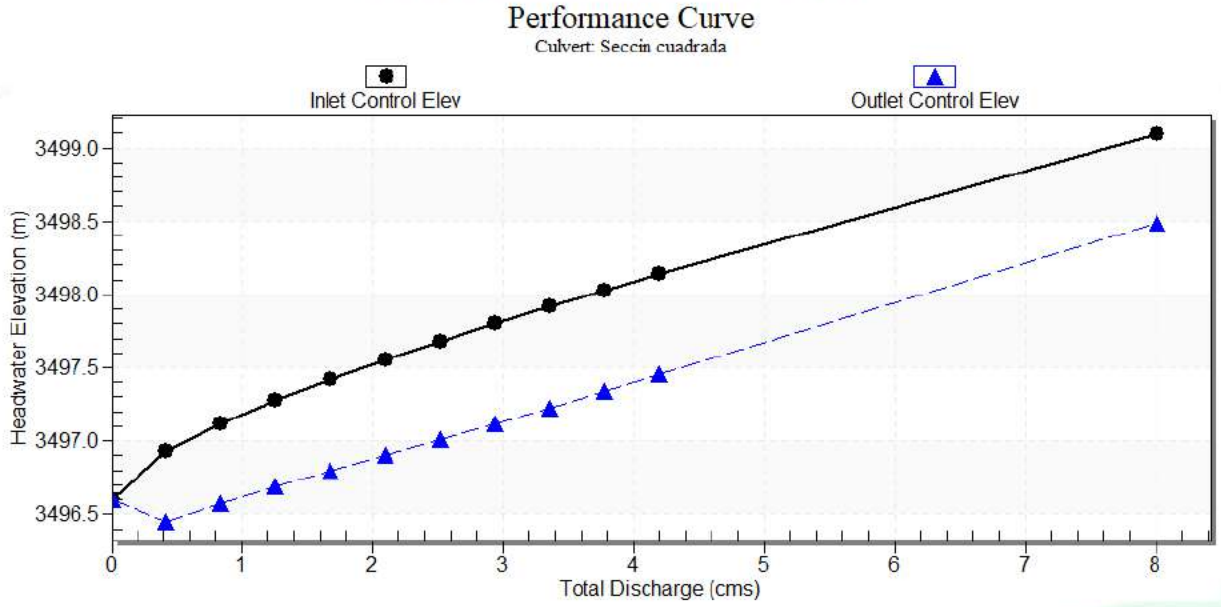
En esta alternativa se plantea una sección de box culvert en concreto de 1.50m por 1.50m.

Figura 11. Perfil hidráulico sección cuadrada



Fuente: Autor con base en HY-8, 2023.

Figura 12. Relación de la altura de ingreso y salida de la estructura en base al caudal



Fuente: Autor con base en HY-8, 2023.

Con el uso de esta sección se espera en el caudal máximo proyectado una altura al ingreso de 1.54m, la velocidad máxima presentada en el trascurso del flujo en la estructura es de 3.87m/s, en la salida se espera una velocidad de 4.57m/s.

Las condiciones de flujo se describen en la siguiente tabla.

Tabla 12. Condiciones de flujo sección cuadrada 1.50m x 1.50m con único conducto

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00	0.00	3496.60	0.00	0.0	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.42	0.42	3496.93	**0.33**	0.0*	1-S2n	0.08	0.20	0.10	0.04	2.86	1.56
0.84	0.84	3497.12	**0.52**	0.0*	1-S2n	0.13	0.32	0.17	0.06	3.29	2.06
1.26	1.26	3497.28	**0.68**	0.09	1-S2n	0.17	0.42	0.23	0.07	3.58	2.41
1.68	1.68	3497.42	**0.82**	0.20	1-S2n	0.20	0.50	0.30	0.09	3.79	2.70
2.10	2.10	3497.56	**0.96**	0.30	1-S2n	0.24	0.58	0.35	0.10	3.96	2.95
2.52	2.52	3497.68	**1.08**	0.41	1-S2n	0.27	0.66	0.41	0.11	4.11	3.17
2.94	2.94	3497.80	**1.20**	0.52	1-S2n	0.30	0.73	0.46	0.12	4.24	3.37
3.36	3.36	3497.92	**1.32**	0.63	1-S2n	0.32	0.80	0.51	0.13	4.36	3.55
3.78	3.78	3498.03	**1.43**	0.74	1-S2n	0.35	0.86	0.56	0.14	4.47	3.71
4.20	4.20	3498.14	**1.54**	0.86	5-S2n	0.38	0.93	0.61	0.15	4.57	3.87

Fuente: Autor con base en HY-8, 2023.

La carga máxima de ingreso corresponde a 1.54m, el límite de carga al ingreso según el INVIAS para la sección proyectada corresponde a 1.80m (1.54m < 1.80m), en este sentido se considera adecuada su proyección recomendando una adecuada implantación en el terreno y protección al paso por medio de las aletas de ingreso.

En el anexo H-4 se adjuntan las modelaciones y reportes de las secciones proyectadas.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La zona de estudio cuenta con una estación de propiedad del IDEAM, la cual posee los datos de precipitación adecuados para la proyección de curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia (IDF), en base a esta estación denominada COCUY EL de código 24031010 se desarrolló el análisis de precipitaciones del estudio.

- La cuenca aportante de la quebrada El Chusque posee un área de 0.417km^2 posee un factor de forma alargada según Horton, además, el tipo de canal se clasifica como rectilíneo desarrollando fuertes pendientes y una baja sinuosidad, por lo que los tiempos de concentración tienden a ser bajos generando crecidas de flujo en lapsos cortos de tiempo y siendo impredecible cuando ocurren lluvias en la parte alta de la cuenca.

- El periodo de retorno para el diseño de la estructura corresponde a 20 años según requerimientos del INVIAS para alcantarillas con diámetros mayores a 0.90m.

- La determinación de caudales, teniendo en cuenta que área aportante no excede las 80 hectáreas se desarrolla mediante el método racional, calculando para un evento de precipitaciones máximas ocurridas cada 20 años un valor de 4.20m^3/s.

- En caso de proyectar box culvert con sección circular deberá corresponder a un conducto con diámetro de 1.50m, en este caso la carga de ingreso corresponde a 1.70m, manteniéndose por debajo de los 1.80m máximos estipulados por el INVIAS de acuerdo al diámetro seleccionado.

- En caso de proyectarse un box culvert con una única sección cuadrada de 1.50m x 1.50m, se espera una carga de ingreso de 1.54m, inferior a los 1.8m máximos estipulados por el INVIAS para el caso de esta sección.

9. ANEXOS

Anexo H-1. Datos brutos estación CUCUY EL código 24031010

Anexo H-2. Determinación curva IDF

Anexo H-3. Estudio cuenca aportante

Anexo H-4. Modelaciones y reportes secciones estudiadas

10. REFERENCIAS

Chow, V. T., Maidment, D., & Mays, L. (1994). *Hidrología Aplicada.* Bogotá: McGraw-Hill.

Consorcio Río Garagoa. (13 de Diciembre de 2017). Actualización POMCA rio Garagoa. Garagoa, Boyacá, Colombia: Corpochivor.

Gaspari, F. (2002). *Plan de ordenamiento territorial en cuencas.* Huelva: Ediciones Cooperativas, Buenos Aires.

Londoño, C. (2001). Cuencas Hidrográficas: bases conceptuales - caracterización - planificación - administración . Ibagué, Colombia.

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

Morisawa, M. (1985). *Rivers: forms and process.* Londres: Longman.

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

Schumm. (1952). A tentative classification of alluvial river channels. *Geol. Survey Circular*, 477.

ING. JEISSON ARNULFO SIERRA LEÓN
Ingeniero Sanitario M.P. 15237-437151 BYC
Ingeniero Ambiental M.P. 15238-437150 BYC CT023_03

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 EN MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE, NEIRA DEPARTAMENTO DE BOYACA" en la obra desarrollada en el municipio El Cocuy**.

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 EN MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE, NEIRA DEPARTAMENTO DE BOYACA" en la obra desarrollada en el municipio El Cocuy**, 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

CT023_03

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



CONSTRUCCION DE OBRAS DE MITIGACION SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS EN MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE, NEIRA DEPARTAMENTO DE BOYACA" en la obra desarrollada en el municipio El Cocuy

CT023_3

190257/0319

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.

CONSTRUCCION DE OBRAS DE MITIGACION SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS EN MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE, NEIRA DEPARTAMENTO DE BOYACA" en la obra desarrollada en el municipio El Cocuy

DIRECTOR GENERAL

CT023_3

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

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO 1.057.597.804

SIERRA LEON
APELLIDOS

JEISSON ARNULFO
NOMBRES

FIRMA



CT023_3

CONSTRUCCION DE OBRAS DE MITIGACION SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS EN MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE NEIRA DEPARTAMENTO DE BOYACA" en la obra desarrollada en el municipio



CT023_3

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 SANCHEZ TORRES

INDICE DERECHO

CONSTRUCCION DE OBRAS DE MITIGACION SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS EN MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE NEIRA DEPARTAMENTO DE BOYACA" en la obra desarrollada en el municipio

P-0727700-00458447-M-1057597804-20130820 0034476499A 1 40276756

REGISTRADURIA NACIONAL DEL ESTADO CIVIL

CT023_03

HY-8 Culvert Analysis Report
ANEXO H-4

Project Data

Project Title: CONSTRUCCION DE OBRAS DE MITIGACION SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS EN MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE, NEIRA DEPARTAMENTO DE BOYACA

Designer: Ing. Jeisson Arnulfo Sierra León

Project Date: Sunday, September 10, 2023

Project Units: SI Units (Metric)

Outlet Control Option: Profiles

Exit Loss Option: Standard Method

1. Crossing Data: Seccin cuadrada

Crossing Notes:

1.1. Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 0.00 cms

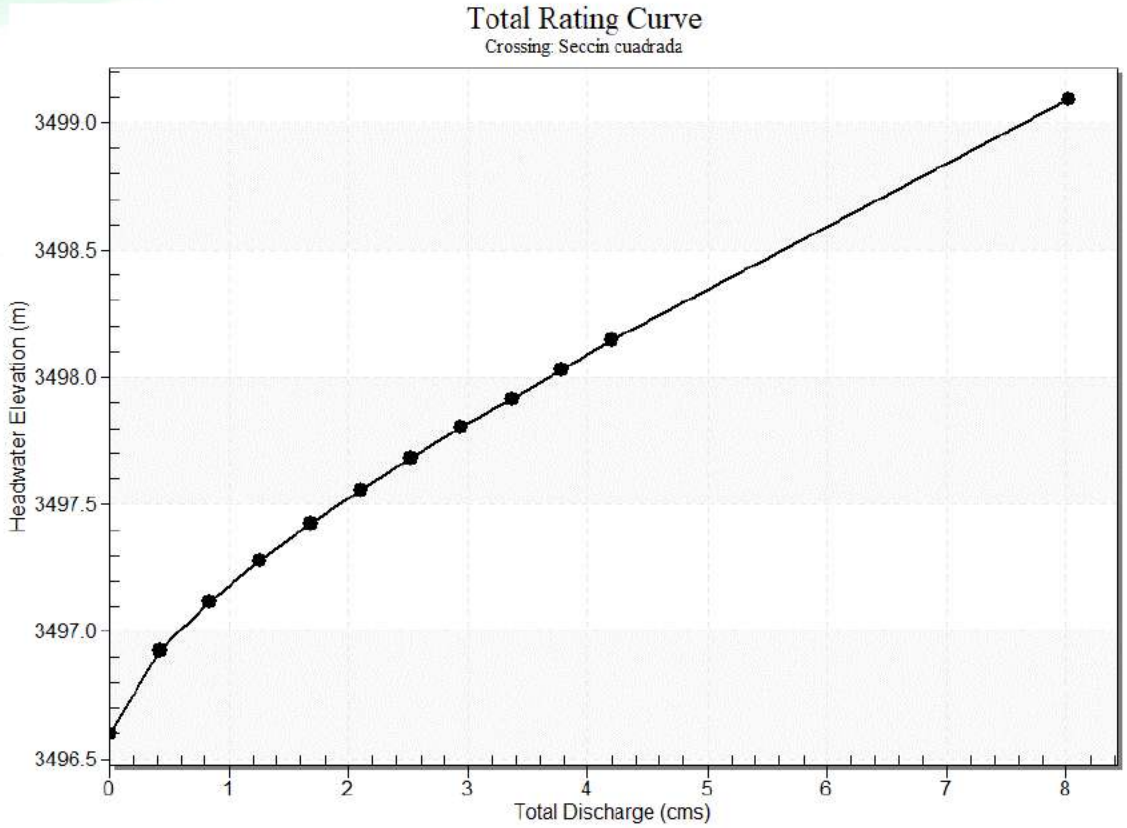
Design Flow: 4.20 cms

Maximum Flow: 4.20 cms

1.1.1. Table 1 - Summary of Culvert Flows at Crossing: Seccin cuadrada

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Seccin cuadrada Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
3496.60	0.00	0.00	0.00	1
3496.93	0.42	0.42	0.00	1
3497.12	0.84	0.84	0.00	1
3497.28	1.26	1.26	0.00	1
3497.42	1.68	1.68	0.00	1
3497.56	2.10	2.10	0.00	1
3497.68	2.52	2.52	0.00	1
3497.80	2.94	2.94	0.00	1
3497.92	3.36	3.36	0.00	1
3498.03	3.78	3.78	0.00	1
3498.14	4.20	4.20	0.00	1
3499.00	6.97	6.97	0.00	Overtopping

1.1.2. Rating Curve Plot for Crossing: Seccin cuadrada



2. Culvert Data: Seccin cuadrada

Culvert Notes:

2.1.1. Table 2 - Culvert Summary Table: Seccin cuadrada

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00 cms	0.00 cms	3496.60	0.00	0.000	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.42 cms	0.42 cms	3496.93	0.33	0.0*	1-S2n	0.08	0.20	0.10	0.04	2.86	1.56
0.84 cms	0.84 cms	3497.12	0.52	0.0*	1-S2	0.13	0.32	0.17	0.06	3.29	2.06

					n						
1.26 cms	1.26 cms	3497.28	0.68	0.091	1-S2n	0.17	0.42	0.23	0.07	3.58	2.41
1.68 cms	1.68 cms	3497.42	0.82	0.198	1-S2n	0.20	0.50	0.30	0.09	3.79	2.70
2.10 cms	2.10 cms	3497.56	0.96	0.304	1-S2n	0.24	0.58	0.35	0.10	3.96	2.95
2.52 cms	2.52 cms	3497.68	1.08	0.411	1-S2n	0.27	0.66	0.41	0.11	4.11	3.17
2.94 cms	2.94 cms	3497.80	1.20	0.518	1-S2n	0.30	0.73	0.46	0.12	4.24	3.37
3.36 cms	3.36 cms	3497.92	1.32	0.628	1-S2n	0.32	0.80	0.51	0.13	4.36	3.55
3.78 cms	3.78 cms	3498.03	1.43	0.741	1-S2n	0.35	0.86	0.56	0.14	4.47	3.71
4.20 cms	4.20 cms	3498.14	1.54	0.857	5-S2n	0.38	0.93	0.61	0.15	4.57	3.87

* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

2.2. Culvert Barrel Data

Culvert Barrel Type Straight Culvert

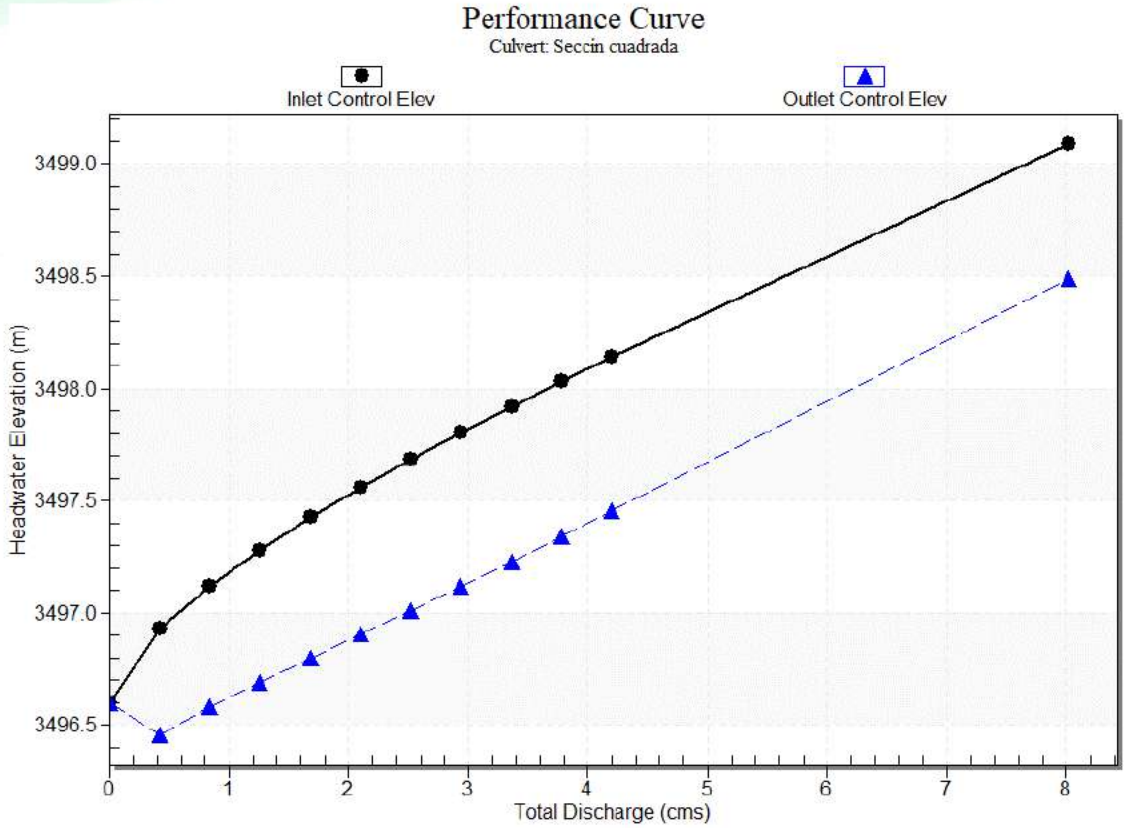
Inlet Elevation (invert): 3496.60 m,

Outlet Elevation (invert): 3496.25 m

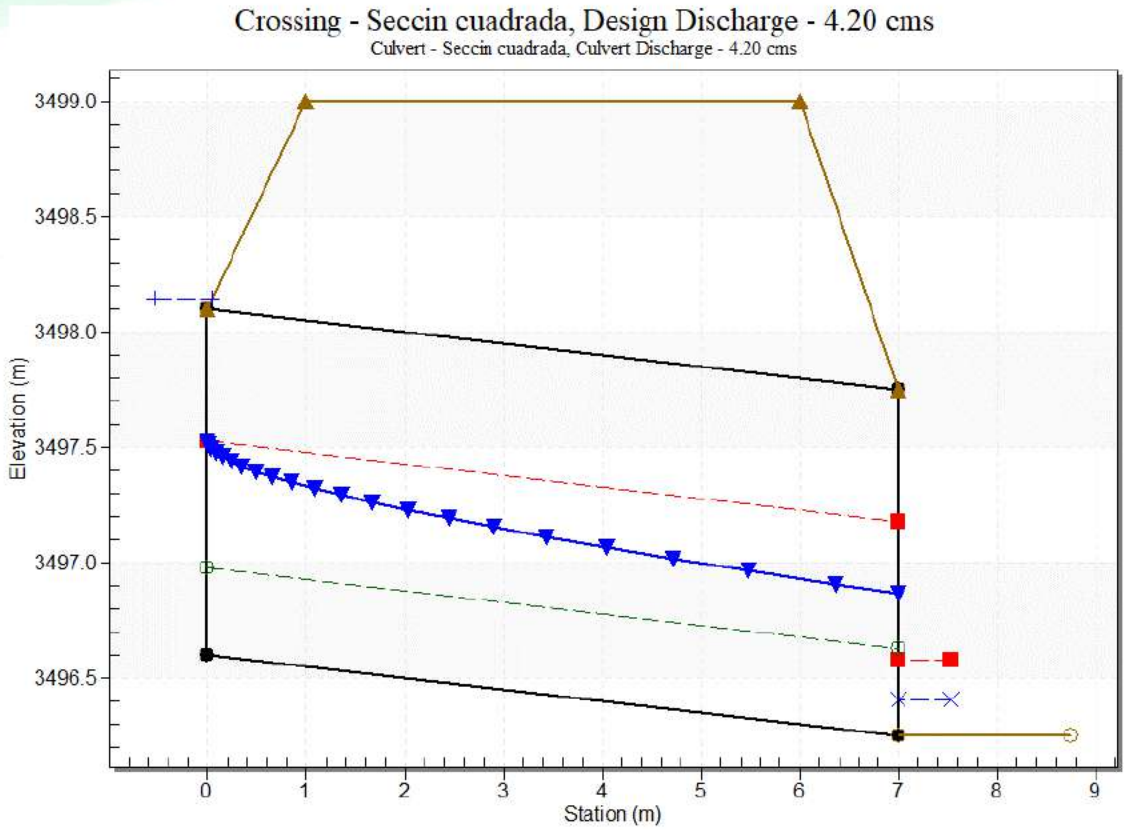
Culvert Length: 7.01 m,

Culvert Slope: 0.0500

2.2.1. Culvert Performance Curve Plot: Seccin cuadrada



2.2.2. Water Surface Profile Plot for Culvert: Seccin cuadrada



2.3. Site Data - Seccin cuadrada

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 3496.60 m

Outlet Station: 7.00 m

Outlet Elevation: 3496.25 m

Number of Barrels: 1

2.4. Culvert Data Summary - Seccin cuadrada

Barrel Shape: Concrete Box

Barrel Span: 1500.00 mm

Barrel Rise: 1500.00 mm

Barrel Material: Concrete

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0120

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge (90º) Headwall (Ke=0.5)

Inlet Depression: None

2.5. Tailwater Data for Crossing: Seccin cuadrada

2.5.1. Table 3 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: Seccin cuadrada)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Velocity (m/s)	Depth (m)	Shear (Pa)	Froude Number
0.00	3496.25	0.00	0.00	0.00	0.00
0.42	3496.29	0.04	1.56	64.87	2.56
0.84	3496.31	0.06	2.06	98.44	2.74
1.26	3496.32	0.07	2.41	125.64	2.85
1.68	3496.34	0.09	2.70	149.38	2.92
2.10	3496.35	0.10	2.95	170.77	2.99
2.52	3496.36	0.11	3.17	190.63	3.04
2.94	3496.37	0.12	3.37	209.13	3.08
3.36	3496.38	0.13	3.55	226.64	3.12
3.78	3496.39	0.14	3.71	243.34	3.15
4.20	3496.40	0.15	3.87	259.32	3.18

2.6. Tailwater Channel Data - Seccin cuadrada

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 7.00 m

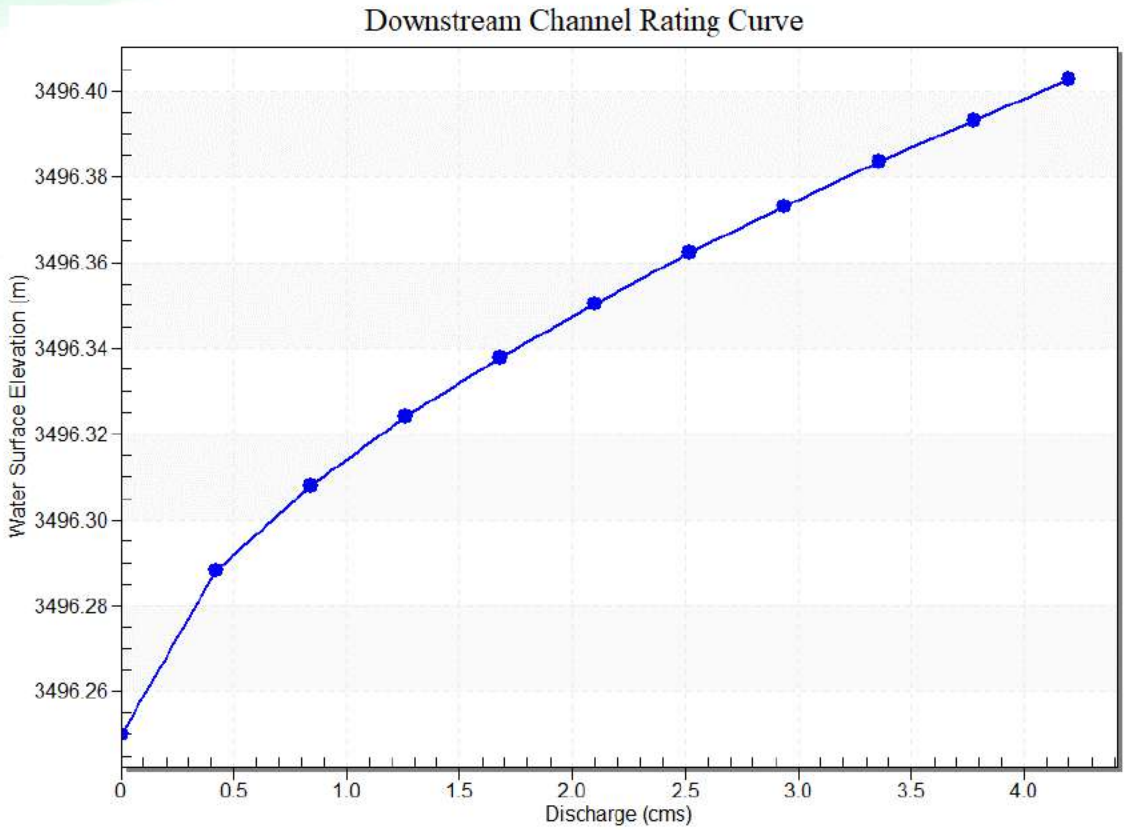
Side Slope (H:V): 0.75 (_:1)

Channel Slope: 0.1733

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 3496.25 m

2.6.1. Tailwater Rating Curve Plot for Crossing: Seccin cuadrada



2.7. Roadway Data for Crossing: Seccin cuadrada

Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 20.00 m

Crest Elevation: 3499.00 m

Roadway Surface: Gravel

Roadway Top Width: 5.00 m

3. AOP Reach Data

3.1. AOP Input contains errors and the computations were not completed

4. AOP Reach Cross Sections

4.1. AOP Input contains errors and the computations were not completed

5. AOP Reach Gradations

5.1. AOP Input contains errors and the computations were not completed

6. Low Flow Hydraulic Computations

6.1. Low Flow Hydraulic Input contains errors and the computations were not completed

7. Low Flow Hydraulic Gradations

7.1. Low Flow Hydraulic Input contains errors and the computations were not completed

8. Low Flow Hydraulic Plots

8.1. Low Flow Hydraulic Input contains errors and the computations were not completed

9. Crossing Data: Seccion circular

Crossing Notes:

9.1. Crossing Discharge Data

Discharge Selection Method: Specify Minimum, Design, and Maximum Flow

Minimum Flow: 0.00 cms

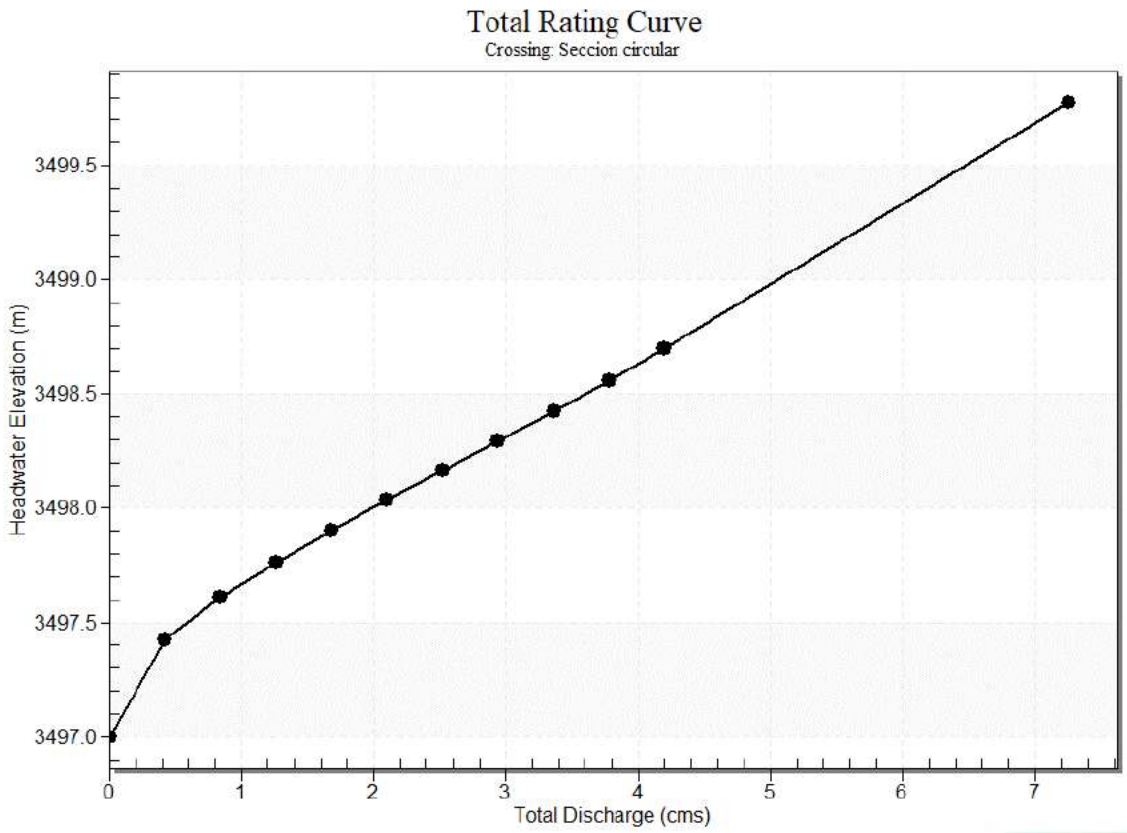
Design Flow: 4.20 cms

Maximum Flow: 4.20 cms

9.1.1. Table 4 - Summary of Culvert Flows at Crossing: Seccion circular

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Seccin circular Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)	Iterations
3497.00	0.00	0.00	0.00	1
3497.42	0.42	0.42	0.00	1
3497.61	0.84	0.84	0.00	1
3497.76	1.26	1.26	0.00	1
3497.90	1.68	1.68	0.00	1
3498.04	2.10	2.10	0.00	1
3498.17	2.52	2.52	0.00	1
3498.29	2.94	2.94	0.00	1
3498.42	3.36	3.36	0.00	1
3498.56	3.78	3.78	0.00	1
3498.70	4.20	4.20	0.00	1
3499.70	6.53	6.53	0.00	Overtopping

9.1.2. Rating Curve Plot for Crossing: Seccion circular



10. Culvert Data: Seccin circular

Culvert Notes:

10.1.1. Table 5 - Culvert Summary Table: Seccin circular

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.00 cms	0.00 cms	3497.00	0.00	0.000	0-NF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.42 cms	0.42 cms	3497.42	0.42	0.0*	1-S2n	0.23	0.32	0.23	0.04	2.43	1.56
0.84 cms	0.84 cms	3497.61	0.61	0.133	1-S2n	0.32	0.46	0.33	0.06	2.87	2.06
1.26 cms	1.26 cms	3497.76	0.76	0.267	1-S2n	0.39	0.57	0.42	0.07	3.16	2.41
1.68 cms	1.68 cms	3497.90	0.90	0.396	1-S2n	0.45	0.66	0.49	0.09	3.37	2.70
2.10 cms	2.10 cms	3498.04	1.04	0.524	1-S2n	0.51	0.75	0.55	0.10	3.54	2.95
2.52 cms	2.52 cms	3498.17	1.17	0.656	1-S2n	0.56	0.82	0.62	0.11	3.69	3.17
2.94 cms	2.94 cms	3498.29	1.29	0.792	1-S2n	0.61	0.89	0.67	0.12	3.83	3.37
3.36 cms	3.36 cms	3498.42	1.42	0.933	1-S2n	0.65	0.95	0.73	0.13	3.95	3.55
3.78 cms	3.78 cms	3498.56	1.56	1.080	5-S2n	0.70	1.01	0.78	0.14	4.06	3.71
4.20 cms	4.20 cms	3498.70	1.70	1.234	5-S2n	0.74	1.07	0.83	0.15	4.17	3.87

* Full Flow Headwater elevation is below inlet invert.

10.2. Culvert Barrel Data

Culvert Barrel Type Straight Culvert

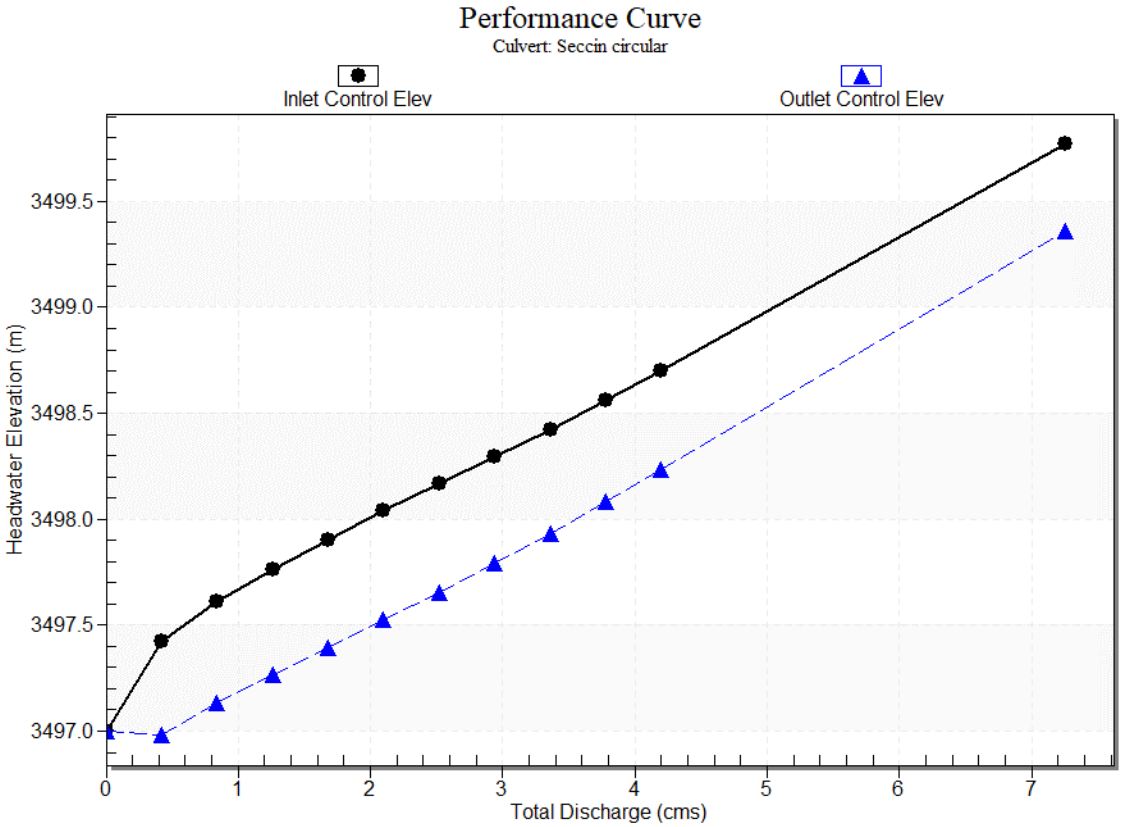
Inlet Elevation (invert): 3497.00 m,

Outlet Elevation (invert): 3496.65 m

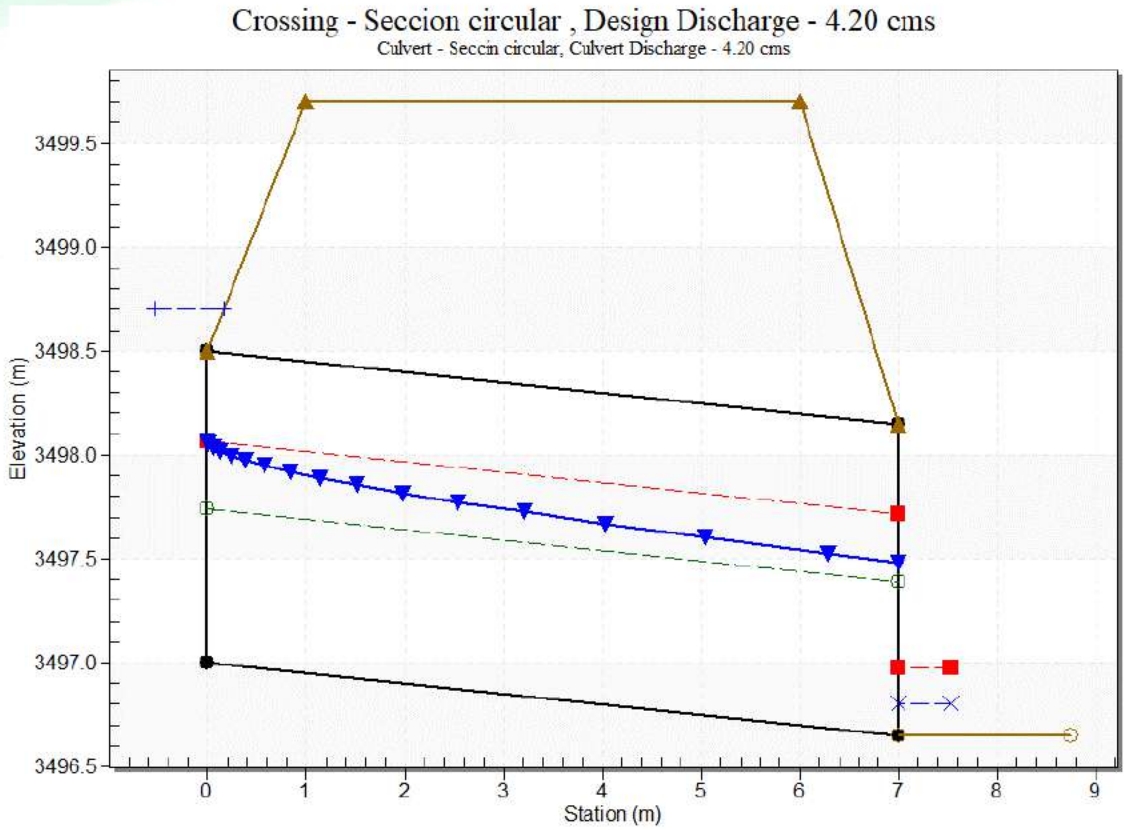
Culvert Length: 7.01 m,

Culvert Slope: 0.0500

10.2.1. Culvert Performance Curve Plot: Seccin circular



10.2.2. Water Surface Profile Plot for Culvert: Seccin circular



10.3. Site Data - Seccin circular

Site Data Option: Culvert Invert Data

Inlet Station: 0.00 m

Inlet Elevation: 3497.00 m

Outlet Station: 7.00 m

Outlet Elevation: 3496.65 m

Number of Barrels: 1

10.4. Culvert Data Summary - Seccin circular

Barrel Shape: Circular

Barrel Diameter: 1500.00 mm

Barrel Material: Corrugated Steel

Embedment: 0.00 mm

Barrel Manning's n: 0.0240

Culvert Type: Straight

Inlet Configuration: Square Edge with Headwall (Ke=0.5)

Inlet Depression: None

10.5. Tailwater Data for Crossing: Seccion circular

10.5.1. Table 6 - Downstream Channel Rating Curve (Crossing: Seccion circular)

Flow (cms)	Water Surface Elev (m)	Velocity (m/s)	Depth (m)	Shear (Pa)	Froude Number
0.00	3496.65	0.00	0.00	0.00	0.00
0.42	3496.69	0.04	1.56	64.87	2.56
0.84	3496.71	0.06	2.06	98.44	2.74
1.26	3496.72	0.07	2.41	125.64	2.85
1.68	3496.74	0.09	2.70	149.38	2.92
2.10	3496.75	0.10	2.95	170.77	2.99
2.52	3496.76	0.11	3.17	190.63	3.04
2.94	3496.77	0.12	3.37	209.13	3.08
3.36	3496.78	0.13	3.55	226.64	3.12
3.78	3496.79	0.14	3.71	243.34	3.15
4.20	3496.80	0.15	3.87	259.32	3.18

10.6. Tailwater Channel Data - Seccion circular

Tailwater Channel Option: Trapezoidal Channel

Bottom Width: 7.00 m

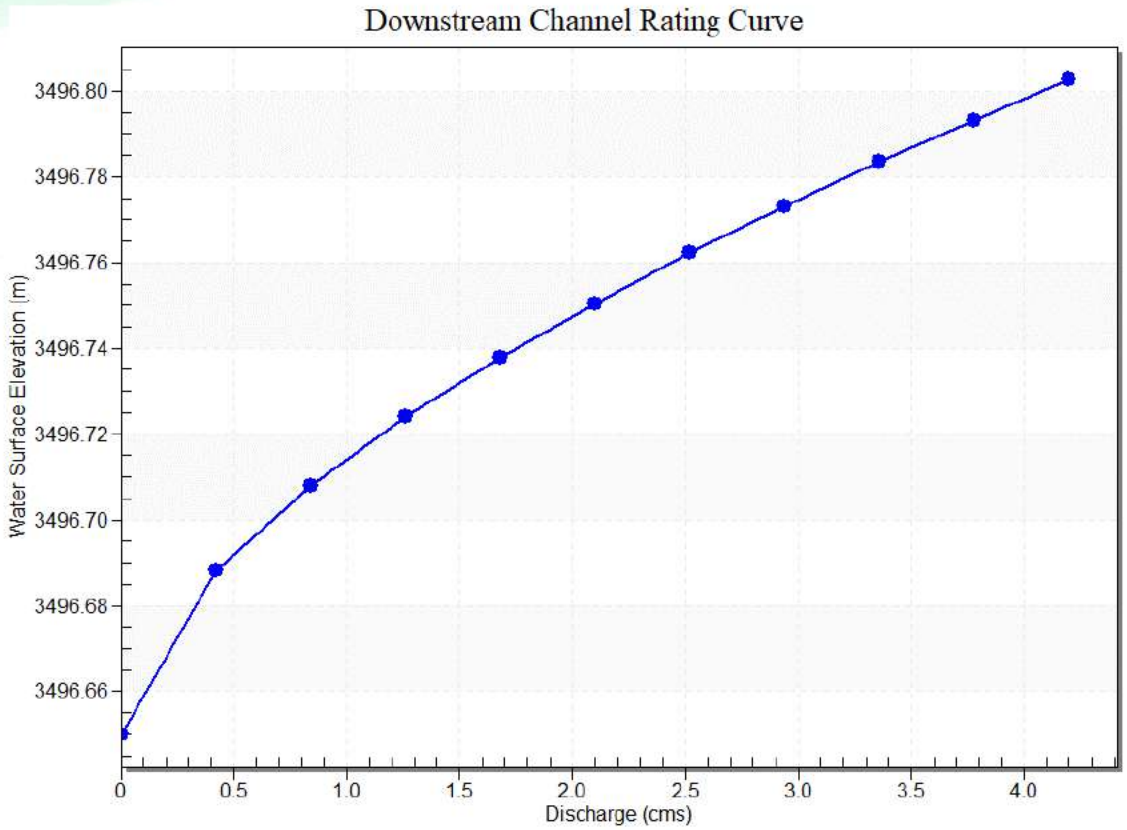
Side Slope (H:V): 0.75 (_:1)

Channel Slope: 0.1733

Channel Manning's n: 0.0300

Channel Invert Elevation: 3496.65 m

10.6.1. Tailwater Rating Curve Plot for Crossing: Seccion circular



10.7. Roadway Data for Crossing: Seccion circular

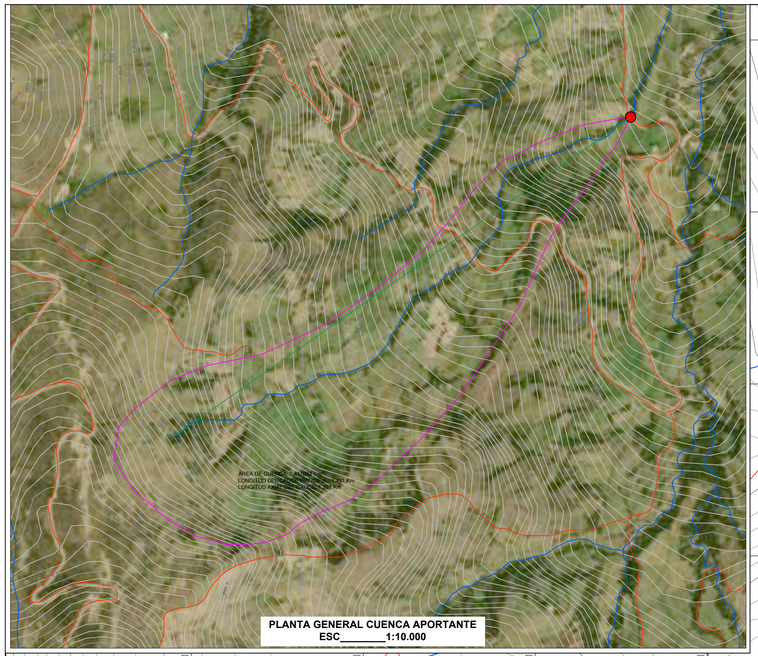
Roadway Profile Shape: Constant Roadway Elevation

Crest Length: 20.00 m

Crest Elevation: 3499.70 m

Roadway Surface: Gravel

Roadway Top Width: 5.00 m



PLANTA GENERAL CUENCA APORTANTE
ESC_____1:10.000

ÁREA DE CUENCA: 0.417083 Km²
LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL: 1.431 Km
LONGITUD AXIAL DEL CAUCE: 1.297 Km

GOBERNACIÓN DE BOYACÁ

PROYECTO:

CONSTRUCCION DE OBRAS DE MITIGACION SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS EN MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE, NEIRA DEPARTAMENTO DE BOYACA

MUNICIPIO DE EL COCUY

CONTIENE:

- PLANTA CUENCA APORTANTE QUEBRADA EL CHUSQUE.

DISEÑO:

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

APROBÓ:

IVAN FERLEY CAMPUSANO
ING ESPECIALISTA EN GESTION AMBIENTAL
M.P. 7120-134729

REVISÓ:

NYS CONSTRUCOL SAS
R/L. SONIA MALENA MARIN SOTELO

APROBO:

CONSORCIO INTEREMERGENCIAS NORTE
R/L. NANCY YASMIN QUIROGA

LOCALIZACIÓN:



CONVENCIONES

- VÍAS
- CURVAS DE NIVEL
- DRENAJE SENCILLO
- IDENTIFICACIÓN CAUCE PRINCIPAL
- ZONA DE INTERVENCIÓN
- DELIMITACIÓN DE CUENCA
- LONGITUD AXIAL

DÍGITO :

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

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

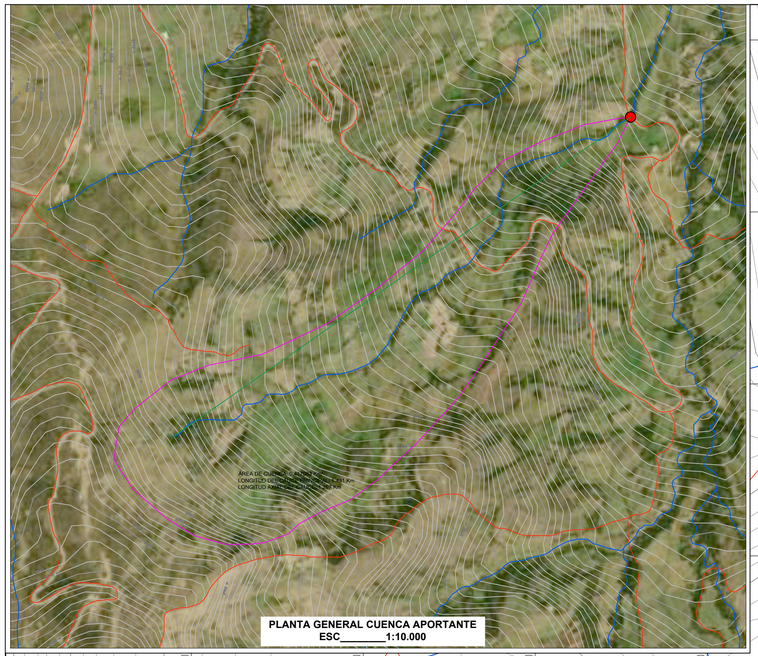
SEPTIEMBRE DE 2023

ARCHIVO DIGITAL :

ANEXO H-3

PLANO Nº 1 DE 1

ESCALA GRÁFICA:
1: 5.000
0 50 100 150 200 250 500 (m)



PLANTA GENERAL CUENCA APORTANTE
ESC_____1:10.000

ÁREA DE CUENCA: 0.417083 Km²
LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL: 1.431 Km
LONGITUD AXIAL DEL CAUCE: 1.297 Km

ESCALA GRÁFICA:
1: 5.000
0 50 100 150 200 250 500 (m)

GOBERNACIÓN DE BOYACÁ

PROYECTO:

CONSTRUCCION DE OBRAS DE MITIGACION SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS EN MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE, NEIRA DEPARTAMENTO DE BOYACA

MUNICIPIO DE EL COCUY

CONTIENE:

- PLANTA CUENCA APORTANTE QUEBRADA EL CHUSQUE.

DISEÑO:

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

APROBÓ:

IVAN FERLEY CAMPUSANO
ING ESPECIALISTA EN GESTION AMBIENTAL
M.P. 7120-134729

REVISÓ:

CONSORCIO INTEREMERGENCIAS NORTE
R/L Ing. NANCY YASMIN QUIROGA

APROBO:

LOCALIZACIÓN:



CONVENCIONES

- VÍAS
- CURVAS DE NIVEL
- DRENAJE SENCILLO
- IDENTIFICACIÓN CAUCE PRINCIPAL
- ZONA DE INTERVENCIÓN
- DELIMITACIÓN DE CUENCA
- LONGITUD AXIAL

DÍGITO :

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

ESCALA :

INDICADA

FECHA :

SEPTIEMBRE DE 2023

ARCHIVO DIGITAL :

ANEXO H-3

PLANO Nº 1 DE 1

APROBACIÓN ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

Tunja, 09 de octubre de 2023

Señores:
GOBERNACIÓN DE BOYACÁ
Departamento de Boyacá

Yo, **IVAN FERLEY CAÑÓN PÁEZ**, Ingeniero Sanitario y Ambiental, Especialista en Gestión Ambiental, con Matrícula Profesional No. **15236-098708**, debidamente registrado del consejo profesional nacional de Ingeniería, **APRUEBO** el estudio Hidrológico e Hidráulico elaborado por **JEISSON ARNULFO SIERRA LEÓN** ingeniero Ambiental e ingeniero Sanitario con Matrículas Profesionales No. **15237-437151 BYC** y **15238-437150 BYC**. El presente estudio cumple con las recomendaciones del **Instituto Nacional de Vías (INVIAS)** y de acuerdo con la necesidad del proyecto en particular, para el contrato cuyo objeto es: **"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN SOBRE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL AFECTADA POR TEMPORADA DE LLUVIAS EN MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CENTRO, NORTE, GUTIERREZ, LENGUPA, RICAURTE, NEIRA DEPARTAMENTO DE BOYACÁ". MUNICIPIO CHITARAQUE - BOYACÁ**

Acepto y reconozco que la revisión efectuada por la Gobernación de Boyacá no constituye una aprobación al Estudio Hidrológico e Hidráulico, sino una verificación del cumplimiento de las recomendaciones del **Instituto Nacional de Vías (INVIAS),** vigentes.

Atentamente,



IVÁN FERLEY CAÑÓN PÁEZ
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL
ESPECIALISTA EN GESTIÓN AMBIENTAL
M.P. 15236-098708