	INSTITUTO NACIONAL DE VIAS **PROCESO MISIONAL EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE** **MANUAL DE INTERVENTORÍA OBRA PÚBLICA** **SOLICITUD DE ADICIÓN Y/O MODIFICACIÓN Y/O PRÓRROGA CONTRATO DE OBRA**	CÓDIGO	MEPI-MN1-IN-12-FR-1
		VERSIÓN	1
		PÁGINA	

FECHA: 19/06/2024 (Día / Mes / Año)

ADICIÓN ☐ **MODIFICACIÓN** ☐ **PRÓRROGA** ☑

UNIDAD EJECUTORA: SUBDIRECCION DE VIAS REGIONALES **DIRECCIÓN TERRITORIAL:** CAUCA

RESPONSABILIDAD

1. Mediante la suscripción del presente formato, el contratista y el interventor asumen plena responsabilidad por la veracidad de la información contenida.
2. El Interventor debe justificar las causas que originan la solicitud de la adición y/o modificación y/o prórroga del contrato de obra.

ANTECEDENTES

CONTRATO DE OBRA No. 3178 DE 2023 (Indicar número de contrato y año)

CONTRATISTA: CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES DARLEV SAS (Nombre o razón social del Contratista)

OBJETO DEL CONTRATO DE OBRA: MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DEL CORREDOR VIAL TERCIARIO VEREDAS LA PLAYA Y VILLA MARIA MUNICIPIO DE LA VEGA – CAUCA PROGRAMA COLOMBIA RURAL

CONTRATO DE INTERVENTORÍA No. 3551 DE 2023 (Indicar número de contrato y año)

INTERVENTOR: CONSORCIO INTERVIAL LA VEGA

PLAZO INICIAL DEL CONTRATO: HASTA EL 31 DE DICIEMBRE DE 2023 (Indique el plazo del contrato principal)

FECHA DE INICIO DEL CONTRATO: 4/12/2023 (Día / Mes / Año)

MODIFICACIONES: N/A

Modificación No.	Fecha	Breve descripción

PRÓRROGAS:

Contrato Adicional No.	Fecha	Periodo	
		Desde (Día/Mes/Año)	Hasta (Día/Mes/Año)
3551-1-2023	7/03/2024	7/03/2024	24/06/2024

SUSPENSIONES Y AMPLIACIONES DE SUSPENSIÓN: N/A

ACTA DE SUSPENSIÓN No.	ACTA DE AMPLIACIÓN SUSPENSIÓN No.	FECHA DEL ACTA	PERIODO DE SUSPENSIÓN		FECHA REANUDACIÓN
			DESDE	HASTA	
1		29/12/2023	29/12/2023	31/01/2024	1/02/2024
	1	1/02/2024	1/02/2024	4/03/2024	5/03/2024

FECHA DE VENCIMIENTO ACTUAL: 24/06/2024 (Indicar Día/Mes/Año)
(Teniendo en cuenta las prórrogas y suspensiones)

VALOR INICIAL DEL CONTRATO: $ 1.233.865.375,00 **50% EN SMMLV:** 531,84
(Indicar el 50% del valor inicial expresado en salarios mínimos del año de suscripción del contrato)

VALOR ADICIONES

Contrato Adicional No.	Fecha	Valor	SMMLV del Año de la Adición
N/A			

VALOR ACUMULADO DEL CONTRATO: $ 1.233.865.375,00
(Indicar el valor teniendo en cuenta las adiciones)

	INSTITUTO NACIONAL DE VIAS **PROCESO MISIONAL EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE** **MANUAL DE INTERVENTORÍA OBRA PÚBLICA** **SOLICITUD DE ADICIÓN Y/O MODIFICACIÓN Y/O PRÓRROGA CONTRATO DE OBRA**	CÓDIGO	MEPI-MN1-IN-12-FR-1
		VERSIÓN	1
		PÁGINA	

FECHA: 19/06/2024 (Día / Mes / Año)

OBJETO DE LA SOLICITUD

A través de la comuniciación OF-INTERVIAL-023 del 6/06/2024 el CONSORCIO INTERVIAL LA VEGA, recomendó al Instituto Nacional de Vías - INVIAS prorrogar el Contrato de Obra No. 3178 de 2023, toda vez que se presentaron causas ajenas al Instituto, Contratista e Interventoría que no le son para nada atribuibles a ninguno de los anteriores, lo anterior teniendo en cuenta lo manifestado en el comunicado DAR-CAU- 24 -2024 de la firma CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES DARLEV SAS en la que solicita prórrogar el contrato de obra hasta el 31 de octubre de 2024 de acuerdo a las siguientes consideraciones.

Una vez reanudado el plazo de contrato se procedió a continuar con la REVISIÓN, AJUSTE A LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS BASE DE LA CARTILLA COLOMBIA RURAL, la cual es el fundamento de las obras predimensionadas a ejecutar, dentro de este ítem contemplado en el contrato de obra se realizaron los estudios de topografía, suelos hidrología, hidráulicos, de socavación y ensayos a los suelos para la cimentación de la estructura. En razón a que estos estudios no se pueden realizar de manera simultánea su realización se efectuó entre el 7 de marzo y el 15 de abril de 2024. Con la información de los estudios de suelos, hidrología, hidráulicos y de socavación se estableció la altura de los estribos, la cual supera la máxima contemplada en la cartilla del INVIAS, por lo tanto, se requirió realizar un diseño estructural para la construcción del puente, lo cual se ejecutó entre el 15 y el 30 de abril de 2024.

Una vez culminada esta etapa y teniendo en cuenta que se suscribieron actas de recibo parcial de estudios y diseños entre contratista e inteventoría se procedió a dar inicio a las actividades de construcción, dentro de las cuales se encuentra la construcción de un puente con vigas metálicas y tablero en concreto reforzado, cimentado sobre caisson de 1,2m de diámetro que no estaban contempladas en el contrato inicial, lo anterior debido a las recomendaciones de los especialistas.

Por lo descrito anteriormente, se puede evidenciar que la etapa de revisión y ajuste de estudios y diseños demando mas tiempo del esperado, adicionalmente, es necesario llevar a cabo actividades de construcción no contempladas, lo que conlleva la necesidad de ampliar el plazo del contrato de obra hasta el 31 de octubre de 2024 para culminar la totalidad de las metas fisicas del proyecto.

A continuación se relaciona cronograma de las actividades a ejecutar en el tiempo solicitado.

	2024				
DESCRIPCIÓN	**24 a 30 de junio**	**jul**	**ago**	**sep**	**oct**
Construccion de puente de 16m con vigas metalicas y tablero de concreto reforzado					
Instalacion de 600m3 de afirmado en sitios críticos					

(Indicar las actividades proyectadas a desarrollar y su localización, objeto de la presente solicitud)

DISCRIMINACIÓN DEL VALOR ADICIONAL Y/O REDISTRIBUCIÓN DE RECURSOS SOLICITADOS

Formulario 1		**Valor actualizado última Minuta de Modificación Contractual No.___ Fecha: _____**	**Valor solicitado**	**Valor actualizado presente solicitud**
Descripción	**Valor inicial**			
Valor Total				

AVANCE FÍSICO DE OBRA

Hasta el mes de mayo de 2024 (mes anterior a la presente solicitud) (año) la obra presenta un avance físico ejecutado del 0,00% (Indique en este espacio el porcentaje de avance físico real al mes anterior a la presente solicitud)
contra el avance programado del 40,12%
(Indique en este espacio el porcentaje de avance programado al mes anterior a la presente solicitud)

AVANCE INVERSIÓN DE OBRA

Inversión programada acumulada: $0 (Indicar solo la inversión en ítems de obra al mes anterior a la presente solicitud)
$ - (Indicar solo la inversión en ítems de obra al mes anterior a la presente solicitud)

RESUMEN FINANCIERO CONTRATO DE OBRA

Inversión Total Ejecutada (incluido IVA): 0,00
(Incluye todas las actividades del contrato tales como obra, estudios y diseños, gestión predial, ambiental, social, al mes anterior a la presente solicitud)

Valor anticipo otorgado: $ 0,00 (mes anterior a la presente solicitud)
Valor amortizado: 0,00 (mes anterior a la presente solicitud)
Saldo por amortizar: 0,00 (mes anterior a la presente solicitud)

Valor facturado (Incluido IVA) $ - (mes anterior a la presente solicitud) (año)
Último mes facturado: (Indicar mes y año)

Saldo por ejecutar (Incluido IVA): $ 1.233.865.375,00 (mes anterior a la presente solicitud)

PROCESOS DE MULTAS Y SANCIONES

No aplica

	INSTITUTO NACIONAL DE VIAS **PROCESO MISIONAL EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE** **MANUAL DE INTERVENTORÍA OBRA PÚBLICA** **SOLICITUD DE ADICIÓN Y/O MODIFICACIÓN Y/O PRÓRROGA CONTRATO DE OBRA**	CÓDIGO	MEPI-MN1-IN-12-FR-1
		VERSIÓN	1
		PÁGINA	

FECHA	19/06/2024 (Día / Mes / Año)

JUSTIFICACIÓN DE LA INTERVENTORÍA PARA APROBACIÓN DE LA PRESENTE SOLICITUD

TÉCNICA:

Se considera viable la solicitud de Prórroga del contrato de obra 3178 de 2023 hasta el 31 de octubre de 2024, toda vez que el plazo contractual vigente es insuficiente para de ejecutar la construccion de obras de mejoramiento y mantenimiento. En lo que respecta a las actividades de mejoramiento corresponde a la construccion de un puente de 16m con vigas metálicas y tablero en concreto reforzado, cimentado sobre caisson de 1.2 m de diámetro. Respecto a las obras de mantenimiento se propone realizar el suministro e instalacion de 600 m3 de afirmado en los sitios criticos del corredor vial terciario que comunica a las veredas LA PLAYA - VILLAMARIA, en el municipio de LA VEGA - CAUCA. Por lo anterior se solicita ampliar el plazo vigente del contrato en comento para garantizar la ejecución a satisfacción de las obras.

JURÍDICA:

Se considera viable jurídicamente la presente prórroga, con fundamento en el estatuto general de contratación de la administración pública.

FINANCIERA: (Describa los conceptos de inversión que justifiquen la presente adición y/o prórroga y/o modificación)

La presente solicitud de Prórroga no requieren recursos adicionales.

PRESUPUESTAL: (Describa la asignación de recursos presupuestales disponibles en la Entidad que respaldan la presente solicitud)

No aplica

AMBIENTAL Y/O SOCIAL Y/O PREDIAL Y/O SOSTENIBILIDAD: (Si aplica)

No aplica

OTRAS JUSTIFICACIONES QUE AMERITEN LA SOLICITUD DE ADICIÓN Y/O MODIFICACIÓN Y/O PRÓRROGA: (Si aplica)

No aplica

OTROS DOCUMENTOS QUE SOPORTAN LA SOLICITUD: (Si aplica)

Oficio DAR-CAU- 24 -2024 del 6/06/2024 mediante el cual el contratista de obra solicita prórroga del contrato 3178 de 2023

Notas:

1. Para el caso de adición se deben anexar el proyecto de: Acta de Modificación, Reprogramación al Programa de Inversiones y Programa de Obra actualizado, documentos que deben ser firmados por el Contratista y el Interventor.
2. Para el caso de prórroga, se deben anexar el proyecto de Reprogramación al Programa de Inversiones y el Programa de Obra actualizado, documentos que deben ser firmados por el Contratista y el Interventor.
3. Es responsabilidad de la Interventoría presentar las justificaciones técnica, jurídica, financiera, presupuestal, ambiental, social, predial, sostenibilidad y otros según el caso que respalden la solicitud de adición y/o prórroga y/o modificación, las cuales serán presentadas ante el Comité de Contratación del INVIAS.
4. Cuando se trate de contrato adicional en valor, la justificación debe contener la distribución de los recursos a adicionar entre las actividades pactadas en el contrato (obra básica, ajustes, provisiones si es del caso, etc., indicando el valor correspondiente al IVA). Es responsabilidad del Contratista y del Interventor garantizar que la distribución de recursos propuesta con la adición solicitada cubra todas las actividades requeridas.
5. La justificación presentada por la Interventoría debe tener en cuenta: las cláusulas contractuales, el pliego de condiciones y la matriz de riesgos del contrato de obra.

Firma
Nombre: ANTONIO JOSE VALBUENA RUIZ
Representante Legal o Apoderado
Contratista
Matrícula Profesional No.:15219-29050 BYC

Firma
Nombre: YURY CATALINA SANABRIA PEÑA
Representante Legal o Apoderado
Interventoría
Matrícula Profesional No.:68202-356095

Vo.Bo.Firma
Nombre: EDWIN DEIBY TROCHEZ ESCOBAR
Supervisor del Contrato de Interventoría
Matricula Profesional No 19202-218012 CAU

Vo.Bo.Firma
Nombre:LUIS EDUARDO LEDEZMA RAMOS
Director Territorial (E.)
Matricula Profesional No 19202-798553 CAU

Vo.Bo.Firma
Nombre: MONICA MARITZA BENAVIDEZ GONZALES
Gestor Técnico de Proyecto
Matricula profesional No. 52202-86637 CPN

Vo.Bo.Firma
NOMBRE: ANGIE LIZETH SEPULVEDA SANCHEZ
Abogado Unidad Ejecutora

Firma:
Nombre:
Titular Gerencia: _____
Matrícula Profesional No.:

Firmado digitalmente por MARY LORENA SAYAGO BOTELLO
Firma
Nombre:MARY LORENA SAYAGO BOTELLO
Jefe Unidad Ejecutora
Matrícula Profesional No.: 25202-75543 CND

Original: Archivo de Gestión del INVIAS.
Copias: Unidad Ejecutora, Contratista, Interventor, Dirección Territorial y Subdirección de Sostenibilidad.

Bogotá D.C., 06 de junio de 2024

DAR-CAU- 24 -2024

Señores
CONSORCIO INTERVIAL LA VEGA 2023
Atentamente Ing. Yury Catalina Sanabria Peña
Representante Legal.
Dirección: Calle 32 No. 8-41 Barrio cañaveral
Floridablanca - Santander

REFERENCIA: Solicitud de prorroga No2 contrato No. 3178 de 2023. Objeto: "MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DEL CORREDOR VIAL TERCIARIO VEREDAS LA PLAYA Y VILLA MARIA MUNICIPIO DE LA VEGA – CAUCA PROGRAMA COLOMBIA RURAL"

Respetados señores.

Cordialmente solicitamos conceder prórroga hasta el 31 de octubre de 2024, para la terminación y entrega de las obras objeto del contrato No 3178 de 2023, con base en las siguientes causales:

1. Mediante resolución 2491 el día 24 de Julio de 2023 se adjudicó la licitación pública LP-DEO-SVR-026-2023 cuyo objeto es: "MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DEL CORREDOR VIAL TERCIARIO VEREDAS LA PLAYA Y VILLA MARIA MUNICIPIO DE LA VEGA – CAUCA PROGRAMA COLOMBIA RURAL" y con fecha 7 de septiembre se firmó el contrato No. 3178 de 2023.

2. En espera de que se adjudicara el contrato de interventoría y se surtieran los demás requisitos de legalización del contrato de obra, el día 19 de diciembre de 2023 se impartió la orden de inicio del contrato de obra.

3. Durante la REVISIÓN, AJUSTE A LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS BASE DE LA CARTILLA COLOMBIA RURAL la cual es el fundamento de las obras predimensionadas a ejecutar, dentro este item contemplado en el contrato de obra se adelantarón los estudios de topografía, suelos, hidrología, hidráulicos y de socavación y ensayos de suelos para la cimentación de la estructura y garantizar su estabilidad. En razón a que estos estudios no se pueden realizar de manera simultánea su realización se efectuó entre el 7 de marzo y el 15 de abril de 2024. Con la información de estos los estudios de suelos, hidrología, hidráulicos y de socavación se estableció la altura de los estribos, la cual supera la máxima contemplada en la cartilla del INVIAS, por lo tanto, se requirió realizar un diseño estructural para la construcción del puente, lo cual se ejecutó entre el 15 y el 30 de abril de 2024.

4. Una vez culminada esta etapa y teniendo en cuenta que se suscribieron actas de recibo parcial de estudios y diseños entre contratista e interventoría, se procedió a dar iniciación de las actividades de construcción.

De lo anterior, puede concluirse que para garantizar la estructura del puente fue indispensable elaborar estudios de: suelo, hidrología, hidráulicos y de socavación y elaborar el diseño estructural, lo cual demando mayor tiempo del previsto inicialmente para REVISIÓN, AJUSTE Y/O ACTUALIZACIÓN Y/O MODIFICACIÓN Y/O COMPLEMENTACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS disminuyendo de manera sustancial el plazo previsto para la realización de las actividades de obra, razón por la cual se solicita conceder prórroga para la terminación y entrega de las obras.

Teniendo en cuenta los argumentos expuestos anteriormente, se requiere de un plazo adicional hasta el 31 de octubre de 2024, para la realización de todas las actividades constructivas objeto del contrato.

Se presentan el siguiente cronograma de ejecución propuesto para el desarrollo del contrato.

	2024				
DESCRIPCIÓN	**24 a 30 de junio**	**jul**	**ago**	**sep**	**oct**
Construccion de puente de 16m con vigas metalicas y tablero de concreto reforzado					
Instalacion de 600m3 de afirmado en sitios criticos					

Se anexa:

- Estudio de suelos.
- Estudio hidrológico, hidráulico y socavación.
- Diseño Estructural.

Cordialmente,



ANTONIO JOSÉ VALBUENA RUIZ
C.C. 1.068.747 de Güicán
Rep. Legal CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES DARLEV SAS
CL 74 No. 15 - 80 INT 2 OFC 612 - BOGOTÁ D.C.
TELEFONOS (1) 5837681 -3152663420

ESTUDIO DE SUELOS PUENTE VEREDA VILLA MARIA CABECERA MUNICIPAL DE LA VEGA DEPARTAMENTO DEL CAUCA.

MARÍA LIGIA YARCE
ING. CIVIL M.P.19202218026 CAU
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
JAIME PALECHOR
GEOTECNOLOGO
M.P.19516019391 CAU
MARZO DE 2023.

TABLA DE CONTENIDO.

INTRODUCCION. 1

1. OBJETIVOS. 2

1.1 OBJETIVO GENERAL. 2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 2

2. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCION DEL PROYECTO. 3

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 5

3. GEOLOGIA REGIONAL. 6

3.1 GEOLOGIA ESTRUCTURAL. 7
3.2 ESTRATIGRAFIA. 8
3.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL. 9
3.4 GEOMORFOLOGÍA. 10
3.5 AMENAZAS GEOLÓGICAS 11
3.5.1 Amenaza Volcánica: *11*
4.6.2 Amenaza sísmica. *12*
4.6.3 Amenaza por fenómenos de remoción de masas. *12*

4. METODOLOGÍA. 14

4.1 INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA. 14
4.2 TRABAJOS DE CAMPO. 14
4.3 TECNICAS DE MUESTREO. 18
4.4 MANEJO DE MUESTRAS. 19
4.4.1. Manipulación y cuidado de muestras. *19*

5. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS. 21

5.1 DESCRIPCIÓN SONDEOS. 21
5.2. ARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS Y EFECTOS LOCALES. 24
Arenas y gravas limosas y arcillosas. *24*
5.3 PRESIÓN ADMISIBLE. 34
5.3.1 Capacidad Portante Cimientos Profundos. *35*
5.3.1.2. Carga Lateral y Momento. *39*
5.3.1.3. Módulos de Reacción Lateral (Ksh) y Módulo de Reacción Vertical (Ksp) *41*
5.3.2. Capacidad portante cimentación Corrida. *43*
5.4. INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO. *44*
5.5 ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS. 45
5.5.1. Asentamientos Elástico Cimientos Profundos. *46*

6. SISMOLOGÍA. 49

6.1 DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE DISEÑO PGA, SS Y S1. 50
6.2 DEFINICIÓN DEL TIPO DE PERFIL DE SUELO 54
6.3 DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE SITIO SECCION 3 CCP-14 55

6.4 COEFICIENTE DE IMPORTANCIA. 59
7. ESTABILIDAD DE TALUDES PARA EXCAVACIONES 60
8. EMPULE DE TIERRAS. 62
P = Ko γ z *62*
Donde *62*
8.1.2. Presión Activa. *63*
8.1.3. Presión Pasiva. *65*
8.1.4. Presión Activa para Condiciones Sísmicas *67*
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 69
9.1 SISTEMA DE FUNDACIÓN PROPUESTO 69
9.1.1 Cimientos corridos *70*
9.1.2 Pilotes pre excavados y fundidos en sitio: *70*
71
9.2 ASENTAMIENTOS. 71
9.3 EXCAVACIONES PARA CIMENTACIÓN. 72
9.4 RELLENOS 77
9.5 SUB DRENES. 80
9.6 RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS. 80
9.6.1 CONSTRUCCIÓN DE CIMIENTOS PROFUNDOS. *81*
9. LIMITACIONES. 85
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 86
ANEXO 1. 87
MEMORIAS DE CALCULO. 87

LISTA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 . LOCALIZACIÓN REGIONAL MUNICIPIO DE LA VEGA EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA. 5
ILUSTRACIÓN 2 . IMAGEN SATELITAL SECTOR EL MOLINO. 5
ILUSTRACIÓN 3. MAPA GEOLÓGICO VEREDA VILLA MARIA. 9
ILUSTRACIÓN 4. AMENAZA POR EL VOLCÁN SOTARÁ 12
ILUSTRACIÓN 5. LOCALIZACIÓN DE SONDEOS SECTOR EL MOLINO VEREDA VILLA MARIA LA VEGA CAUCA. 16
ILUSTRACIÓN 6. PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEDUCIDO 23
ILUSTRACIÓN 7. PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEDUCIDO PUENTE SECTOR EL MOLINO VEREDA VILLA MARIA. 23
ILUSTRACIÓN 8 VARIACIÓN DE LA HUMEDAD CON LA PROFUNDIDAD. 25
ILUSTRACIÓN 9. VARIACIÓN DE LIMITE LÍQUIDO Y LIMITE PLÁSTICO. 26
ILUSTRACIÓN 10. VARIACIÓN DEL VALOR DE N (GOLPES/PIE) DEL ENSAYO SPT RESPECTO A LA PROFUNDIDAD. 29
ILUSTRACIÓN 11. . DIAGRAMA DE DISEÑO PARA DETERMINAR LA FRICCIÓN LATERAL PERMITIDA EN UN PILOTE. 36
ILUSTRACIÓN 12. DIAGRAMA DE DISEÑO PARA DETERMINAR LA FRICCIÓN LATERAL PERMITIDA EN UN PILOTE. 37
ILUSTRACIÓN 13. ESQUEMA CIMENTACIÓN PROPUESTA 70
ILUSTRACIÓN 14. ESQUEMA CIMENTACIÓN PROPUESTA 71
ILUSTRACIÓN 15. COMPONENTE DE UN SISTEMA DE ENTIBADO 73
ILUSTRACIÓN 16. EXCAVACIÓN MANUAL DE PILAS 83
ILUSTRACIÓN 17- DETALLE DEL REFUERZO EN CIMIENTOS PROFUNDOS 85

LISTA DE TABLAS.

TABLA 1. LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE SONDEO Y COTA DE NIVEL FREÁTICO. 16
TABLA 2. ENSAYOS DE LABORATORIO. 20
TABLA 3. PARÁMETROS DEL SUELO. 24
TABLA 4. CALIFICACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN – FTE NSR-10. 26
TABLA 5. EVALUACIÓN DE COLAPSO 27
TABLA 6. VALORES DE N (GOLPES/PIE) DEL ENSAYO DE SPT PARA LOS SONDEOS REALIZADOS. 28
TABLA 7.COMPACIDAD DEL SUELO COHESIVO ENSAYO SPT 29
TABLA 8. CORRELACIONES DEL ÁNGULO DE FRICCIÓN CON VALORES DE N DEL SPT. 34
TABLA 9. ANGULO DE FRICCIÓN CON VALORES DE N DEL SPT 34
TABLA 10. CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA POR PUNTA SUELOS GRANULARES. 37
TABLA 11. CAPACIDAD DE CARGA PILOTES POR FUSTE SUELOS GRANULARES. 38
TABLA 12. CAPACIDAD DE CARGA TOTAL DE PILOTES ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO Y EVENTO EXTREMO 38
TABLA 13. RESISTENCIA VERTICAL ADMISIBLE. 40
TABLA 14. . *MÓDULOS DE REACCIÓN LATERAL (KSH) Y MÓDULO DE REACCIÓN VERTICAL (KSP)* 42
TABLA 15. CALCULO CAPACIDAD PORTANTE CIMENTACIÓN CORRIDA. 44
TABLA 16. ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS ZAPATAS. 46
TABLA 17 ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS EN PILOTES. 48
TABLA 18. COEFICIENTE DE ACELERACIÓN HORIZONTAL 50
TABLA 19. ACELERACIÓN PICO HORIZONTAL DEL TERRENO (PGA) CON 7% DE PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA EN 75 AÑOS (APROX. 1000 AÑOS DE PERIODO PROMEDIO DE RETORNO) EXPRESADA EN LA ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD (G). FUENTE: CCP-14. 51
TABLA 20. COEFICIENTE DE ACELERACIÓN ESPECTRAL HORIZONTAL PARA UN PERIODO DE VIBRACIÓN DE 0.2 SEG (SS) PARA 5% DE AMORTIGUAMIENTO CRÍTICO Y CON 7% DE PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA EN 75 AÑOS (APROX. 1000 AÑOS DE PERIODO PROMEDIO DE RETORNO) EXPRESADA EN LA ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD (G). FUENTE: CCP-14. 52
TABLA 21. CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO. FUENTE: CCP-14. 55
TABLA 22. VALORES DEL FACTOR DE SITIO FPGA, EN EL PERIODOS DE VIBRACIÓN CERO DEL ESPECTRO DE ACELERACIONES. FUENTE: CCP-14. 56
TABLA 23. VALORES DEL FACTOR DE SITIO FA, EN EL INTERVALO DE PERIODOS DE VIBRACIÓN CORTOS DEL ESPECTRO DE ACELERACIONES. FUENTE: CCP-14. 56
TABLA 24. VALORES DEL FACTOR DE SITIO FV, EN EL INTERVALO DE PERIODOS DE VIBRACIÓN LARGOS DEL ESPECTRO DE ACELERACIONES. FUENTE: CCP-14. 57
TABLA 25. FACTORES DE SITO PUENTE SECTOR EL MOLINO. 58
TABLA 26. COEFICIENTE DE ACELERACIÓN ESPECTRAL Y PERIODO DE VIBRACIÓN 58
TABLA 27. DATOS ESTABILIDAD DE TALUDES A CORTO PLAZO EN CORTE VERTICAL PARA EXCAVACIONES 61
TABLA 28. COEFICIENTE DE PRESION DE LA TIERRA EN REPOSO 63
TABLA 29 PRESIÓN ACTIVA COULOMB Y RANKINE 64
TABLA 30. COEFICIENTE DE PRESIÓN LATERAL PASIVA. 65

TABLA 32. RESISTENCIA VERTICAL DE PILAS PRE EXCAVADAS SECCIÓN CIRCULAR. 70
TABLA 66. TABLA 5. G.B.1 MADERA COLOMBIANAS SEGÚN GRUPO ESTRUCTURAL. 76
TABLA 33. REQUISITOS DE MATERIALES PARA TERRAPLENES 78
TABLA 34. FRANJAS GRANULOMÉTRICAS DEL MATERIAL DE AFIRMADO 79

INTRODUCCION.

A solicitud del Ingeniero Antonio Valbuena se elabora este informe el cual contiene los resultados del Estudio de Mecánica de suelos para la construcción de un puente con una longitud de 15 m ubicado en la vereda Villa Maria Sector el Molino municipio de la Vega.

El estudio se ha ejecutado con la finalidad de examinar las propiedades geotécnicas del suelo y aplicarlas de manera eficiente al diseño de la cimentación de las construcciones que conforman el proyecto y demás estructuras que se vean influidas por el suelo.

Para efectuar el estudio se realizaron trabajos de campo los cuales consistieron en hacer una exploración del terreno mediante sondeos obteniendo muestras que permitirán obtener el perfil estratigráfico. A las muestras extraídas se le realizaran los respectivos ensayos de laboratorio de mecánica de suelos, y con los resultados obtenidos se hace un análisis de las condiciones físicas y mecánicas de los diferentes estratos encontrados en el terreno, se calcula la capacidad portante para el diseño y la construcción de la cimentación de las obras proyectadas, y se definen recomendaciones constructivas.

Para la elaboración de este estudio se han seguido las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistentes NSR 10 A.2.4 y H.2.1, Ley 400 de 1997 y Ley 1229 de 2008, las Normas Técnicas Colombianas y de la Sociedad Americana para Ensayos de Materiales y el código Nacional de Puentes CCP-2015-INVIAS.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

1. OBJETIVOS.

1.1 OBJETIVO GENERAL.

Realizar la exploración del subsuelo para obtener muestras que permitan realizar el análisis de las características geotécnicas de los suelos encontrados sobre el sector y determinar así la estratigrafía del subsuelo hallado en la zona donde se proyecta construir un puente vehicular en el sector el Molino vereda Villa Maria municipio de la Vega Cauca.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos particulares del presente estudio son:

- Analizar las propiedades mecánicas de los suelos extraídos, como lo son: límites de consistencia, granulometría, compresión simple, pesos unitarios y humedades, a fin de obtener parámetros de cálculos para los diseños de las estructuras u obras a realizar.

- Determinar el perfil estratigráfico del suelo presente en el área de estudio.

- Determinar la cota del nivel freático existente o filtraciones de agua de llegar a encontrarse.

- Analizar la capacidad portante del terreno y recomendar las presiones de contacto que garanticen la estabilidad de las obras.

- Realizar el estudio de estabilidad de taludes que se encuentran en la zona de construcción

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

2. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCION DEL PROYECTO.

El estudio, parte de la necesidad de determinar parámetros geotécnicos de la zona donde se proyecta la construcción del puente vehicular ubicado en el sector el Molino Vereda Santa Maria Corregimiento de Santa Bárbara municipio de la Vega Cauca, el sector determinado para los sondeos se concentra sobre los lugares donde se plantea la construcción del puente vehicular.

El municipio de la Vega está ubicado en la república de Colombia 119 Km, de la ciudad de Popayán, al sur-oriente del departamento del Cauca, en las estribaciones del Macizo Colombiano, limitando al norte con el Municipio de la Sierra y Sotará; al oriente con el departamento del Huila; al sur con los municipios de San Sebastián y Almaguer y al occidente con los municipios de Sucre y Patía. Por estar dentro del Departamento del Cauca, se encuentra totalmente dentro de la Zona Tropical o Ecuatorial, con altas temperaturas y bajas presiones durante todo el año; sin estaciones. Sólo presenta un periodo estacionario al año con dos subperíodos: Uno seco, que se denomina sequía (verano) y otro en el que llueve con mayor frecuencia e intensidad que se denomina lluvias (invierno).

El municipio de La Vega tiene una extensión de 484 Km2, Su altura promedio sobre el nivel del mar es de 2.272 metros.

La vereda Villa Maria pertenece al corregimiento de Santa Bárbara, este corregimiento se encuentra al occidente del municipio a 1670 m de altitud con una temperatura promedio de 22°C. Limita al norte con el corregimiento de Altamira, al sur con la cabecera Municipal, al occidente con los corregimientos del Diviso y Santa Rita y al oriente con la cabecera Municipal.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA



Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Ilustración 1 . Localización regional municipio de La Vega en el Departamento del Cauca.

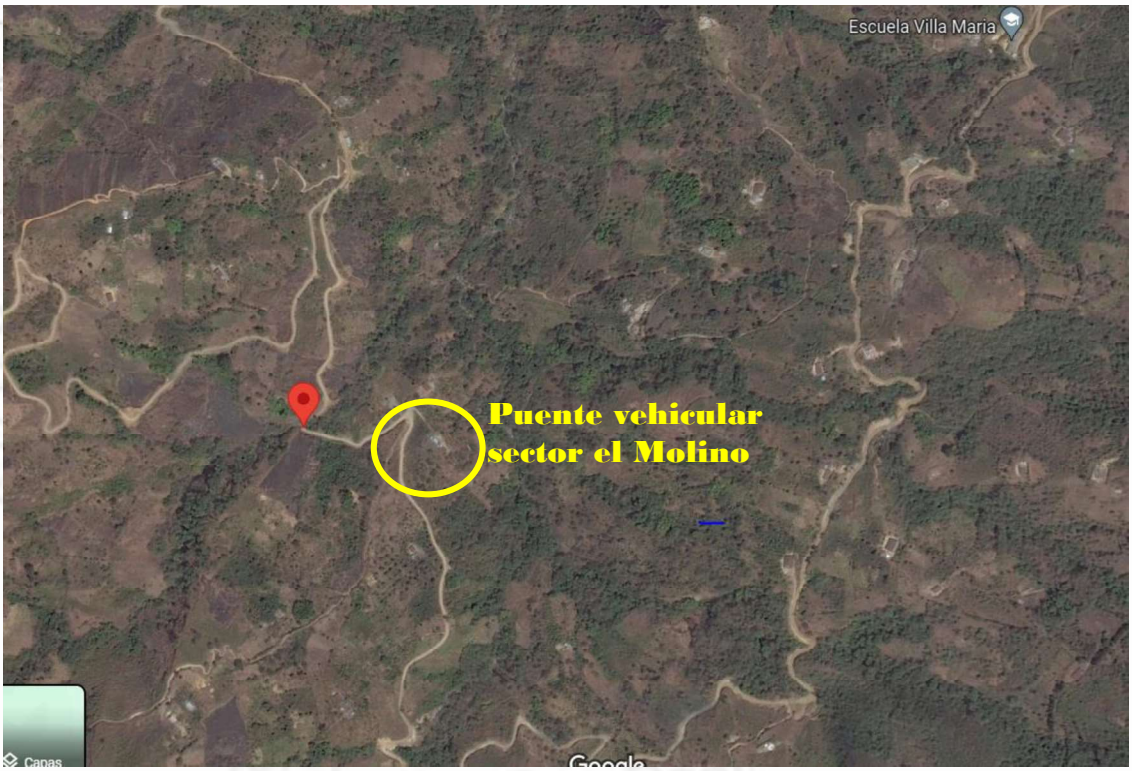


Ilustración 2 . Imagen satelital sector El Molino.

Fuente: adaptación Google Earth.

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto considera la construcción de un puente vehicular sobre El rio Molino, en concreto reforzado y vigas pre esforzadas que comunica la a vía principal de Santa bárbara a La Vega, la distancia que salva es 16 m su uso es vehicular con una franja para que transiten los peatones, el sistema constructivo a emplear es in situ, corresponde a un puente de calzada superior. Su sistema estructural estará conformado por una superestructura constituida por una losa y vigas en concreto reforzado simplemente apoyadas y la subestructura conformada por estribos y aletas de concreto reforzado.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

3. GEOLOGIA REGIONAL.

La topografía actual del Departamento del Cauca es el resultado del levantamiento de la cadena andina que bordea la parte occidental de sur América cuya historia geológica es compleja. Esta historia corresponde a dos rasgos geológicos: un conjunto de rocas sialicas (paleozoicas y precámbricas) representadas por las rocas metamórficas de la cordillera central y un complejo de rocas de naturaleza simatica (cretáceas) ubicadas al occidente de aquellas y separadas entre sí por una de las fallas pertenecientes al sistema fundamental de Romeral. Como consecuencia del proceso de acreción continental, se desarrollaron las cuencas de sedimentación, cretáceas y terciarias y se originó el plutonismo del mesozoico y cenozoico. Junto con estos procesos vino el desarrollo de las grandes fallas y el levantamiento de las cordilleras hasta conformar el estado geológico actual. Como consecuencia de esta evolución en el departamento del Cauca, se presentan cinco regiones geográficas y litográficas que son: 1) la región de la llanura Pacífica; 2) las estribaciones orientales de la cordillera Centro Oriental; 3) la cordillera central; 4) la cordillera Occidental y 5) la depresión Intercordillerana del Cauca – Patía.

Cordillera Central: Formada inicialmente por rocas metamórficas e ígneas, cubiertas posteriormente en extensiones considerables por productos derivados de la activad de los volcanes: Puracé, Sotará y Huila. Entre las rocas metamórficas más antiguas de esta cordillera, se encuentran Los esquistos, de edad paleozoica, localizadas de preferencia en las zonas de mayor altitud de los municipios de Almaguer, La Vega y Bolívar. Estos esquistos, de acuerdo con la descripción de Paris y Marín (1979), están compuestos por

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

sericita y clorita, plagioclasa y gran cantidad de material carbonáceo. En el flanco occidental de la Cordillera Central, los materiales del cuaternario están representados.

por aluviones heterométricos de los ríos principales y por materiales coluvio aluviales depositados al pie de las laderas en toda el área montañosa. Los depósitos glaciales son frecuentes en las partes más altas de la cordillera, generalmente se encuentran asociados en turbas. Estos depósitos glaciales no presentan ninguna estratificación y se encuentran formados por una mezcla de arcilla, Limo, Arena, Grava y cantos de pórfidos estriados; todos estos materiales detríticos corresponden a rocas metamórficas y volcánicas.

El municipio de La Vega se encuentra localizado en el flanco occidental de la Cordillera Central. El núcleo de esta cordillera y su borde oriental están conformados por rocas tipo macizo pertenecientes al Escudo Guayanés, representados por neises cuarzo feldespáticos, anfibolitas y migmatitas; esta unidad esta suprayacida por metasedimentos paleozoicos, cuerpos intrusivos y volcánicos del Jurásico (Orrego (5). Su flanco occidental está conformado por secuencias Mesozoicas que están en contacto tectónico contra conjuntos metasedimentarios del Paleozoico.

3.1 GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

Las unidades se ven divididas por una serie de cizallamientos que se presentan principalmente en sentido NS o EW. En el trabajo descriptivo de las planchas 364 y 387 se propone que la zona de Dolores (rosas) y aledañas está relacionada directamente a las áreas de cizallamiento de los sistemas de fallas de Romeral y de Cali – Patía; existen otras que se caracterizan por tener dirección transversal a las anteriores. En el municipio de La Vega las fallas son las únicas estructuras que afectan al conjunto de unidades de roca. Las

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

fallas sirven de límite entre rocas oceánicas del Cretáceo contra metamórficas del Paleozoico.

3.2 ESTRATIGRAFIA.

En la zona de estudio afloran unidades de rocas del Paleozoico Esquistos anfibólicos, cuarzosericíticos, cloríticos y talcosos, y cuarcitas (Mbg6): este cuerpo aparece como un bloque tectónico alargado con buenos afloramientos en el Cerro Bellones y otros sitios de los municipios vecinos. La Unidad se define como un Litodema que intruye tectónicamente a las metamórficas del complejo Arquía. O sea que sus límites o contactos están controlados por fallas regionales. La textura cataclástica en la roca ígnea de grano grueso con cristales de plagioclasa, pethita y abundante cuarzo indica que la roca es de origen metamórfico cataclástico con posibles procesos de magmatismo asociado a una zona de subducción. La edad del cuerpo es desconocida, pero se sospecha que es del Triasico-Jurasico; la unidad se localiza en el flanco occidental de la cordillera centro – oriental, y se extiende hasta las cabeceras de la Quebrada de Juan Ruiz

En la zona de estudio la unidad geológica superficial está definida por rocas meteorizadas pertenecientes al Complejo Arquía constituido por esquistos verdes y metasedimentitas (arenitas, limolitas y arcillolitas carbonosas con bajo metamorfismo). En el sector explorado el proceso de meteorización y/o intemperización es intenso y la roca básicamente se encuentra enmascarada.

En la siguiente ilustración fue tomada del atlas geológico de Colombia escala 1:500.000 Tomada de https://srvags.sgc.gov.co/JSViewer/Atlas_Geologico_colombiano_2020/

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

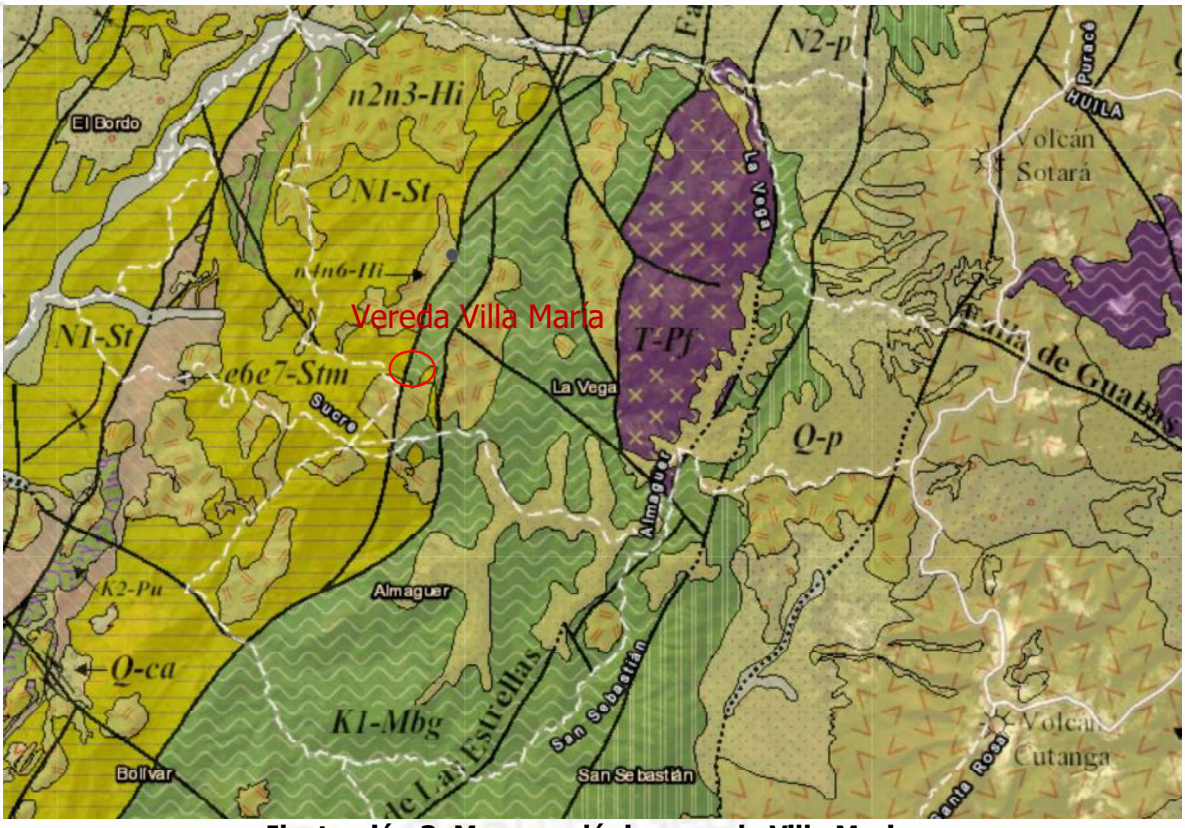


Ilustración 3. Mapa geológico vereda Villa Maria.

3.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

Las unidades se ven divididas por una serie de cizallamientos que se presentan principalmente en sentido NS o EW. En el trabajo descriptivo de las planchas 364 y 387 se propone que la zona de Dolores (rosas) y aledañas está relacionada directamente a las áreas de cizallamiento de los sistemas de fallas de Romeral y de Cali – Patía; existen otras que se caracterizan por tener dirección transversal a las anteriores. En el municipio de La Vega las fallas son las únicas estructuras que afectan al conjunto de unidades de roca. Las

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

fallas sirven de límite entre rocas oceánicas del Cretáceo contra metamórficas del Paleozoico.

3.4 GEOMORFOLOGÍA.

El municipio de la vega se encuentra en zonas de montaña ladera con dominio estructural, denudacional y volcánico, con laderas de pendientes medias a altas, valles relativamente profundos y disectados por drenajes menores. En estas zonas es probable la ocurrencia de caídas de suelo y rocas, flujos de detritos y procesos erosivos como la generación de surcos y cárcavas.

En la superficie se encuentran capas de ceniza volcánica que cubren parcialmente rocas andesiticas, dacitas, esquistos y Cuarzodioritas. En la zona de estudio vereda villa Maria pertenece a la asociación Pancitara, sierras y lomos de presión (Sslp) presenta relieve fuertemente quebrado, vertientes largas y ligeramente convexas. Su origen es relacionado al truncamiento y desplazamiento vertical o lateral por procesos de fallamiento intenso. Afloramientos rocosos localizados en el sector estudiado sector el Molino se puede observar el afloramiento de rocas esquitosas.

Los suelos presentan características superficiales a moderadamente profundos, limitados por rocas. Textura franca y arcillosa, ligera a moderadamente erosionada.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA



Foto 1. Afloramiento de Rocas esquistosas sector el Molino.

3.5 AMENAZAS GEOLÓGICAS

Los factores que podían influir en las amenazas geológicas del área son:

3.5.1 Amenaza Volcánica:

El volcán Sotara, presenta una actividad importante, cuyos habitantes de la podían ser afectados directa o indirectamente por cualquier erupción importante.

En la zona de estudio se presenta una amenaza baja de acuerdo al mapa de amenaza volcánica del volcán sotara actual segunda versión (2019).

La zona de amenaza baja se esperarían sobrepresiones entre 0,7kP a y menores a 1,7kPa, cubriendo un área de 195,6km2.

En la siguiente ilustración se muestra el mapa de amenaza volcánica del sector de estudio.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

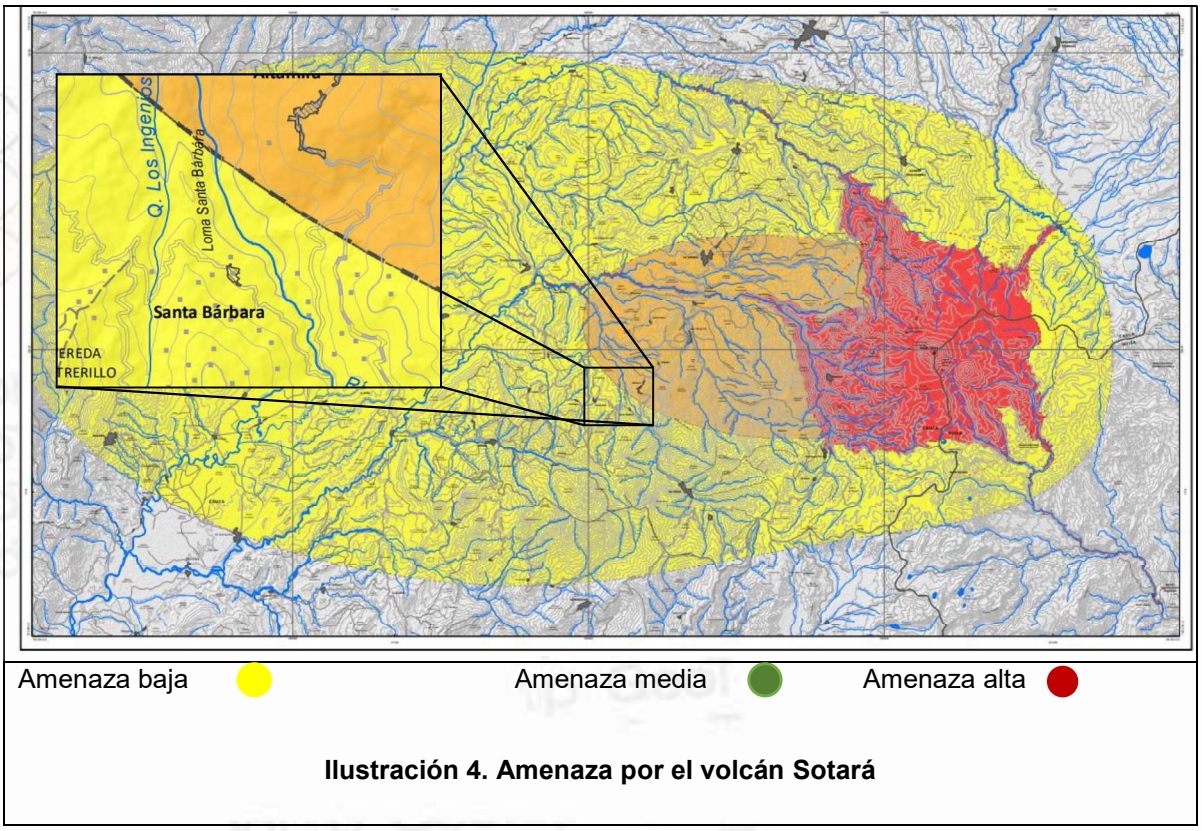


Ilustración 4. Amenaza por el volcán Sotará

4.6.2 Amenaza sísmica.

Dentro del área existente zonas sismogénicas activas, representadas por algunas fallas del Sistema Romeral y por fallas de dirección noroeste. Entre las fallas activas del Sistema Romeral se encuentran Las Estrellas y Cauca-Almaguer.se considera que la amenaza sísmica es alta.

4.6.3 Amenaza por fenómenos de remoción de masas.

La zona en estudio presenta alta amenaza por remoción de masas, debido algunas características de las unidades litológicas como la presencia de esquistos con fábricas de tendencia foliadas y rocas de falla, un relieve montañoso de altas pendientes en un

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

dominio geomorfológico estructural, suelos altamente susceptibles a deslizamientos y coberturas de tierra mediana a altamente susceptibles con máximo dos a tres estratos, sumados a otras como las condiciones de clima, construcción de obras civiles y/o la ocurrencia de sismos hacen más alta la probabilidad de ocurrencia de fenómenos de remoción en masa.

En las siguientes ilustraciones se muestra la amenaza por movimientos en masa en el municipio de La Vega y la amenaza sísmica según NSR-10.

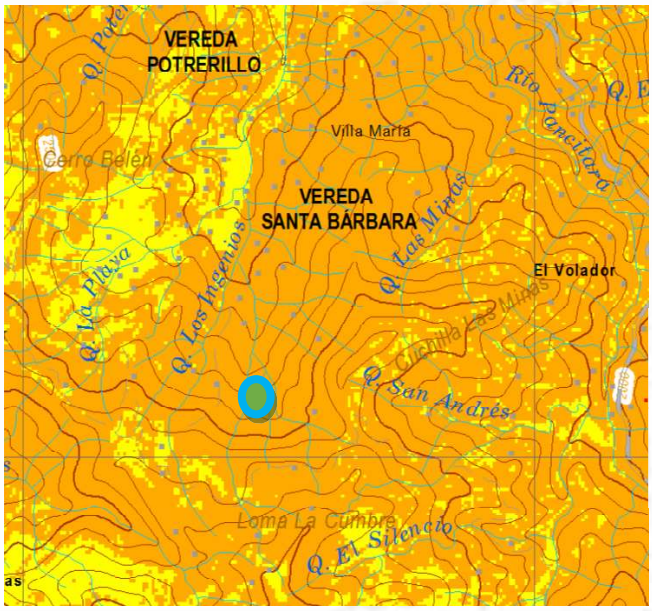


Ilustración 8. Amenaza por Movimientos en Masa del municipio de la vega.

- Zona de intervención
- Muy Alta
- Media
- Baja

Fuente: Geoportal, Servicio Geológico Colombiano

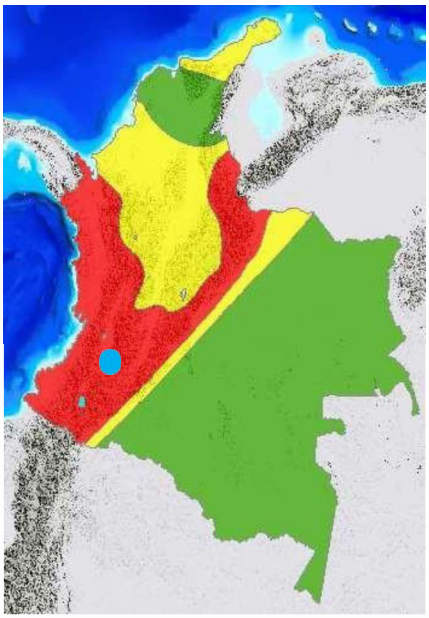


Ilustración 9 Amenaza sísmica según NSR-10

- Zona de intervención
- Alta.
- Intermedia.
- Baja.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

4. METODOLOGÍA.

4.1 INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA.

La evaluación geotécnica en campo determina los diferentes tipos de suelos mediante su estratigrafía, así como la verificación de la posición del nivel freático. Para este proceso se programó la ejecución de las perforaciones y toma de muestras alteradas e inalteradas a diferentes profundidades del estrato, logrando obtener la caracterización de los suelos.

Teniendo en cuenta la información Geológica de la zona y lo expuesto por el código Nacional de puentes y la CCP -14, se procedió a programar los trabajos de campo y ensayos de laboratorio necesarios, con el fin de caracterizar el suelo a intervenir, lo cual permite obtener adecuados parámetros geotécnicos y brindar recomendaciones de cimentación, que, junto con un adecuado diseño estructural y proceso constructivo de las obras de infraestructuras, garantizarán la estabilidad y operación de las obras durante el periodo de diseño.

Cabe aclarar que los sondeos se ubicaron se ubicaron en la zona donde se proyecta la construcción de los estribos,

A continuación, se describen los trabajos de campo a realizar y los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos, que se ejecutaran a las muestras obtenidas en cada uno de los sondeos y apiques.

4.2 TRABAJOS DE CAMPO.

Siguiendo los requerimientos de la norma Colombiana de Puentes CCP-14, las características de la zona y las del proyecto, se programarán los trabajos de auscultación del terreno mediante la exploración directa por medio de dos perforaciones (02), en la zona donde se proyecta la construcción de los estribos, de acuerdo a lo mencionado en la sección 10 Cimentaciones tabla 10.4.2.1 Número mínimo de puntos de exploración y profundidad de la exploración.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

En estas perforaciones los primeros 5 m se realizaron en forma manual y se sacaron muestras inalteradas para ensayo de corte, pero dada la litología de la muestra al extraer se deformaron por lo cual no fue posible realizar el ensayo de corte, para los cálculos de capacidad portante fue necesario realizar correlaciones que se muestran en numeral 5.2.

Tabla 1. Número mínimo de puntos de exploración y profundidad de la exploración.

Cimentaciones superficiales	Para subestructuras, como pilas o estribos, de ancho menor o igual a 30000 mm, mínimo un punto de exploración por subestructura. Para subestructuras con anchos mayores que 30000 mm, mínimo dos puntos de exploración por subestructura. Deben suministrarse puntos adicionales de exploración si se encuentran condiciones superficiales erráticas.	La profundidad de exploración debe ser: • suficiente como para penetrar completamente suelos no aptos para cimentación, por ejemplo, turba, limo orgánico o suelos blandos de grano fino, y alcanzar material competente con capacidad de carga adecuada, por ejemplo, suelo cohesivo rígido a duro, suelo no cohesivo, compacto a denso armonía, o lecho rocos. • Por lo menos a una distancia donde el incremento del esfuerzo debido a la carga de cimentación estimada sea menor que el diez por ciento del esfuerzo efectivo de sobrecarga existente a esa profundidad; y • si el lecho rocoso se encuentra antes de la profundidad requerida por el segundo criterio citado anteriormente, la profundidad de exploración debe ser suficiente para penetrar un mínimo de 30000 mm dentro del lecho rocoso, pero la exploración de la roca debe ser suficiente para caracterizar la compresibilidad del material de relleno de las proximidades de discontinuidades horizontales a discontinuidades horizontales Tenga en cuenta que para condiciones muy variables del lecho rocoso, o en áreas donde sea probable encontrar rocas rodantes muy grandes, puede ser necesario más de 30000 mm de núcleo de roca para verificar que se trata de un lecho rocoso de calidad adecuada. En suelos, la profundidad de exploración debe extenderse por debajo de la cota de elevación proyectada de la punta del pilote hincado o perforado un mínimo de 6000 mm, o un mínimo de dos veces la dimensión máxima del grupo de pilotes, lo que sea mayor. Todas las perforaciones deben extenderse a través de los estratos inapropiados tales como rellenos no consolidados, turba, materiales altamente orgánicos, suelos blandos de grano fino, y suelos sueltos de grano grueso hasta alcanzar materiales duros o densos. Para pilotes apoyados sobre roca, en cada punto de exploración debe obtenerse un mínimo de 3000 mm de núcleo de roca para verificar que la perforación no ha terminado sobre una roca rodante.
Cimentaciones profundas	Para subestructuras como ilas o estribos de puentes, de ancho menor o igual a 30000 mm, mínimo un punto de exploración por subestructura. Para subestructuras con anchos mayores que 30000 mm mínimo dos puntos de exploración por subestructura. Deben suministrarse puntos adicionales de exploración si se encuentran condiciones superficiales erráticas especialmente en el caso de pilotes encajados dentro del lecho rocoso.	

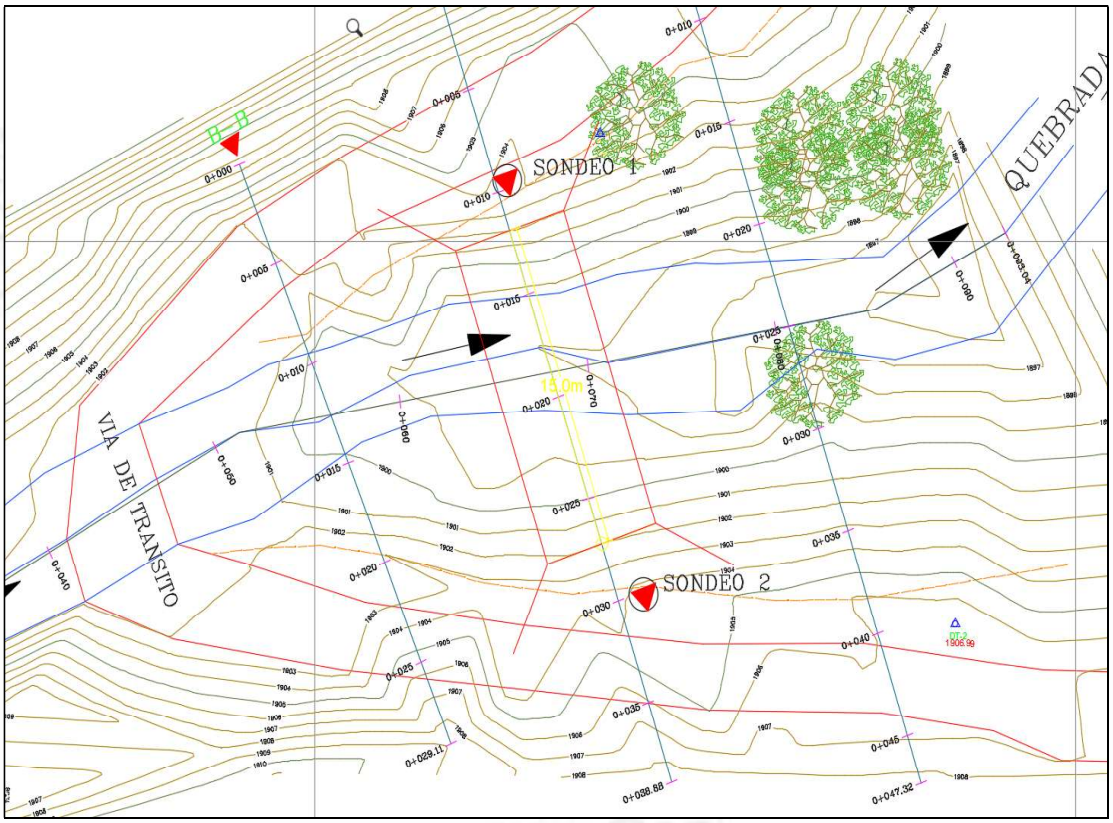
Fuente: Tabla 10.4.2.1 CCP-14

Las perforaciones se realizarán con equipo de perforación mecánica, el método de perforación será rotación con lavado.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

En las siguientes figuras, se muestra la ubicación en planta de las perforaciones y en la tabla 1 se muestran las coordenadas, la profundidad de las perforaciones. En el anexo 1, se muestran las fotografías de las muestras obtenidas.

Ilustración 5. Localización de sondeos sector el Molino Vereda Villa Maria La Vega Cauca.



Fuente : levantamiento topográfico.

Tabla 1. Localización de los puntos de sondeo y cota de nivel freático.

Sondeo	Coordenadas		Profundidad (m)	Cota Nivel freático (m)
	Norte	Este		
S1	717442.803	1026890.128	12	7,0 m
S2	717423.608	1026897.284	12	6.5 m

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

En las siguientes fotografías se muestran las labores de campo realizadas para la obtención de muestras de suelo.



Foto 1. Ejecución del Sondeo No 1.

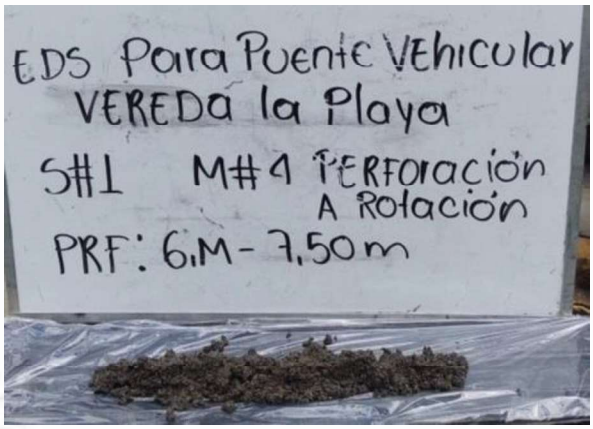


Foto 2. Ejecución de Sondeo No1. Muestra tomada entre 6.0m y 7.50 de profundidad.

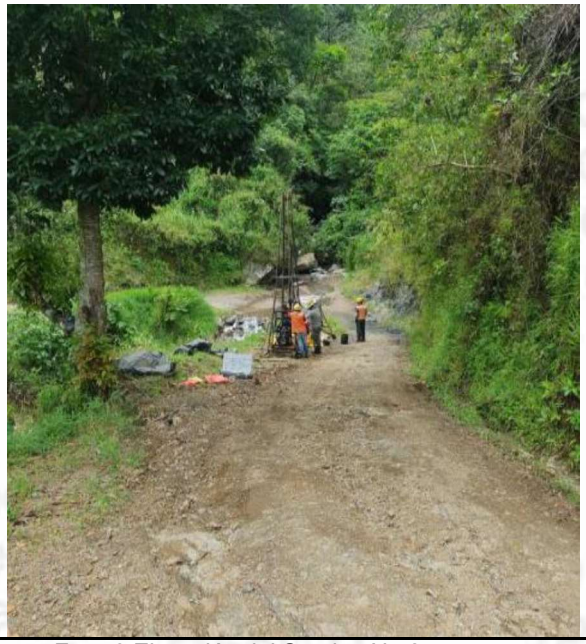


Foto 3 Ejecución del Sondeo No 2.



Foto 2. Ejecución de Sondeo No 2. Muestra tomada entre 9.0m y 10.50 m de profundidad.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

4.3 TECNICAS DE MUESTREO.

La técnica de muestreo para la extracción y manejo de muestras de suelo se describe a continuación:

En terrenos blandos arcillosos, limosos o arenosos con contenido cohesivo, se requiere de la toma de muestras con tubo de pared delgada tipo Shelby, de diámetro interior de 5.08 mm (2") y una longitud mínima de 50 mm, intercaladas con ejecución de ensayos de Penetración Estándar "SPT" y muestreo de cuchar partida, a intervalos no mayores de 1,50 m y/o a cada cambio de estrato. Si por la dureza del material, o por tratarse de arenas sin material cohesivo, resultase inadmisible hincar o recuperar muestras mediante tubo shelby, se avanzará con ensayos de Penetración Estándar "SPT" mediante muestreo con cuchara partida (ASTM D1586) y canastilla interior frontal, a intervalos no mayores de 1,5 metros, hasta cuando se perciba ablandamiento del terreno (en cuyo caso se deberá re-intentar el muestreo con tubo Shelby) o hasta llegar a roca o "rechazo en el SPT".

El criterio de "rechazo" para el ensayo de SPT se define de la siguiente manera:

- 15 golpes para "cero" penetración de la cuchara partida.
- más de 50 golpes para lograr los primeros 15.24 cm (6 in) de penetración de la misma

El Ensayo de Penetración Estándar consiste en una prueba dinámica, que se realiza a medida que se hacen las perforaciones y permite obtener la resistencia del suelo en sitio. La mecánica de la prueba y el equipo a utilizar corresponden a lo descrito en la norma ASTM D 1586-67 y en resumen consiste en hincar en el estrato de interés un muestreador del tipo Cuchara Partida (Split Spoon Sampler) de diámetro 2", golpeándolo con un martillo de 140 Lbs de peso, que se deja caer en forma libre desde 30" de altura, contando el número de golpes necesarios para lograr una penetración de 1 Pie, este número se anota como N y es el resultado de la prueba.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

4.4 MANEJO DE MUESTRAS.

4.4.1. Manipulación y cuidado de muestras.

Con el propósito de preservar, durante el proceso, muestras representativas para la ejecución de ensayos de laboratorio, se debe garantizar que, en todo momento, se evite la alteración de la humedad natural y de la estructura de las mismas.
Para ello, deben seguirse las siguientes indicaciones:

- Una vez extraídas las muestras del subsuelo, en tubos de pared delgada (Shelby), debe garantizarse la conservación de la humedad de las mismas. Para lo cual, se debe disponer un tapón de parafina de 1.5 centímetros de espesor, que debe ser fundida, en cada extremo del tubo. Puede extraerse, mediante herramienta/escariador una pequeña porción de los extremos inferior y superior de la muestra, para este fin., para posteriormente disponer el tubo de pared delgada, con la muestra protegida en su interior, en la caja porta-Shelby.
- Las muestras extraídas en tubos de pared delgada, tipo Shelby, no pueden ser golpeadas, y su transporte debe ser realizado de manera vertical en cajas porta-shelbys (Thin-walled tubes, shipping box) según especificaciones de la norma ASTM-D4220
- La caja para el almacenamiento de las muestras deberá ubicarse en un sitio alejado de vibraciones y posibilidad de impactos. Del mismo modo, para garantizar la conservación de la humedad, y se mantendrá a la sombra en el lugar más fresco posible
- Bajo ninguna circunstancia las muestras inalteradas pueden ser extraídas del tubo de pared delgada (Shelby) en campo. Estas solo podrán ser manipuladas fuera del tubo en el Laboratorio.
- Las muestras alteradas de suelo de cada uno de los estratos que conforman el perfil, serán empacadas en bolsas plásticas de calibre grueso, debidamente rotuladas y relacionadas para el respectivo análisis en el laboratorio.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

A las muestras extraídas se realizarán los ensayos que se muestran en la tabla 5 con el objeto de identificar las características geotécnicas de los materiales que conforman el suelo natural.

Tabla 2. Ensayos de laboratorio.

NOMBRE ENSAYO	NORMA APLICABLE
Humedad Natural	INV E-122
Límites de Atterberg	INV E-126, E-127
Gradación por tamizado	INV E-123
Pesos unitarios	INV E -136

En el anexo No.2 se consignan resultados de los ensayos de laboratorio efectuados a las muestras de suelo tomadas en los dos sondeos.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

5. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS.

A continuación, se presentan los resultados de los trabajos de campo y los ensayos de laboratorio realizados a los suelos encontrados, de igual manera se describen el perfil estratigráfico obtenido y se indican las características geotécnicas del suelo.

5.1 DESCRIPCIÓN SONDEOS.

SONDEO 1.

Inicialmente en la superficie y hasta una profundidad de 0.30 m se encuentro material de afirmado color café con presencia de arena. Seguido y hasta profundidad de 0.90 m se encontró suelo granular de color café grisáceo oscuro de compacidad moderada, A partir de esta cota y hasta una profundidad de 1.80 m un estrato conformado por material granular de color café amarilloso oscuro, formas angulares con tamaño máximo 3/4", seguido y hasta una profundidad de 3.0 m se encontró un material granular calor café amarilloso de formas redondeadas de origen aluvial, de compacidad media, Luego y hasta una profundidad de 6.00 m se encontró material aluvial suelo arenoso de color gris con presencia de bolos aluviales de compacidad media, con un bajo porcentaje de finos no plásticos de 6.90 %. Seguido y hasta una profundidad de 9.0 m se encontró arenas de color gris con presencia de bolos aluviales. Subyaciendo y hasta una profundidad de 12 m se encontró una roca esquistosa blanda con estructura cristalina foliada con presencia de cuarzos pertenecientes al complejo Arquia.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

SONDEO 2.

Inicialmente en la superficie y hasta una profundidad de 0.30 m se encuentro material de afirmado color café con presencia de arena. Seguido y hasta profundidad de 0.90 m se encontró suelo granular de color café amarilloso con presencia de gravas. A partir de esta cota y hasta una profundidad de 1.80 m un estrato conformado por material granular de color café amarilloso vetas grises, formas angulares con tamaño máximo 3/4", seguido y hasta una profundidad de 3.0 m se encontró un material granular color café amarilloso presencia de fragmentos de roca laminar esquistosa muy meteorizada color negro, con tamaño máximo de partículas ¾" con porcentaje de finos plásticos de 21.41 % presencia de bolos aluviales. Seguido y hasta una profundidad de 6.0 m se encontró suelo residual de esquistos color negro, y presencia de algunos bolos aluviales y fragmentos de roca esquistosa, subyaciendo se encontró un suelo residual de color negro, presencia de fragmentos de roca esquistosa, por último y hasta una profundidad de 12 m se encontró un suelo residual de esquistos de color negro.

Muestra Fondo del Rio

Se tomó una muestra al lecho de rio, se encontró un suelo arenoso bien gradado de color gris y partículas negras.

Nivel freático.

El nivel freático, se midió en época de invierno moderado— de octubre de 2021— y se registró entre 6 y 7 m de profundidad.

En la siguiente ilustración se muestra el perfil estratigráfico deducido.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Ilustración 6. Perfil estratigráfico deducido

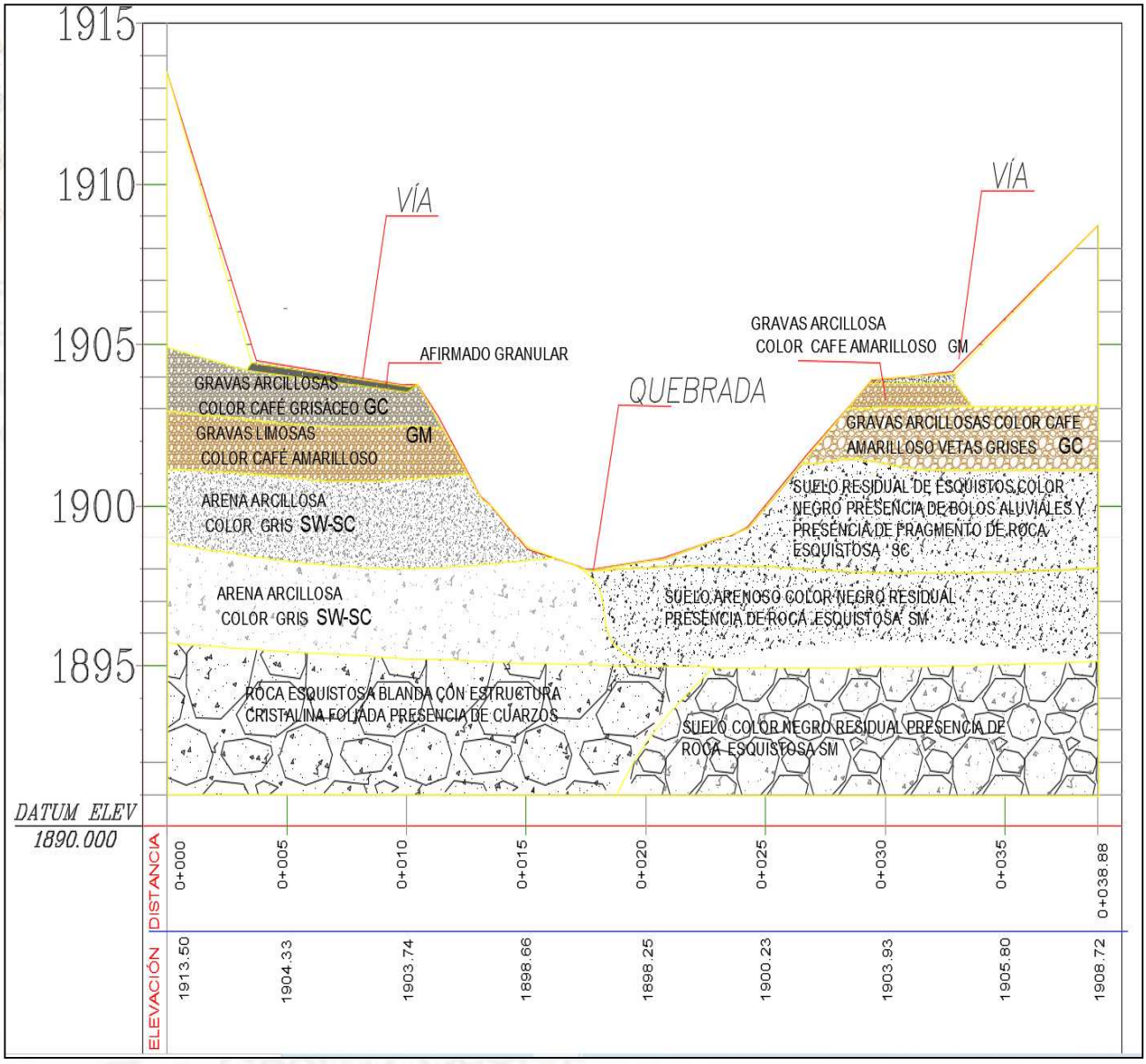


Ilustración 7. Perfil estratigráfico deducido puente sector el Molino Vereda Villa Maria.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

5.2. ARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS Y EFECTOS LOCALES.

El suelo natural explorado corresponde a estratos granulares tipo arenas y gravas limosa o arcillosas de origen aluvial y suelos residuales de esquistos de color negro y rocas esquistosas con presencia de cuarzos.

Los principales parámetros que definen los suelos se muestran en la tabla 3 y de los cuales se pueden deducir las siguientes propiedades.

Tabla 3. Parámetros del suelo.

PERFORACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	PLASTICIDAD			HUMEDAD NATURAL (%)	GRANULOMETRIA			Resistencia Kg/cm2	Peso Unitario g/cm3
		LL(%)	LP(%)	IP(%)		%GRAVAS	%ARENAS	%FINOS		
1	0,40- 0,90	35,10	21,40	13,70	6,57	63,30	19,87	16,8	--	--
	0,90-1,80	35,10	21,40	13,70	24,57	63,30	19,87	16,8	1,98	1,65
	1,80-3,0	39,00	25,20	13,80	20,50	67,64	18,18	14,18	--	--
	3,0-4,50	NL	NP	NP	20,50	0,00	92,65	7,4	--	--
	4,5-6,0	NL	NP	NP	20,50	0,00	93,10	6,90	--	--
	6,0-9,0	NL	NP	NP	20,50	0,00	93,10	6,90	1,54	1,651
2	0,00-0,90	45,50	30,20	15,30		45,72	31,23	23,05	--	--
	0,90-2,70	38,90	54,90	14,00	15,80	49,39	29,20	21,41	--	--
	3,0 - 6,0	NL	NP	NP	13,49	0,00	68,95	31,05	--	--
	6,0-10,0	NL	NP	NP	13,49	0,00	77,63	22,37	1,65	1,45
	10,-12,5	NL	NP	NP	13,49	0,00	72,65	27,35	2.23	2,38
LL = LIMITE LIQUIDO	MAX	45,50	25,20	15,30	24,57	67,64	93,10	23,05	1,98	1,65
LP = LIMITE PLASTICO	MIN	35,10	21,40	13,70	13,49	0,00	18,18	6,90	1,54	1,45
IP = INDICE DE PLASTICIDAD	PROMEDIO	37,05	23,30	13,75	21,31	26,19	63,38	10,43	1,76	1,65
	Desviacion estandar	20,34	12,83	7,53	1,82	35,89	40,50	4,73	0,98	0,90

Material de afirmado

Se encuentra superficialmente se encuentran superficialmente tiene un promedio de 0.30 m.

Arenas y gravas limosas y arcillosas.

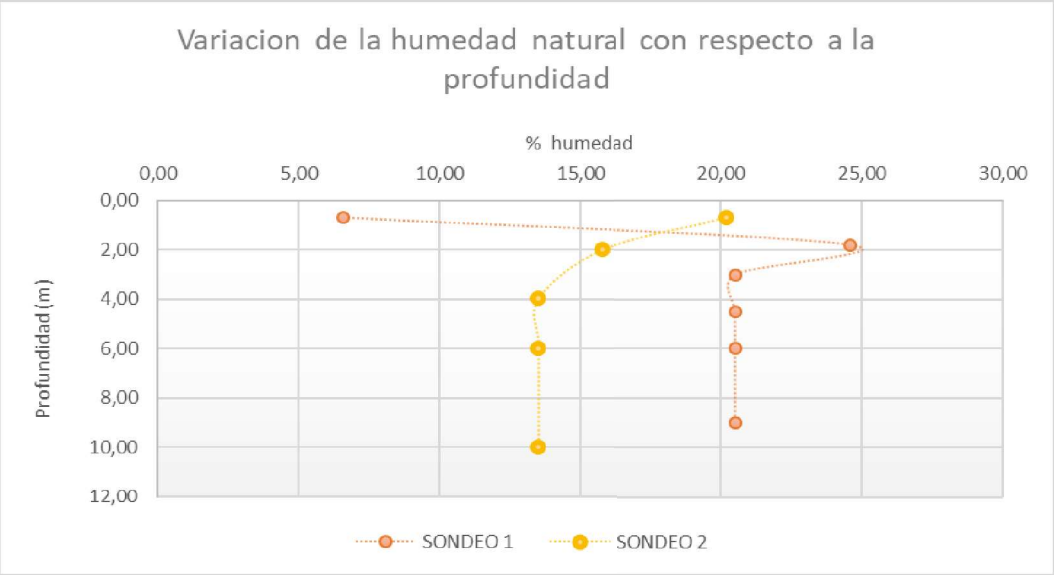
Es el estrato granular que se presenta en los dos sondeos realizados su color es café amarilloso que se torna gris y negro con la profundidad y se extiende hasta una profundidad 8.0 m a partir de esta cota aparece una roca esquistosa blanda.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Las principales características del suelo como fundación, son las siguientes:

a. EL CONTENIDO DE HUMEDAD es bajas y sus valores disminuyen con la profundidad en los sondeos con valores entre 6.57 % y 24.57 %. Valores característicos para este tipo material que por su litología no absorben humedad. En la siguiente grafico se muestra la variación de la humedad con la profundidad de cada perforación.

Ilustración 8 Variación de la humedad con la profundidad.



Fuente: Elaboración propia.

b. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN Para calificar el potencial de expansión, se deben conocer los índices de consistencia del suelo y su reacción ante la saturación y desecamiento. A continuación, se describen las propiedades que permiten calificar este potencial:

c. EL ÍNDICE DE PLASTICIDAD es bajo en el depósito y con valores que varían desde 13.7 % a 15.30 %. EL LÍMITE LIQUIDO es medio en todo el depósito, con valores que oscilan entre 35.10 % y 45.50 %.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Con referencia en la tabla H.9.1-1 de la NSR-10, el POTENCIAL CONTRACTOEXPANSIVO en los estratos finos y cohesivos tomando en consideración los parámetros: índice de plasticidad y límite líquido, califica el potencial contracto expansivo como BAJO. En las siguientes figuras se muestra la variación con la profundidad del índice de plasticidad y la tabla 5 referente del potencial expansivo según la NSR-10.

Tabla 4. Calificación del potencial de expansión – Fte NSR-10.

Tabla H.9.1-1
Clasificación de suelos expansivos

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

Fuente: NSR-10.

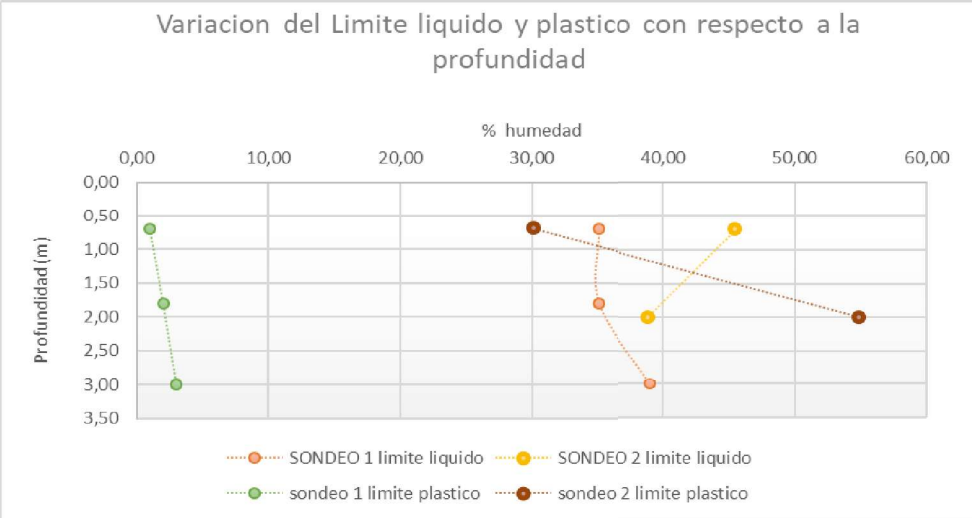


Ilustración 9. Variación de limite líquido y limite plástico.

d. EVALUACIÓN DE COLAPSO DE LOS SUELOS.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Para la identificación de suelos colapsables, se tienen en cuenta los depósitos formados por arena y limos, en algunos casos cementados por arcillas y sales, carbonato de calcio, que si bien resistente cargas considerables en su estado seco, al momento de verse en condiciones saturadas o con un porcentaje alto de humedad, su estructura puede verse afectada, al igual que la resistencia al corte bajo estas condiciones. El depósito presenta potencial de colapso bajo.

Tabla 5. Evaluación de colapso.

SONDEO	Muestra (-)	Profundidad (m)	USCS	Limite liquido LL (%)	Humedad Natural (%)	ɣ KN/m3	ɣKN/m3	Gs	ɣd critico	chequeo
1	M1	1,50	MH	35,10	6,57	15,7	14,73	2,65	13,47	Estable
	M2	3,00	MH	35,10	24,57	16,7	13,39	2,65	13,47	Estable
	M3	4,50	MH	39,00	20,50	15,7	13,03	2,65	12,78	Estable
2	M4	1,50	MH	45,50	20,22	15,7	**13,06**	2,65	11,79	Estable
	M5	3,00	MH	38,90	15,80	15,7	13,55	2,65	12,80	Estable

e. SUELOS DISPERSIVOS O ERODABLES: Se descarta la presencia de este tipo de suelos en la zona de construcción dado que los estratos donde se cimentará las estructuras se clasifican como gravas y de arenas limosas y las partículas de este tipo de suelos son superiores a 2 micras, luego no es susceptible a la dispersión.

f. POTENCIAL DE LICUACIÓN DE LOS SUELOS. en este tipo de suelos, es BAJO, ya que este fenómeno se presenta en suelos limo arenosos blando o arenas finas sumergidas y de compacidad suelta a media, con las siguientes características:
- El porcentaje de la fracción menor que 0.005 mm, es menor o igual al 15%.
- Contenido de humedad igual al límite líquido.
- Límite líquido menor o igual a 35%.
- Índice de plasticidad menor o igual a 15%

En el suelo estudiado no cumple con estas características, por consiguiente, es viable el apoyo de la estructura en cimientos superficiales y profundos.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

g. LA RESISTENCIA.

La resistencia y tiende aumentar con la profundidad, con valores resistencia en el ensayo de compresión inconfinada entre 154 Kg/cm2 y 2.26 Kg/cm2 en núcleo de roca obtenidos entre 7 m y 12 m, y con valores en el ensayo de Penetración Estándar, N, que ascienden desde 5 Golpes/pie hasta 68 Golpes/pie.

La Compacidad del suelo granular, de acuerdo con estos valores, Terzaghi y R. Peck, la clasifica como muy suelta a densa con la profundidad, de modo que no se presentará inestabilidad en las excavaciones transitorias que se realicen con talud vertical y con altura máxima de 2 m, tal como se verificó en la memoria de cálculo.

En la tabla 6 se muestra el N golpes/pie en cada perforación y en la ilustración 6 se muestra la variación del valor N (golpes/pie) respecto a la profundidad.

Tabla 6. Valores de N (golpes/pie) del ensayo de SPT para los sondeos realizados.

SONDEO 1		SONDEO 2	
Prof. (m)	N (SPT)	Prof. (m)	N (SPT)
0.5	23	0.5	4
1.0	10	1.0	7
2.0	8	2.0	14
3.0	50	3.0	43
4.0	50	4.0	50
6.0	50	6.0	64
8.0	65	8.0	68
10.0	65	10.0	70
12.0	68	12.0	70

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

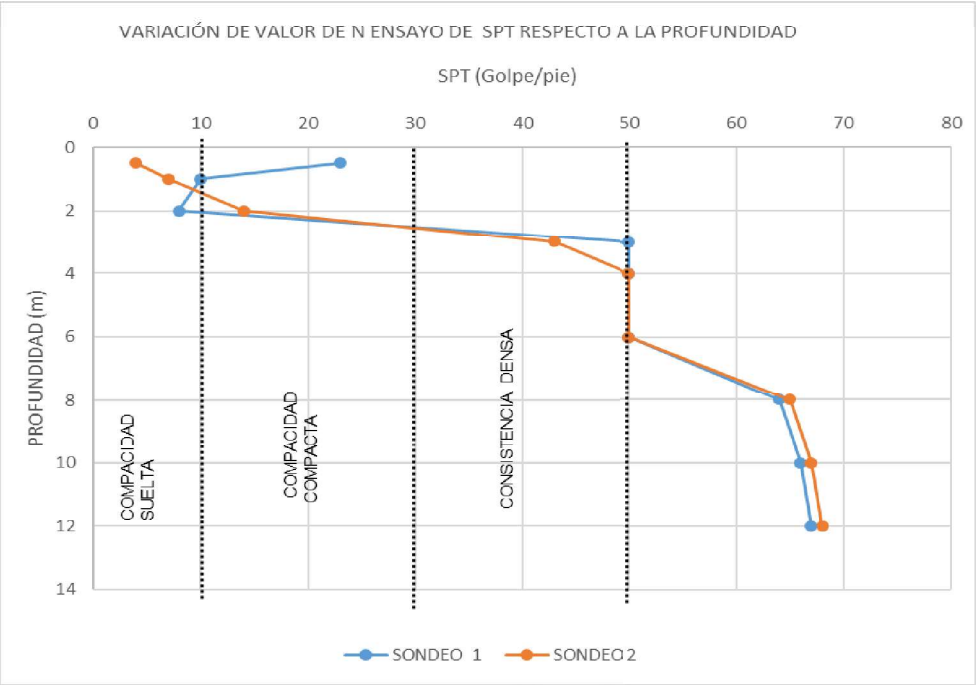


Ilustración 10. Variación del valor de N (golpes/pie) del ensayo SPT respecto a la profundidad.

Tabla 7.Compacidad del suelo cohesivo ensayo SPT.

COMPACIDAD	N
MUY SUELTA	<4
SUELTA	2_10
COMPACTA	10_30
DENSA	30_52
MUY DENSA	>50

Fuente: Clasificación de Skempton (1986) sobre de la compacidad de los terrenos granulares en función del SPT.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

CORRECCIÓN DEL N DE CAMPO (Ncor)

El ensayo tiene muchas variantes y fuentes de diferencia, en especial la energía que llega a la toma muestras, para realizar la respectiva corrección se utilizara la fórmula de Bowles:

$$\boldsymbol{Ncor = N * Cn * h1 * h2 * h3 * h4}$$

Donde:

Ncor: valor de N corregido N: valor de N de campo

Cn: factor de corrección por confinamiento efectivo h1: factor por energía del martillo (0.45 ≤ h1 ≤ 1.0) h2: factor por longitud de la varilla (0.75 ≤ h2 ≤ 1)

h3: factor por revestimiento interno de toma muestra (0.8 ≤ h3 ≤ 1)

h4: factor por diámetro de perforación (>1 para D>5", =1.15 para D=8")

Se considera que h3=h4=1.

- Corrección por energía (h1): representa el rendimiento del impacto del martillo sobre el cabezal de golpeo:

$$\boldsymbol{N1 = Er/E60}$$

Donde:

E60: Valor de la energía de referencia base que usualmente es 60%

Er: valor de la energía de referencia de la barra

PAÍS	ENERGÍA DE LA BARRA (Er)	FACTOR DE CORRECCIÓN PARA 60% Er
Japón	78%	78/60=1.30
EEUU	60%	60/60=1.0
Argentina	45%	45/60=0.75
China	60%	60/60=1.0

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

-Corrección por longitud de la varilla (h2):

Tabla 8. Factor de corrección (h2) de acuerdo a la longitud de la varilla

LONGITUD DE VARILLA (m)	FACTOR DE CORRECCIÓN (h2)
> 10	1.0
6- 10	0.95
4- 6	0.85
< 4	0.75

Fuente: Estimativos de parámetros efectivos de resistencia con el SPT, Tabla: El Autor

Corrección por revestimiento interno de toma muestra (h3):

Tabla 9. Factor de corrección (h3) por el tomamuestras

CONDICIÓN	FACTOR DE CORRECCIÓN (h3)
Sin revestimiento	1.0
Arena densa, arcilla	0.8
Arena Suelta	0.9

Fuente: Estimativos de parámetros efectivos de resistencia con el SPT

Corrección por diámetro de perforación (h4):

Tabla 10. Factor de corrección (h4) por el tomamuestras

DIÁMETRO DE LA PERFORACIÓN	FACTOR DE CORRECCIÓN (h4)
60-120 mm	1.0
150 mm	1.015
200 mm	1.15

Fuente: Estimativos de parámetros efectivos de resistencia con el SPT, Tabla: El Autor

Corrección por confinamiento (Cn): existen numerosas propuestas entre las cuales se destacan las

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Tabla 11. Correlaciones para Cn

AUTOR	Cn
PECK	$\frac{Log\ (\frac{20}{Rs})}{Log\ (20)}$
SEED	$1\text{-}1.25 * Log(Rs)$
MEYERHOF- ISHIHARA	$\frac{1.7}{0.7 + Rs}$
LIAO- WHITMAN	$(\frac{1}{Rs}) * 0.5$
SKEMPTON	$\frac{2}{(1 + Rs)}$
SEED- IDRISS	$1 - K * Log(Rs)$
GONZALES	$Log(10/Rs)$
SCHMERTMANN	$\frac{32.5}{10.2 + 20.3 * Rs}$

Fuente: Estimativos de parámetros efectivos de resistencia con el SPT

Para la corrección del N de campo se tomó un valor de la energía de la barra (Er) igual a 60%, para por la longitud de la varilla (h2) se trabajó con un valor entre los 0.75-0.85 debido a que la profundad máxima perforada fue hasta los 6.0 metros, como factor de corrección por el revestimiento interno del muestreador (h3) se escogió un valor igual a 1.0 ya que la perforación se realizó sin revestimiento alguno y como factor de corrección por diámetro de perforación se escogió un valor igual a 1.0 debido a que el diámetro de la tubería usada en las peroraciones fue de 2".

Para la corrección por confinamiento (Cn) se tomó el promedio de todas las ecuaciones presentadas en la Tabla 11.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Tabla 12. Corrección del valor de N.

CORRECCION DEL VALOR N, EN EL ENSAYO DE SPT,																			
SONDEO 1																			
PERFORACION	Profundidad	Nmedido	G_s	NF (M)	Gt(ton/m^3)	Po	CN	η1	η2	η3	η4	N55	N60	N70	qu (kg/cm2)	C_u (kPa)	ϕ_t	Terzaghi y Peck	Kishida (1969)
1	0,5	23	2,6	NP	1,98	0,99	1,00	60	0,75	1	1	18,82	17,25	14,79	1,81	0,90	31,31	32,81	33,57
	1,0	10	2,6	NP	1,98	0,88	1,00	60	0,75	1	1	8,18	7,50	6,43	0,79	0,39	25,76	30,38	27,25
	2,0	8	2,6	NP	1,98	2,86	1,00	60	0,75	1	1	6,55	6,00	5,14	0,63	0,31	24,62	30,00	25,95
	3,0	50	2,6	NP	1,98	4,84	1,45	60	0,75	1	1	59,38	54,43	46,65	5,71	2,85	43,98	42,11	47,99
	4,0	50	2,6	NP	1,98	6,82	1,22	60	0,75	1	1	50,02	45,85	39,30	4,81	2,40	41,60	39,96	45,28
	6,0	65	2,6	NP	1,54	8,14	1,12	60	0,75	1	1	59,52	54,56	46,77	5,72	2,86	44,01	42,14	48,03
	8,0	65	2,6	7	1,54	5,32	1,38	60	0,75	1	1	73,63	67,49	57,85	7,08	3,54	47,27	45,37	51,74
	10,0	65	2,6	7	1,54	8,40	1,10	60	0,75	1	1	58,59	53,71	46,04	5,63	2,82	43,79	41,93	47,78
	12,0	65	2,6	7	1,54	11,48	0,94	60	0,75	1	1	50,12	45,95	39,38	4,82	2,41	41,62	39,99	45,31
PERFORACION	Profundidad	Nmedido	G_s	NF (M)	Gt(ton/m^3)	Po	CN	η1	η2	η3	η4	N55	N60	N70	qu (KPa)	C_u (kPa)	ϕ_t	Terzaghi y Peck	Kishida (1969)
2	0,5	4	2,6	NP	1,65	0,83	1,00	60	0,75	1	1	3,27	3,00	2,57	30,86	15,43	20,30	29,25	22,75
	1,0	7	2,6	NP	1,65	0,55	1,00	60	0,75	1	1	5,73	5,25	4,50	54,00	27,00	22,02	29,81	25,25
	2,0	14	2,6	NP	1,65	2,20	1,00	60	0,75	1	1	11,45	10,50	9,00	108,00	54,00	24,92	31,13	29,49
	3,0	43	2,6	NP	1,65	3,85	1,63	60	0,75	1	1	57,26	52,49	44,99	539,85	269,92	37,18	41,62	47,40
	4,0	50	2,6	NP	1,65	5,50	1,36	60	0,75	1	1	55,70	51,06	43,77	525,20	262,60	36,88	41,27	46,96
	6,0	64	2,6	6	1,65	3,90	1,62	60	0,75	1	1	84,67	77,61	66,53	798,32	399,16	41,97	47,90	54,40
	8,0	68	2,6	6	1,65	7,20	1,19	60	0,75	1	1	66,21	60,69	52,02	624,27	312,14	38,85	43,67	49,84
	10,0	70	2,6	6	2,23	16,30	0,79	60	0,75	1	1	45,30	41,52	35,59	427,11	213,55	34,73	38,88	43,82
	12,0	70	2,6	6	2,23	20,76	0,70	60	0,75	1	1	40,14	36,79	31,54	378,46	189,23	33,57	37,70	42,13

h. OBTENCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE.

Para la obtención de los parámetros de resistencia al corte en condición drenada y el ángulo de fricción del material se utilizaron los datos de correlaciones con los resultados de la prueba de penetración estándar, fue necesario para utilización de correlaciones por que no fue posible realizar el ensayo de corte dado la muestra llevada al laboratorio cuando se trató de extraer se deformo la muestra por lo cual no se pudo realizar el ensayo de corte. En la siguiente tabla se muestran las ecuaciones utilizadas:

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Tabla 13. Correlaciones del ángulo de fricción con valores de N del SPT.

Autor	Año	Ecuación
Peck	1948	Φ' = 28.5 + 0.25*N
Kishida	1969	Φ' = 15 + √ (12.5 ∗ N)
JRB (Japan Road Bureau)	1986	Φ' = 15 + √(9.375∗ N)

Fuente: El autor

A continuación, se presenta un cuadro con los valores de ángulo de fricción obtenido para el depósito.

Tabla 14. Angulo de fricción con valores de N del SPT

Estrato	Profundidad (m)	N SPT promedio Corregido	Angulo de Fricción por correlación			Promedio
			Peck	Kishida	JRB	
Arenas y gravas limosas y arcillosas	0.0-3.0	6	30	24	22	25
Suelo residual	3.0-6.0	33	36	35	33	35
Suelo residual presencia de roca meteorizada	6.0-9.0	43	39	37	34	36

5.3 PRESIÓN ADMISIBLE.

Se presentan dos tipos de cimentación una utilizando Cimientos Superficiales Tipo Zarpa Corrida y la otra mediante cimientos profundos.

El Análisis de la Capacidad Portante del Suelo para la construcción del puente, se realizó con la Información obtenida de 2 Perforaciones a rotación con Profundidad Máxima de

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Investigación de 12m y considerando la Teoría General de la Capacidad Portante para Cimientos Profundos, apoyados en los Estratos Naturales Densos presentes a 10 m de profundidad; medidos a partir del Nivel Actual de Vía o Nivel de Perforación; 4.0 m, medidos a partir del nivel del fondo de la quebrada.

5.3.1 Capacidad Portante Cimientos Profundos.

La CAPACIDAD PORTANTE del suelo, se calculó para Cimientos Profundos —*Tipo Caissons*—, por los siguientes métodos.

5.3.1.1. Cargas Verticales.

La capacidad de carga se evalúo a partir de los ensayos de penetración estándar, mediante el MÉTODO DE LA FLORIDA, también desarrollado por Schmertmann, que entrega los parámetros de resistencia por fricción y resistencia por la punta, que se corrigen de acuerdo con la relación de embebimiento y al multiplicarse por el área perimetral y el área de la punta, respectivamente y luego descontando el peso propio, entregan la capacidad de carga admisible de cada unidad.

La expresión general de cálculo es la siguiente:

$$Q_{adm} = Q_{fricción} + Q_{punta} - W$$

En donde:

Q_{adm}: Carga admisible del Caisson o Caisson. (Ton)
$Q_{fricción}$: Carga por fricción
Q_{punta}: Carga por la punta

$$Q_{fricción} = A_{perimetral} \times f_{ap}$$

En donde:

$A_{perimetral}$ = P x L (m^2), siendo P el perímetro del Caisson o Caisson y L, la Longitud.
f_{ap}= Resistencia por fricción, corregida por embebimiento.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

$$Q_{punta} = A_{punta} \times q_{ap}$$

En donde:

$A_{punta} = b_{fuste} \times h_{fuste}$ (m^2), siendo b_{fuste} el ancho del fuste y h_{fuste}, la longitud.

q_{ap}= Resistencia por la punta, corregida por embebimiento.

Las cargas de tensión se calculan sumando las de fricción y peso propio.

$$Q_{tensión} = Q_{fricción} + W$$

A continuación, se adjunta las gráficas (Ver ***Ilustraciones 10 y 11***) utilizadas por el método.

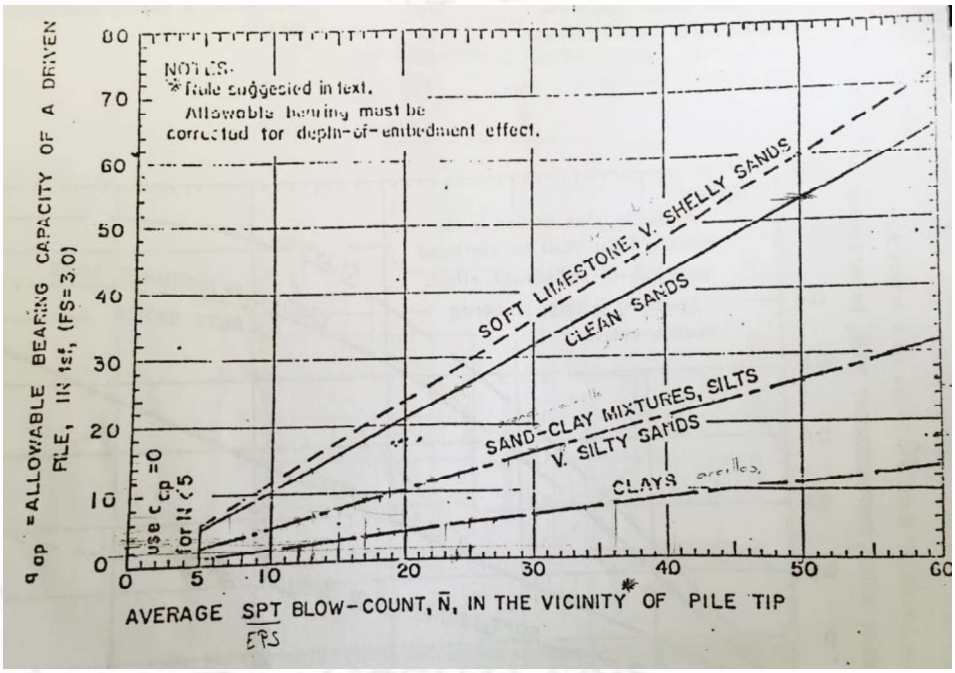


Ilustración 11. . Diagrama de Diseño para determinar la FRICCIÓN LATERAL PERMITIDA EN UN PILOTE.

Fuente: *Schmertmann, J.H., "Guidelines for the use in the soil investigations and desing of foundations" research bulletin 121-A-1967.*

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

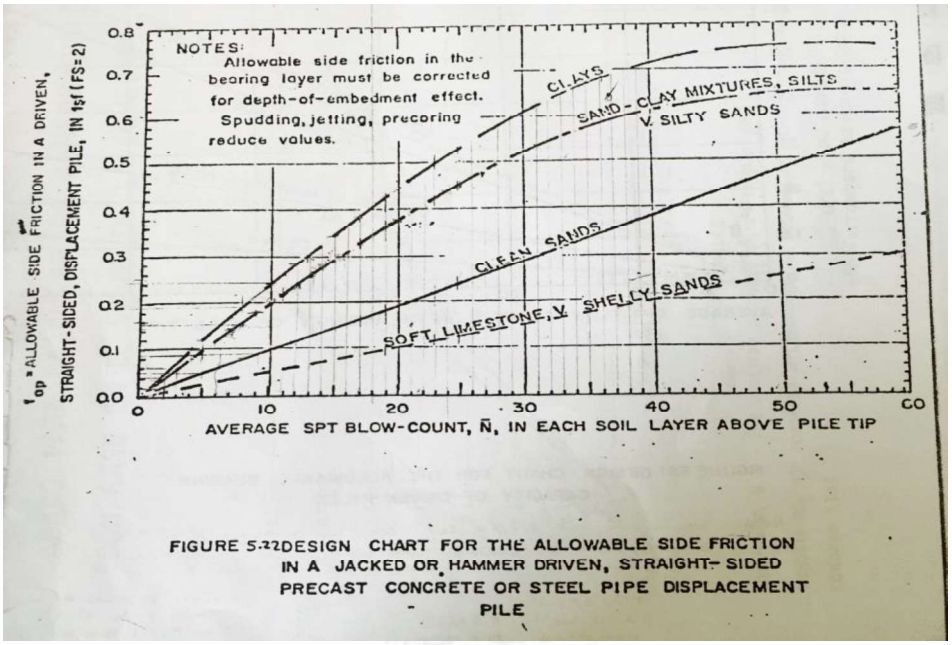


FIGURE 5-22 DESIGN CHART FOR THE ALLOWABLE SIDE FRICTION IN A JACKED OR HAMMER DRIVEN, STRAIGHT-SIDED PRECAST CONCRETE OR STEEL PIPE DISPLACEMENT PILE

Ilustración 12. Diagrama de Diseño para determinar la FRICCIÓN LATERAL PERMITIDA EN UN PILOTE.

Fuente: *Schmertmann, J.H., "Guidelines for the use in the soil investigations and desing of foundations" research bulletin 121-A-1967.*

En las siguientes tablas se muestra el cálculo de las cargas por fuste y fricción.

Tabla 15. Calculo de capacidad de carga por punta suelos granulares.

D	L	L'	AREA	ϕ	N_{55}	F_{REESE}
m	m	m	m^2	°	G/pie	kPa
0,5	5,00	5,00	0,196	35,37	33,55	4000
0,6	5,00	5,00	0,283	35,37	33,55	3333
0,7	5,00	5,00	0,385	35,37	33,55	2857
0,8	5,00	5,00	0,503	35,37	33,55	2500
0,9	5,00	5,00	0,636	35,37	33,55	2222
1,0	**5,00**	**5,00**	**0,785**	**35,37**	**33,55**	**2000**
1,1	5,00	5,00	0,950	35,37	33,55	1818
1,2	5,00	5,00	1,131	35,37	33,55	1667
1,3	5,00	5,00	1,327	35,37	33,55	1538
1,4	5,00	5,00	1,539	35,37	33,55	1429
1,5	5,00	5,00	1,767	35,37	33,55	1333

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Tabla 16. Capacidad de carga pilotes por fuste suelos granulares.

Resistencia en el fuste entre 1 y 3 m

Factor de resistencia para estado límite de servicio = 1,0 (CCP-14 10.5.5.1)

D m	LONGITUD PILOTE	LONGITUD FRICCIÓN	AREA m²	PERIMETRO ml	AREA FUSTE m²	s'_v (T/M²)	ϕ °	δ °	Ko	f (T/M2)	P Tn
0,5	5,00	3,00	0,196	1,571	4,712	11,5	35,37	21	0,42	1,88	9
0,6	5,00	3,00	0,283	1,885	5,655	11,5	35,37	21	0,42	1,88	11
0,7	5,00	3,00	0,385	2,199	6,597	11,5	35,37	21	0,42	1,88	12
0,8	5,00	3,00	0,503	2,513	7,540	11,5	35,37	21	0,42	1,88	14
0,9	5,00	3,00	0,636	2,827	8,482	11,5	35,37	21	0,42	1,88	16
1,0	5,00	3,00	0,785	3,142	9,425	11,5	35,37	21	0,42	1,88	18
1,1	5,00	3,00	0,950	3,456	10,367	11,5	35,37	21	0,42	1,88	19
1,2	5,00	3,00	1,131	3,770	11,310	11,5	35,37	21	0,42	1,88	21
1,3	5,00	3,00	1,327	4,084	12,252	11,5	35,37	21	0,42	1,88	23
1,4	5,00	3,00	1,539	4,398	13,195	11,5	35,37	21	0,42	1,88	25
1,5	5,00	3,00	1,767	4,712	14,137	11,5	35,37	21	0,42	1,88	27

***NOTA: La longitud del pilote se cuenta desde el nivel inferior de la viga cabezal.

Tabla 17. Capacidad de carga total de pilotes estados límite de servicio y evento extremo.

	CALCULO PUNTA		CALCULO FUSTE			CAPACIDAD PUNTA		CAPACIDAD FUSTE	TOTAL	TRACCION O ARRANCAMIENTO
D	LONGITUD	AREA	LONGITUD	PERIMETRO	AREA FUSTE	$P_{PROMEDIO-DESV}$	P_{PUNTA}	P_{FUSTE}	P_{TOTAL}	Tn
M	PILOTE	m2	FRICCIÓN	ml	m2	KN	Tn	Tn	Tn	
0,50	5,00	0,196	3,00	1,571	4,712	338	34	9	43	8
0,60	5,00	0,283	3,00	1,885	5,655	457	46	11	56	10
0,70	5,00	0,385	3,00	2,199	6,597	589	59	12	71	12
0,80	5,00	0,503	3,00	2,513	7,540	736	74	14	88	14
0,90	5,00	0,636	3,00	2,827	8,482	897	90	16	106	16
1,00	5,00	0,785	3,00	3,142	9,425	1073	107	18	125	19
1,10	5,00	0,950	3,00	3,456	10,367	1264	126	19	146	21
1,20	5,00	1,131	3,00	3,770	11,310	1471	147	21	168	24
1,30	5,00	1,327	3,00	4,084	12,252	1694	169	23	192	26
1,40	5,00	1,539	3,00	4,398	13,195	1932	193	25	218	29
1,50	5,00	1,767	3,00	4,712	14,137	2188	218	27	245	31

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

5.3.1.2. Carga Lateral y Momento.

MODELO DE WINKLER[1]. Se usó con la solución de Hetenyi, para suelos con módulo de reacción lateral **K** constante con la profundidad. Las fórmulas de cálculo son las siguientes:

$$H = \frac{\rho \, Kh \, d}{\beta}$$ Para unidades largas y;

$$H = \rho \, Kh \, d \, L$$ Para unidades cortas.

En donde:

ρ: Es el desplazamiento admisible máximo limitado a ¼" (0.0064 m).
Kh: Módulo de reacción del suelo en ton/m².
d: Diámetro o lado del Pilote o Caisson.
L: Longitud del Pilote o Caisson.
β Rigidez relativa suelo/Caisson en unidades de m^{-1}.

$$\beta = (Kh \, d / 4 \, Ep \, Ip)^{¼}$$

Ep: Módulo de elasticidad del Pilote o Caisson.
Ip: Momento de inercia del Pilote o Caisson.

Para el momento la fórmula de cálculo es la siguiente:

$$M = H \, L \, X$$

X: Coeficiente adimensional que depende de K_R y L/d
$K_R = E_p \, I_p / Es \, L^4$
Es: Módulo de elasticidad del suelo.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

L y d: Longitud y diámetro o lado del Pilote o Caisson.

El método de **Schmertmann o de La Florida** utilizado para calcular las capacidades verticales admisibles, ha sido ampliamente utilizado en diversos proyectos en todo el país, obteniendo buenos resultados y garantizando **Factores de Seguridad de 3 por la Punta y 2 en el Fuste de Acuerdo con lo establecido en la Norma Colombiana de Puentes CCP-14**, además de tener en cuenta el embebimiento del Pilote (L/d) para obtener las resistencias y de estar controlado para obtener capacidades que No Produzcan Asentamientos Superiores a 1".

$$Q_{adm} = \frac{Q_s}{2.0} + \frac{Q_p}{3.0}$$

Para el **Método de Winkler**, se trabaja con un **Factor de Seguridad de acuerdo con la CCP-14, de 3** tanto para capacidad a Carga Lateral como a Momento, en las siguientes tablas se muestran los parámetros y el procedimiento empleados, para el cálculo de las Resistencias Vertical, Lateral y Momento.

Tabla 18. Resistencia Vertical admisible.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Capacidad Lateral y de Momento										
z/B	Kc	Cap.Lat Tramo	CapLat Total	CapLat Adm	ModElas Pilote	Inercia Pilote	Módulo Reacción	Rigidez Pilote	Momento Maximo	Momento Admisible
		ΔHt (Ton)	Ht (Ton)	Hu (Ton)	Ep (T/m2)	Ip (m4)	Kh (T/m2)	R/T	Mmax (T-m)	Mu (T-m)
					f'c= (Mpa) 21					
1,50	2,00	2,70	2,70	0,90	2153811	0,049	189	4,863	3,283	1,094
2,00	4,00	1,08	1,08	0,36	2153811	0,049	38	7,272	1,964	0,655
2,50	4,50	23,09	24,17	8,06	2153811	0,049	718	3,483	21,043	7,014
3,00	4,60	26,70	50,87	16,96	2153811	0,049	813	3,377	42,948	14,316
3,50	5,00	33,75	84,62	28,21	2153811	0,049	945	3,252	68,800	22,933
4,00	5,50	37,13	121,74	40,58	2153811	0,049	945	3,252	98,985	32,995
4,50	5,70	38,48	160,22	53,41	2153811	0,049	945	3,252	130,268	43,423
5,00	7,00	47,25	207,47	69,16	2153811	0,049	945	3,252	168,686	56,229
5,50	**8,10**	**54,68**	**262,14**	**87,38**	**2153811**	**0,049**	**945**	**3,252**	**213,140**	**71,047**
6,00	8,10	67,80	329,94	109,98	2153811	0,049	1172	3,082	254,218	84,739
6,50	8,10	69,98	399,92	133,31	2153811	0,049	1210	3,058	305,704	101,901
7,00	8,10	69,98	469,91	156,64	2153811	0,049	1210	3,058	359,201	119,734
7,50	8,10	69,98	539,89	179,96	2153811	0,049	1210	3,058	412,697	137,566
8,00	8,10	71,08	610,97	203,66	2153811	0,049	1229	3,046	465,222	155,074
8,50	8,10	71,08	682,05	227,35	2153811	0,049	1229	3,046	519,344	173,115
9,00	8,10	71,08	753,12	251,04	2153811	0,049	1229	3,046	573,466	191,155
9,50	8,10	91,13	844,25	281,42	2153811	0,049	1575	2,862	604,137	201,379
10,00	8,10	91,13	935,37	311,79	2153811	0,049	1575	2,862	669,345	223,115
10,50	8,10	32,81	968,18	322,73	2153811	0,049	567	3,695	894,427	298,142
11,00	8,10	36,45	1004,63	334,88	2153811	0,049	630	3,599	903,973	301,324
11,50	8,10	63,79	1068,42	356,14	2153811	0,049	1103	3,129	835,855	278,618
12,00	8,10	72,90	1141,32	380,44	2153811	0,049	1260	3,027	863,571	287,857

5.3.1.3. Módulos de Reacción Lateral (Ksh) y Módulo de Reacción Vertical (Ksp)

Los valores fueron calculados utilizando la formulación de Vesicć, que se basa en los módulos de elasticidad de cada estrato, para una Longitud Aferente B de 1.0 m y una relación de Poisson variable entre 0.25 y 0.40, de acuerdo con el tipo de suelo. Para los módulos horizontales se tuvo en cuenta el incremento por fricción lateral, mediante el factor de forma C_m. A continuación, se relacionan las ecuaciones de los módulos de reacción.

$$K_{sh} = \frac{c_m * E_s}{B_{Af} * (1 - \mu^2)}$$

$$K_{sp} = \frac{E_s}{D * (1 - \mu^2)}$$

Donde:

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Cm: Factor forma. Depende del Tipo de Carga y Dimensión del Pilote o Caisson (Carga Lateral en 1 o 2 Direcciones, D o H).

Es: Modulo de elasticidad del suelo (KN/m^2)

Baf: Ancho Aferente.

μ: Coeficiente de Poisson del Suelo.

D: Diámetro del Pilote o Caisson (m).

Tabla 19. . *Módulos de Reacción Lateral (Ksh) y Módulo de Reacción Vertical (Ksp)*

COEFICIENTES BALASTO													
Profundidad (desde +0.0)		Parametros									D	1,00	m
De	A	Tipo Suelo	Ncorr	N55	LL	g	Carena	Carc	Carenag /1,35	Carcg	D	kh (Kg/cm3)	kv (Kg/cm3)
0,0	0,5												
0,5	1,0		5	6,75	55	1,85	166,4	111,1	0,2280	0,2056			
1,0	1,5	1	6	7,50	55	1,85	183,4	111,1	0,2514	0,2056	1,00	0,31	0,46
1,5	2,0	1	1	1,50	55	1,85	85,4	111,1	0,1170	0,2056	1,00	0,41	0,62
2,0	2,5	1	23	28,50	50	1,85	813,2	125,0	1,1144	0,2313	1,00	0,58	0,87
2,5	3,0	2	26	32,25	50	1,85	926,0	125,0	1,2690	0,2313	1,00	3,81	5,71
3,0	3,5	2	30	37,50	39	1,90	1077,2	172,4	1,5161	0,3276	1,00	5,31	7,96
3,5	4,0	2	30	37,50	39	2,20	1077,2	172,4	1,7555	0,3793	1,00	7,02	10,53
4,0	4,5	2	30	37,50	39	2,20	1077,2	172,4	1,7555	0,3793	1,00	7,90	11,85
4,5	5,0	2	30	37,50	39	2,20	1077,2	172,4	1,7555	0,3793	1,00	8,78	13,17
5,0	**5,5**	**2**	**30**	**37,50**	**39**	**2,20**	**1077,2**	**172,4**	**1,7555**	**0,3793**	**1,00**	**9,66**	**14,48**
5,5	6,0	2	37	46,50	39	2,20	1316,3	172,4	2,1450	0,3793	1,00	12,87	19,31
6,0	6,5	2	38	48,00	39	2,20	1353,6	172,4	2,2059	0,3793	1,00	14,34	21,51
6,5	7,0	2	38	48,00	39	2,20	1353,6	172,4	2,2059	0,3793	1,00	15,44	23,16
7,0	7,5	2	38	48,00	39	2,20	1353,6	172,4	2,2059	0,3793	1,00	16,54	24,82
7,5	8,0	2	39	48,75	39	2,20	1372,0	172,4	2,2359	0,3793	1,00	17,89	26,83
8,0	8,5	2	39	48,75	39	2,20	1372,0	172,4	2,2359	0,3793	1,00	19,01	28,51
8,5	9,0	2	39	48,75	33	2,20	1372,0	217,4	2,2359	0,4783	1,00	20,12	30,18
9,0	9,5	2	50	48,75	33	2,20	1680,0	217,4	2,7378	0,4783	1,00	26,01	39,01
9,5	10,0	2	50	48,75	33	1,95	1680,0	217,4	2,4267	0,4239	1,00	24,27	36,40
10,0	10,5	2	18	48,75	33	1,95	626,5	217,4	0,9049	0,4239	1,00	9,50	14,25
10,5	11,0	2	20	48,75	33	1,95	705,0	217,4	1,0183	0,4239	1,00	11,20	16,80
11,0	11,5	2	35	48,75	33	1,95	1246,0	217,4	1,7997	0,4239	1,00	20,70	31,05
11,5	12,0	2	40	48,75	33	1,95	1402,3	217,4	2,0256	0,4239	1,00	24,31	36,46

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

5.3.2. Capacidad portante cimentación Corrida.

Mediante la teoría general de la CAPACIDAD PORTANTE DE TERZAGHI, y los Factores de Capacidad de Carga, Forma, Profundidad e Inclinación, propuestos por MEYERHOF, se estima la Capacidad de Carga Última del Terreno, que es posteriormente reducida al aplicar el Factor de Seguridad especificado en la Actual Norma Colombiana de Diseño de Puentes LRFD-CCP-14.

$$\text{para } \varphi \geq 0: \quad q_h = \frac{1}{2}\gamma' B * N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma + q' N_q s_q d_q i_q + c' N_c s_c d_c i_c$$

Donde:
qh: Capacidad Portante Última
c': Valor de cohesión. Se adopta en este caso el Valor de la Resistencia a Compresión (qu) obtenida de Laboratorio o por Correlación con el Ensayo SPT.

Nc, Nq, Nγ: Factores de Capacidad de Carga que dependen del Ángulo de Fricción, obtenido por Correlación con el IP.

Sc, Sq, Sγ: Factores de Forma

dq, di, dd: Factor de Profundidad

ic, iq, iγ: Factores de Inclinación de la Carga

FS: Factor de Seguridad Indirecto CCP-14 Sección 3, Igual a 3 para el Análisis Estático con Carga Normal y 1.5 para Análisis Seudo-Estático.

γ: Peso Unitario Húmedo del Suelo = 2.20 Ton/m3.

D: Profundidad de Cimentación = 2.25 m en el caso de la Zarpa Corrida.

B: Ancho del Cimiento Corregido por Excentricidad de la Carga.

Este método, se utilizó para Cimientos Superficiales —Tipo cimentación corrida, a continuación, se muestran los valores obtenidos para el tamaño del cimiento.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Tabla 20. Calculo capacidad portante cimentación corrida.

Tipo de cimentación	Dimensiones de cimiento		Excentricidad eb(m)	Excentricidad el(m)	Corrección por excentricidad		Factores de carga			Factores de forma			Factores por profundidad		
	B (m)	L (m)			B* (m)	L* (m)	N_γ	N_q	N_c	S_γ	S_q	S_c	d_γ	d_q	d_c
CIMIENTO PUENTE EL MOLINO	4,80	7,00	0,40	0,10	3,99	6,80	7,83	8,37	17,65	1,13	1,13	1,26	1,06	1,06	1,09
CIMIENTO PUENTE EL MOLINO con ciclopeo Zapata aislada	4,80	7,00	0,40	0,10	3,99	6,80	7,83	8,37	17,65	1,13	1,13	1,26	1,06	1,06	1,09

Tipo de cimentación	Factores por inclinación			rzo q corregido po	$q_{u\ (ton/m2)}$	q_a (ton/m2)	qcs+sismo (ton/m2)
	i_γ	i_q	i_c	q_{corr}			
CIMIENTO PUENTE EL MOLINO	1	1	1	4,4	85,30	28,43	56,87
CIMIENTO PUENTE EL MOLINO con ciclopeo Zapata aislada	1	1	1	156,24	115,16	38,39	76,77

5.4. INFLUENCIA DEL NIVEL FREÁTICO.

Para determinar la influencia del nivel freático sobre una cimentación superficial, se deben analizar tres casos:

1) El NAF se encuentra ubicado sobre el nivel de desplante y la superficie, es decir, en 0≤ D1 ≤ Df.

2) El NAF se encuentra ubicado debajo del nivel de desplante y hasta una profundidad B, es decir, en 0 ≤ d ≤B.

3) El NAF se encuentra ubicado a una profundidad que no ejerce influencia sobre la cimentación, es decir, d ≤ B.

Se recomienda que el nivel de desplante de la zapata no sea inferior 2.0 m por debajo de la cota de diseño y se estima que el ancho máximo de zapata para las cargas que puede

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

generar la edificación es de 5 m, se encontró cota de nivel freático, luego se concluye que la zona de influencia del NAF para una cimentación superficial tiene influencia y se tuvo en cuenta para el cálculo de la cimentación.

5.5 ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS.

Los asentamientos que se esperan son de tipo elástico (inmediato) ya se encuentran granulares los cuales no presentan saturación. Estos se evaluaron mediante la siguiente expresión tomada de la Teoría de la Elasticidad mediante la ecuación de Harr y por el método de Terzaghi- Schleicher.

Ecuación de Harr (1966).

$$Se = \frac{q_o B}{E}(1-u^2) * \left[\left(A' - \frac{1-2u}{1-u}\right)\right] B$$

Terzaghi- Schleicher (1967).

$$S_e = qoB\,\frac{1-\mu^2}{E} I_p$$

En donde:

Se: Asentamiento estimado.

u: Relación de Poisson del Suelo

Iz: factor de influencia de la deformación unitaria.

E: Módulo de Elasticidad promedio bajo la cimentación. Valor obtenido por correlación con valores del ensayo de resistencia a la compresión E = Su*400 Butler 1974, y con valores de N del ensayo de penetración estándar E(Kg/cm2) = 10 [7.5 + (0.5 NSPT)] Bowles 1998

qo: Esfuerzo a nivel de cimentación.

A´ y B Factores de forma y profundidad.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

El estimativo se efectuó considerando una zapata, suponiendo que la cimentación es flexible, se calcula el asentamiento elástico en el centro de la cimentación.

Los resultados obtenidos se resumen en las siguientes tablas de asentamiento estimado.

Tabla 21. Análisis de asentamientos elásticos zapatas.

Ecuación de Harr			Ecuación de Terzaghi - Schleicher		
qo	Carga de la Cimentación	28.43 Ton/m^2	qo	Carga de la Cimentación	28.43 Ton/m^2
B	Base de la Cimentación	5m	B	Base de la Cimentación	5 m
L	Longitud de la Cimentación	7 m	L	Longitud de la Cimentación	7 m
z	Prof. de la masa deformable	3 m	Z	Prof. de la masa deformable	3 m
E	Módulo de Elasticidad	3250 Ton/m^2	E	Módulo de Elasticidad	3250 Ton/m^2
IP	Φ	34	IP	Φ	34
v	Relación de Poisson	0.30	V	Relación de Poisson	0.30
	m'	1,4		m'	1,4
	n'	1.4		n'	1.4
	A'	0.906		Ip	0.66
	B'	0.189		Asentamiento en la Esquina	0.0025659 m
Se	Asentamiento en la Esquina	0.0015963 m	Se	Asentamiento en el Centro	0.051319 m
Sc	Asentamiento en el Centro	0.0031926 m	Sc	Asentamiento Promedio	0.04351 m
Sp	Asentamiento Promedio	0.02707 m	Sp		

Fuente: Elaboración propia.

5.5.1. Asentamientos Elástico Cimientos Profundos.

El asentamiento de un pilote bajo una carga de trabajo vertical, es causado por tres factores:

$$s = s_1 + s_2 + s_3$$

Donde,

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

S:	Asentamiento total del pilote
S_1:	Asentamiento elastico del pilote
S_2:	Asentamiento del pilote causado por la carga en la punta
S_3:	Asentamiento del pilote causado por la carga en el fuste

Si el material del pilote se supone elástico, la deformación del fuste se evalúa usando los principios fundamentales de la mecánica de materiales:

$$s_1 = \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws})\, L}{A_p E_p}$$

Donde,

Q_{wp}:	Carga en la punta del pilote
Q_{ws}:	Carga por resistencia de friccion del pilote
A_p:	Area de la seccion transversal del pilote
L:	Longitud del pilote
E_p:	Modulo de elasticidad del material del pilote

El asentamiento de un pilote causado por la carga en la punta se expresa como:

$$s_2 = \frac{q_{wp} D}{E_s}(1 - \mu_s^2) I_{wp}$$

Donde,

D:	Diametro del pilote
q_{wp}:	Carga puntual por area unitaria en la punta del pilote = Q_{wp}/A_p
E_S:	Modulo de elasticidad del suelo
μ_s:	Relacion de Poisson

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

I_{wp}: Factor de influencia = 0.85

El asentamiento de un pilote por la carga llevada por el fuste se da por:

$$s_3 = \left(\frac{Q_{ws}}{pL}\right)\frac{D}{E_s}(1-\mu_s^2)I_{ws}$$

Donde,

P: Perimetro del pilote

I_{ws}: Factor de influencia

El asentamiento para un grupo de pilotes se expresa como:

$$s_{g(e)} = \sqrt{\frac{B_g}{D}}s$$

Donde,

$Sg_{(e)}$: Asentamiento total grupo de pilotes

B_g: Ancho seccion del pilote

D: Diametro del pilote

S: Asentamiento elastico total de un pilote indvidul

Tabla 22 Asentamientos elásticos en pilotes.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

D	AREA	E_{pilote}	P_{fuste}	P_{punta}	S_1	q_{wp}	Es punta	Es fuste	S_2	I_{ws}	Perímetro	S_3	S_{total}
m	m^2	Tn/m^2	Tn	Tn	m		Tn/m^2	Tn/m^2	m		m	m	m
0,50	0,196	2188198	8,8	34,0	0,00045	173	8073	1468	0,0077	3,1	1,57	0,001001	0,00910
0,60	0,283	2188198	10,6	45,8	0,00041	162	8073	1468	0,0086	3,0	1,88	0,001164	0,01018
0,70	0,385	2188198	12,4	59,1	0,00039	153	8073	1468	0,0095	2,9	2,20	0,001325	0,01121
0,80	0,503	2188198	14,2	73,7	0,00037	147	8073	1468	0,0104	2,9	2,51	0,001483	0,01222
0,90	0,636	2188198	15,9	89,8	0,00035	141	8073	1468	0,0112	2,8	2,83	0,001639	0,01322
1,00	**0,785**	**2188198**	**17,7**	**107,3**	**0,00034**	**137**	**8073**	**1468**	**0,0121**	**2,8**	**3,14**	**0,001794**	**0,01422**
1,10	0,950	2188198	19,5	126,4	0,00033	133	8073	1468	0,0129	2,7	3,46	0,001947	0,01522
1,20	1,131	2188198	21,2	147,0	0,00032	130	8073	1468	0,0138	2,7	3,77	0,002100	0,01622
1,30	1,327	2188198	23,0	169,2	0,00031	128	8073	1468	0,0147	2,7	4,08	0,002251	0,01722
1,40	1,539	2188198	24,8	193,0	0,00030	125	8073	1468	0,0155	2,7	4,40	0,002402	0,01823
1,50	1,767	2188198	26,5	218,5	0,00030	124	8073	1468	0,0164	2,6	4,71	0,002552	0,01925

NOTA: Se recomienda utilizar un factor de eficiencia de grupo de acuerdo con el CCP-14 (10.7.3.9)

6. SISMOLOGÍA.

La región en estudio se encuentra sobre la micro placa tectónica denominada Bloque Norandino, que linda al Occidente con la placa Oceánica de Nazca, al oriente con la placa Suramericana y al norte con la placa Caribe, la cual se ha desarrollado entre la zona de Subducción, donde convergen las placas Oceánica y Continental, cuya traza superficial está localizada frente al Litoral Pacífico y es el límite de placas más importante en cuanto a su nivel dinámico y como fuente de sismicidad para esta región del país.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Para Construir el Espectro de Aceleraciones de la Zona de construcción del puente, se deberán usar los siguientes PARÁMETROS; para lo cual se seguirá el procedimiento establecido por la Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-14 en su Capítulo 3.10.

6.1 DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE DISEÑO Pga, Ss y S1.

La ESTRUCTURA PROYECTADA se encuentran localizada en el Municipio de La Vega Departamento del Cauca.

A continuación, se presentan los Mapas de Zonificación para los Coeficientes Sísmicos requeridos (Pga, Ss, y S1), de acuerdo con la forma funcional seleccionada para el espectro elástico de diseño del CCP-14 (Ver Ilustraciones 54 a 56). Los resultados de la amenaza sísmica, expresados en fracciones de gravedad (g).

Los valores obtenidos de los Mapas de Zonificación para los Coeficientes Sísmicos son:

Tabla 23. Coeficiente de Aceleración Horizontal

Coeficiente de Aceleración Horizontal	
PGA	0,25
Ss	0,50
S1	0,25

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

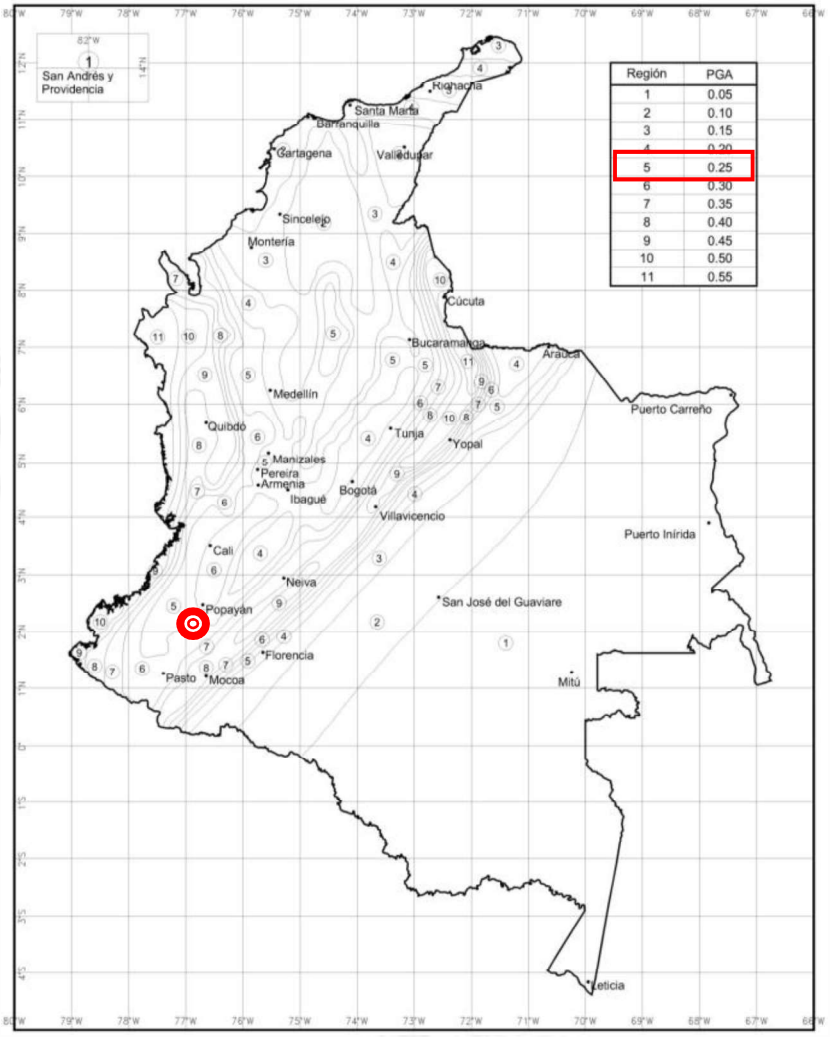
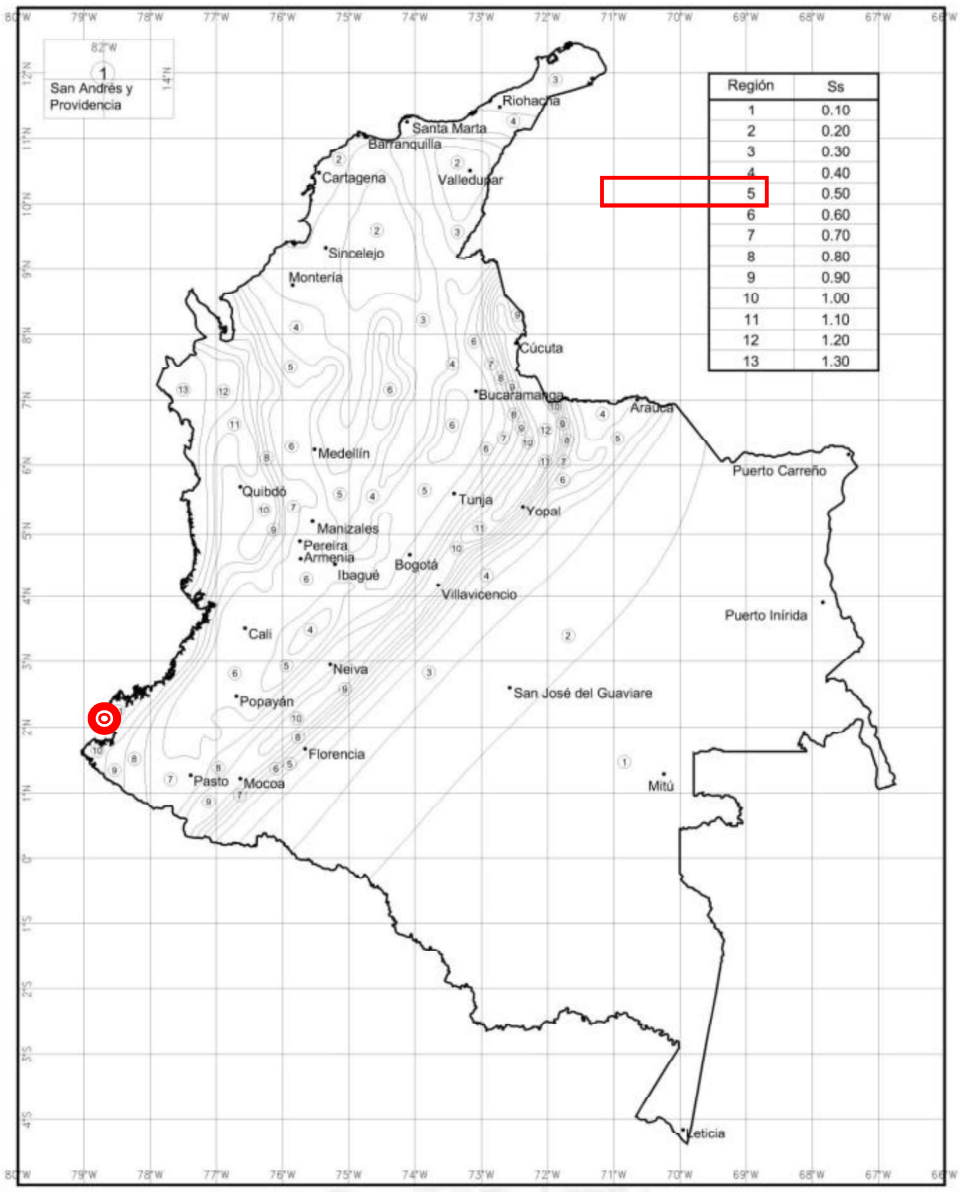


Tabla 24. Aceleración Pico Horizontal del Terreno (Pga) con 7% de Probabilidad de Excedencia en 75 años (Aprox. 1000 años de periodo promedio de retorno) expresada en la Aceleración de la Gravedad (g). Fuente: CCP-14.

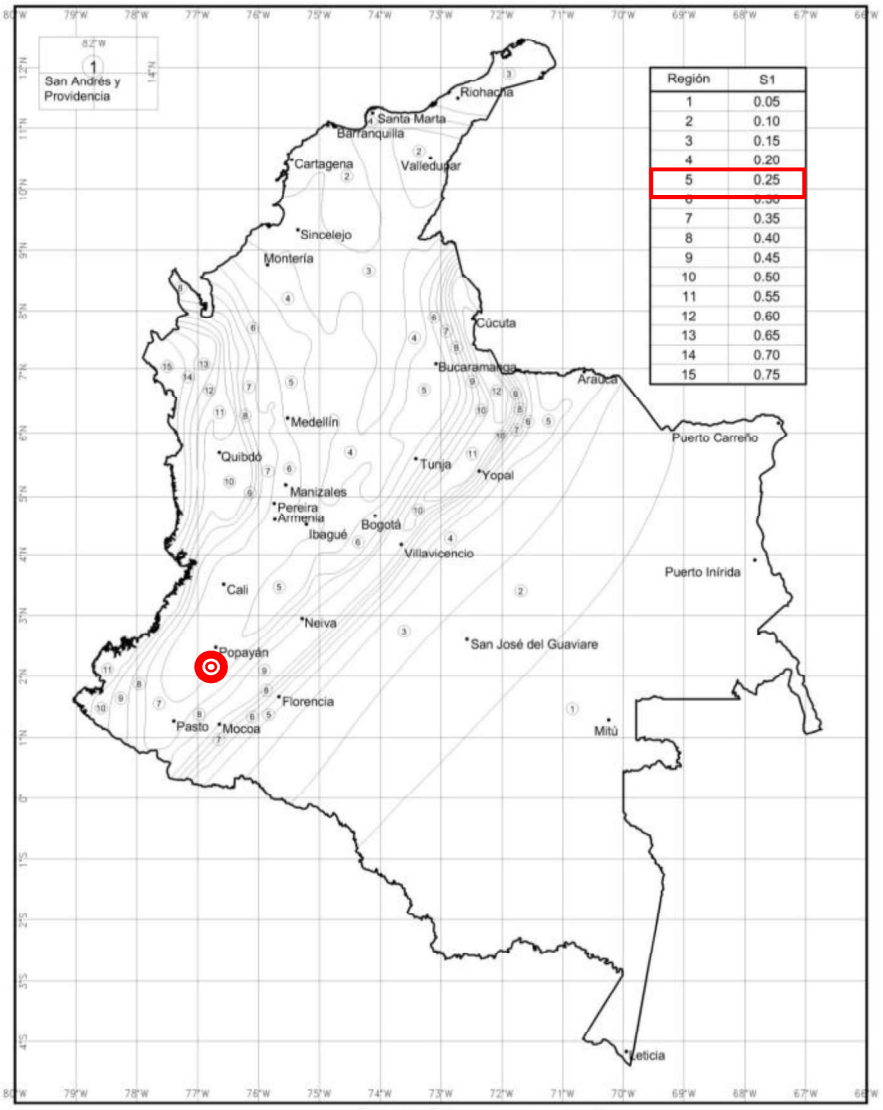
Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA



Región	Ss
1	0.10
2	0.20
3	0.30
4	0.40
5	0.50
6	0.60
7	0.70
8	0.80
9	0.90
10	1.00
11	1.10
12	1.20
13	1.30

Tabla 25. Coeficiente de Aceleración Espectral Horizontal para un Periodo de Vibración de 0.2 seg (Ss) para 5% de Amortiguamiento Crítico y con 7% de Probabilidad de Excedencia en 75 años (Aprox. 1000 años de periodo promedio de retorno) expresada en la Aceleración de la Gravedad (g). Fuente: CCP-14.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA



Región	S1
1	0.05
2	0.10
3	0.15
4	0.20
5	0.25
7	0.35
8	0.40
9	0.45
10	0.50
11	0.55
12	0.60
13	0.65
14	0.70
15	0.75

Ilustración 56. Coeficiente de Aceleración Espectral Horizontal para un Periodo de Vibración de 1 seg (S1) para 5% de Amortiguamiento Crítico y con 7% de Probabilidad de Excedencia en 75 años (Aprox. 1000 años de periodo promedio de retorno) expresada en la Aceleración de la Gravedad (g). Fuente: CCP-14.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

6.2 Definición del Tipo de Perfil de Suelo

A continuación, se definen los parámetros que se utilizan para definir el tipo de perfil de suelo con base en los 30 m superiores del mismo y considerando los ensayos realizados en las muestras tomadas cada 1.50 m de espesor del suelo presente en la Zona de Proyecto.

Tabla 22. Determinación de los Parámetros para definir el Tipo de Perfil de Suelo presente en la Zona de Proyecto. Fuente: CCP-14.

Tipo de Perfil de Suelo	Características del perfil
A	Roca competente con velocidad medida de onda de cortante, $\bar{v}_s \geq 1500$ m/s.
B	Perfil de roca de rigidez media con $\bar{v}_s$ en el intervalo 1500 m/s $> \bar{v}_s \geq 760$ m/s.
C	Perfiles de suelo muy densos o roca blanda con velocidad medida de onda de cortante, $\bar{v}_s$ en el intervalo 760 m/s $> \bar{v}_s \geq 360$ m/s, o
	perfiles que cumplan con cualquiera de los dos criterios siguientes: $\bar{N} > 50$ golpes/píe, o $\bar{s}_u > 100$ kPa ($\approx$ 1 kgf/cm^2).
D	Perfiles de suelos rígidos con velocidad medida de onda de cortante $\bar{v}_s$ en el intervalo 360 m/s $> \bar{v}_s \geq 180$ m/s, o
	perfiles que cumplan con cualquiera de los dos criterios siguientes: $\bar{N}$ en el intervalo 50 golpes/píe $> \bar{N} \geq 15$ golpes/píe, o $\bar{s}_u$ en el intervalo 100 kPa ($\approx$ 1 kgf/cm^2) $> \bar{s}_u \geq 50$ kPa (≈ 0.5 kgf/cm^2).
E	Perfil de suelo con velocidad medida de onda de cortante, $\bar{v}_s < 180$ m/s, o
	perfiles que cumplan con cualquiera de los dos criterios siguientes: $\bar{N} < 15$ golpes/píe, o $\bar{s}_u < 50$ kPa (≈ 0.5 kgf/cm^2), o
	cualquier perfil con $H > 3$ m de arcilla blanda, definida como un suelo con $IP > 20$, $w > 40\%$ y $\bar{s}_u < 25$ kPa (≈ 0.25 kgf/cm^2) (véase la Nota al final de la Tabla).
F	Suelos que requieren evaluación particular de sitio, tales como: • Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. • Turbas o arcillas altamente orgánicas ($H > 3$ m de turba o arcillas altamente orgánicas donde $H =$ espesor del suelo) • Arcillas de alta plasticidad ($H > 7.5$ m con $IP > 75$) • Estratos de arcillas con rigidez de media a blanda de gran espesor ($H > 36$ m)

De acuerdo con los anterior y lo expuesto en la Tabla 3.10.3.3-1 de la CCP-14, se definen para la Zona de Interés, UN PERFIL DE SUELO TIPO D

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Tabla 26. Clasificación de los Perfiles de Suelo. Fuente: CCP-14.

TIPO DE PERFIL DEL SUELO INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA			
PROFUNDIDAD	***SEGMENTO***	***N***	***N PROMEDIO***
0	1	7	0,1
1	1	10	0,1
2	1	2	0,5
3	1	38	0,0
4	1	43	0,0
5	1	50	0,0
6	1,0	62	0,0
7	1,0	64	0,0
8	1,0	64	0,0
9	1,0	26	0,0
10	1,0	65	0,0
11	1,0	68	0,0
12	8,0	68	0,1
20	5,0	68	0,1
25	5,0	68	0,1
30	0,0	70	0,0
		Σ =	1,19
Σ =	30		
		NPromedio	25
		TIPO DE PERFIL	**D**

6.3 DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE SITIO SECCION 3 CCP-14.

En las Siguientes Tablas se dan los Valores de los Coeficientes Fpga, Fa y Fv que deben usarse para Periodos de Vibración Cero, para el intervalo de Periodos de Vibración Cortos, y para Periodos de Vibración Largos, respectivamente. Estos Factores deben determinarse usando el Tipo de Perfil de Suelo dado en el Numeral 6.2. y los Valores obtenidos de los Mapas para los Coeficientes Pga, Ss, y S1.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Para los Valores Intermedios de Pga=0,25, Ss=0,50 y S1=0.25, se interpoló linealmente entre los Valores del mismo PERFIL DE SUELO "D", obteniéndose los siguiente Valores de Fpga=1.30, Fa=1.4 y Fv=1.9

Tabla 27. Valores del Factor de Sitio Fpga, en el PERIODOS DE VIBRACIÓN CERO del Espectro de Aceleraciones. Fuente: CCP-14.

Tabla 3.10.3.2-1 — Valores del factor de Sitio, F_{pga}, en el período de vibración cero del Espectro de Aceleraciones

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos (Vease la Nota 1)				
	$PGA \leq 0.1$	$PGA = 0.2$	$PGA = 0.3$	$PGA = 0.4$	$PGA \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2

Notas:
1. Se debe usar una interpolación lineal para valores intermedios de PGA
2. Para el perfil tipo F debe realizarse un estudio de sitio particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda.

Tabla 28. Valores del Factor de Sitio Fa, en el Intervalo de PERIODOS DE VIBRACIÓN CORTOS del Espectro de Aceleraciones. Fuente: CCP-14.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Tabla 3.10.3.2-2 — Valores del factor de Sitio, F_a, en el intervalo de períodos de vibración cortos del Espectro de Aceleraciones

Tipo de Perfil	Coeficiente de aceleración espectral para período de vibración de $0.2s$ (Véase la Nota 1)				
	$S_S \leq 0.25$	$S_S = 0.50$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.00$	$S_S \geq 1.25$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2

Notas:
1. Se debe usar una interpolación lineal para valores intermedios de S_S
2. Para el perfil tipo F debe realizarse un estudio de sitio particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda.

Tabla 29. Valores del Factor de Sitio Fv, en el Intervalo de PERIODOS DE VIBRACIÓN LARGOS del Espectro de Aceleraciones. Fuente: CCP-14.

Tabla 3.10.3.2-3 — Valores del factor de Sitio, F_v, en el intervalo de períodos de vibración largos del Espectro de Aceleraciones

Tipo de Perfil	Coeficiente de aceleración espectral para período de vibración de $1.0s$ (Véase la Nota 1)				
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 \geq 0.50$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2	véase nota 2

Notas:
1. Se debe usar una interpolación lineal para valores intermedios de S_1
2. Para el perfil tipo F debe realizarse un estudio de sitio particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

En las siguiente tabla se muestras los parametros de factores de sitio, coeficiente de aceleracion espectral y peridos de vibración.

Tabla 30. Factores de sito puente sector el Molino.

Tipo de Perfil de Suelo	
D	
Factor de Sitio	
Fpga	1,30
Fa	1,40
Ss	0,50
S1	0,25
As	0,33
Fv	1,90
SDs	0,70
SD1	0,48
Zona de Desempeño Sismico	3

Tabla 31. Coeficiente de Aceleración espectral y periodo de Vibración

Coeficiente de Aceleración Espectral	
S_{DS}	0,70
S_{D1}	0,48
As	0,33
Zona de Desempeño Sismico	3

Período de vibrasión	
To	0,14
Ts	0,68

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

6.4 COEFICIENTE DE IMPORTANCIA.

El puente a construir se clasifica según su importancia operacional en este caso se clasifica como un puente convencional y su factor de importancia operacional es 1.0, según el Código Nacional Colombiano de diseño sísmico de puentes 2014.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

7. ESTABILIDAD DE TALUDES PARA EXCAVACIONES

La estabilidad de Taludes, se estableció para la construcción de los cimientos, usando el método de Janbu(1). Las expresiones usadas son:

$$Fs = \frac{\mu q \ \mu w \ \mu t \ Ncf \ C'}{\gamma H + q - \gamma w \ Hw} \quad para \ \phi > 0°$$

En donde las letras significan:

Fs =	Factor de Seguridad del talud
µq, µw, µt =	Factores de reducción por: Sobrecarga, nivel freático y grietas respectivamente.
No =	Números de estabilidad, en condición no drenada
g =	Peso Unitario del suelo.
H =	Altura del talud.
q =	Sobre carga en la corona del talud.
gw =	Peso Unitario del agua.
Hw =	Altura del agua dentro del talud.
f =	Angulo de Fricción interna.
C=	Resistencia a la cohesión, en condición no drenada.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

(1)JANBU, N. "Stability Analysis for Slopes with Dimensionless Parameters". Harvard Soil Mechanics. Serie Nº 46. Harvard University, Cambridge. USA.

Tabla 32. Datos estabilidad de taludes a corto plazo en corte vertical para excavaciones.

H =	**3.0**	**m**	
Ht =	1.0	m	
q =	2.0	ton/m²	
Hw =	0.0	m	
γ =	1.8	ton/m3	
γ sat =	1.8	ton/m3	
C =	0.0	ton/m²	
ϕ =	36.0	°	
β (°)	**90**	**60**	**45**
μt	0,69	0,82	0,88
μq	0,77	0,83	0,87
Pe	14,55	13,49	12,87
Pd	21,08	16,46	14,63
tan ϕ	0,00	0,58	1,00
b	5,00	6,80	8,80
FS	1,42	2,48	3,61

Fuente: Elaboración Propia.

El factor de seguridad calculado fue superior a 1.5 indicando que las fuerzas actuantes son menores que las fuerzas resistentes esto se cumple para taludes transitorios con inclinaciones de 60° y 45° con altura inferior a 4,0 m, como se muestran en las memorias de cálculo, luego ofrece estabilidad, siempre que se conserven las condiciones de humedad del suelo.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

8. EMPULE DE TIERRAS.

El estribo soportará un empuje de tierras de tipo activo, con una distribución de presiones del tipo triangular. Los parámetros de diseño, para el cálculo de la presión de tierras, son los siguientes:

8.1.1. Presión lateral del suelo (Articulo 3.11.5.2 Código de Puentes)

$$P = Ko\ \gamma\ z$$

Donde

P= Presión lateral del suelo.

γ = peso específico del suelo.

Ko= Presión en Reposo

Para suelos normalmente consolidados, muros verticales y terreno nivelado el coeficiente de empuje lateral en reposo se puede tomar como:

$$K_o \approx 1 - \operatorname{sen} \phi$$

Donde:

Ko = Coeficiente de presion de la tierra en reposo
Ø = Angulo de fricción.

Considerando que el suelo ejerce empuje sobre las aletas y el muro del puente, será el material de relleno, se estima un coeficiente a partir de los parámetros estimados para el relleno a utilizar que para este caso será una grava o arena mal gradada (GP) con un ángulo de fricción interno de 33°

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Tabla 33. Coeficiente de presion de la tierra en reposo

USCS [1] (--)	φ'f [2] (°)	Ko [3] (--)
GP o SC	33	0.45

[1] Sistema de clasificación de suelos unificada

[2] Ángulo de fricción interno del material a contener

[3] Coeficiente de presión lateral de suelo en reposo

8.1.2. Presión Activa.

El coeficiente de presión lateral activa del suelo puede calcularse a partir de la teoría de Coulomb, Considerando que el suelo que ejerce empuje sobre los muros, se estima este coeficiente a partir de los parámetros estimados para el relleno a utilizar.

El cálculo final de la presión activa debe de realizarse tomando en consideración los siguientes términos:

$$P_a = \tfrac{1}{2}\gamma H^2 K_a - 2cH\sqrt{K_a}$$

$$K_a = \cos\alpha \frac{\cos\alpha - \sqrt{\cos^2\alpha - \cos^2\phi}}{\cos\alpha + \sqrt{\cos^2\alpha - \cos^2\phi}}$$

Donde:

ϒ = Peso especifico
Ø = Angulo de fricción
α = Angulo de inclinación del relleno con respecto a la horizontal

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Ka = Coeficiente de presión activa
H = Altura
Pa = Presión Activa
C = Cohesión

Si la INCLINACIÓN del Terreno es Nula la Ecuación queda así:

$$K_a = \frac{1 - Sen\phi}{1 + Sen\phi} = Tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)$$

Tabla 34 Presión activa Coulomb y Rankine

PRESIÓN ACTIVA COULOMB	
φ'f (°)[1]	33
θ(°)[2]	90
δ(°)[3]	20
β(°)[4]	0
Γ	2.82
Ka[5]	0.27

PRESIÓN ACTIVA RANKINE	
φ'f (°)[1]	33
β(°)[4]	0
Ka[5]	0.29

[1] Ángulo de fricción interno del material a contener

[2] Ángulo de la cara trasera del muro con respecto a la horizontal

[3] Ángulo de fricción entre el relleno y el muro, Tabla C3.11.5.9-1.

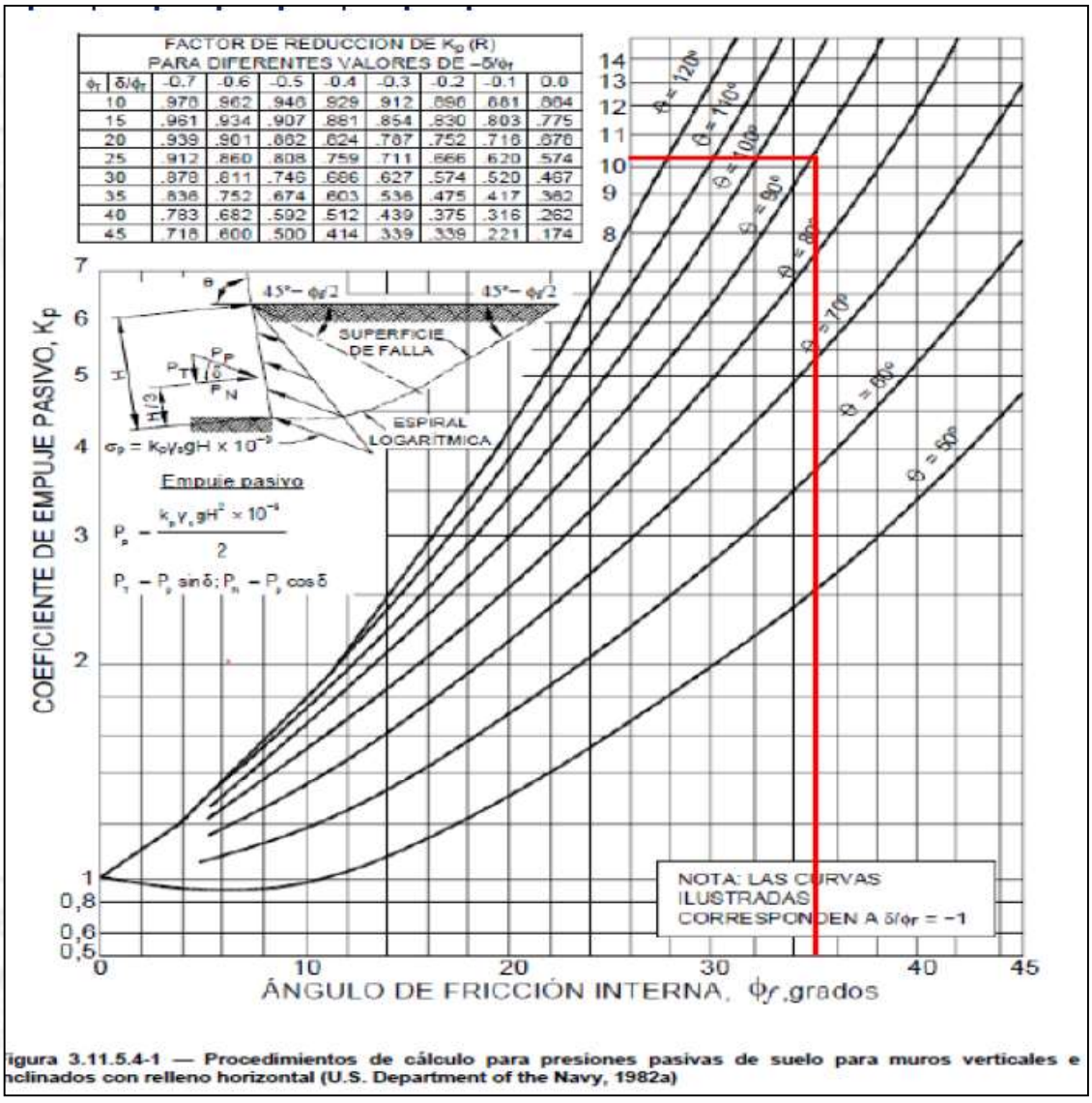
[4] Ángulo del relleno con respecto a la horizontal

[5] Coeficiente de presión lateral activa.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

8.1.3. Presión Pasiva.

Para suelos no cohesivos, el valor del coeficiente de presión lateral pasiva de suelo se puede tomar de la Figura3.11.5.4-1 para el caso de muro vertical o inclinado con terreno horizontal.



ϕ_r	δ/ϕ_r	-0.7	-0.6	-0.5	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	0.0
10		.970	.962	.946	.929	.912	.896	.881	.864
15		.961	.934	.907	.881	.854	.830	.803	.775
20		.939	.901	.862	.824	.787	.752	.716	.676
25		.912	.860	.808	.759	.711	.666	.620	.574
30		.878	.811	.746	.686	.627	.574	.520	.467
35		.836	.752	.674	.603	.536	.475	.417	.362
40		.783	.682	.592	.512	.439	.375	.316	.262
45		.718	.600	.500	.414	.339	.339	.221	.174

igura 3.11.5.4-1 — Procedimientos de cálculo para presiones pasivas de suelo para muros verticales e nclinados con relleno horizontal (U.S. Department of the Navy, 1982a)

Tabla 35. coeficiente de presión lateral pasiva.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

PRESIÓN PASIVA	
φ'f (°)[1]	33
δ[2]	20
δ/ φ'f	-0.6
R[3]	0,75
Kp[4]	7.6

[1] Ángulo de fricción interno del material a contener

[2] Ángulo de fricción entre el relleno y el muro Tabla C.3.11.5.9-1 de la CCP 14

[3] Factor de reducción kpParasuelosnocohesivos.

[4] Coeficiente de presión lateral pasiva.

El cálculo final de la presión pasiva debe de realizarse tomando en consideración los siguientes términos.

$$P_p = \tfrac{1}{2}\gamma H^2 K_p + 2cH\sqrt{K_p}$$

Si la INCLINACIÓN del Terreno es Nula la Ecuación queda así:

$$K_p = \frac{\sigma'_h}{\sigma'_v} = \frac{1+\operatorname{sen}\phi'}{1-\operatorname{sen}\phi'} = \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{4}+\frac{\phi'}{2}\right) > 1$$

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

8.1.4. Presión Activa para Condiciones Sísmicas

3.2. Fuerzas sísmicas EQ 11.6.5 de la CCP 14

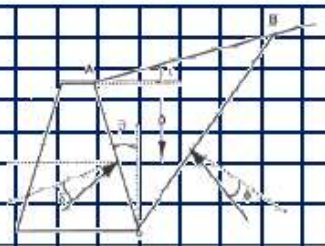
El coeficiente sísmico de aceleración horizontal (K_h), debe determinarse con base en el PGA en la superficie del terreno.

$$K_{h0} = F_{pga} * PGA = A_s$$

De acuerdo a lo mencionado dentro de el artículo 11.6.5.2.2 de la CCP 14, si el muro es libre de moverse lateralmente bajo las cargas sísmicas, la aceleración horizontal debe de reducirse para tener en cuenta la deformación lateral permitida por el muro, al igual que dicha reducción debe de considerarse aplicable a la investigación de la estabilidad global del muro y el talud. Por lo anterior, se obtiene $K_h=0.5K_{h0}$.

El coeficiente sísmico de aceleración vertical (Kv), debe suponerse igual a cero para el cálculo de las presiones laterales del suelo, a menos que el muro esté significativamente afectado por efectos de fuente cercana, o si es probable que aceleraciones verticales relativamente altas actúen simultáneamente con la aceleración horizontal.

Angulo de fricción interno-suelo	φ	=	33	°
Angulo de ficción suelo-muro	δ	=	22,0	°
Angulo del talud o relleno	τ	=	0	°
Angulo del vástago	β	=	0	°
Coeficiente de empuje activo	k_a	=	0,29	
Coeficiente sísmico horizontal	K_H	=	0,16	
Coeficiente sísmico vertical	K_V	=	0,00	



$$\theta = tn^{-1}\frac{K_H}{1-K_V} = 9° \quad \psi = \left(1 + \text{raíz}\left(\frac{\text{sen}(\varphi+\delta).\text{sen}(\varphi-\theta-\tau)}{\cos(\delta+\beta+\theta).\cos(\tau-\beta)}\right)\right)^2 = 2,63$$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\varphi-\theta-\beta)}{\psi\cos\theta.\cos^2\beta.\cos(\delta+\beta+\theta)} = 0,38$$

Al proceder al cálculo de las presiones sísmicas activas del suelo, se debe de considerar que actuarán dos componentes bajo un sismo; la componente estática de la fuerza y la componente dinámica, las cuales actúan, de acuerdo a lo encontrado por Seed & Whitman(1970), sobre distintas alturas del muro. Por lo anterior, se deben de estimar ambas componentes por aparte, para su acción sobre el modelo del diagrama de fuerzas:

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Fuerza sísmica activa se calcula como:

$$P_{AE}=1/2*\gamma_s*h^2*1-K_v*K_{AE}$$

- Efecto dinámico adicional

$$\Delta PAE=P_{AE}-Pa$$

Donde:

$$\bar{z}AE=0{,}6*H$$

La fuerza lateral total aplicada al muro debida al sismo y la presión de tierra, debe determinarse considerando el efecto combinado de P_{AE} y P_{IR}.

$$P_{IR}=Kh(W_W+W_S)$$

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El subsuelo estudiado, está conformado por depósitos recientes inconsolidados de origen aluvial hasta una profundidad promedio de 8 m compuestos por arenas, gravas, bolos y bloque de roca (clasificación SUCS: GM y, SM), a partir de esta cota se encuentran roca esquistosa meteorizada blanda color negro con presencia de cuarzos pertenecientes al Complejo Arquía.

El depósito de suelo donde se proyecta la construcción de la estructura se encuentra húmedo, las propiedades contracto – expansivas son bajas, luego no afectará la estabilidad de las estructuras proyectadas siempre y cuando no se varíen las condiciones de humedad del suelo.

El potencial de colapso y de licuación son bajos, la resistencia es media alta, se esperan inestabilidades en las excavaciones transitorias que se realicen verticales y que posean una altura máxima de 2,50 m, tal como se verificó en la memoria de cálculo, de modo que se acataran las recomendaciones dadas en el numeral de excavaciones.

El nivel freático se midió en época de invierno (febrero de 2024) y no se encontró a una profundidad de 7.0 m

9.1 SISTEMA DE FUNDACIÓN PROPUESTO

Para los diseños de las cimentaciones de los puentes, se tiene en cuenta, la socavación de los ríos y quebradas, por donde escurren dichas fuentes hídricas. Es de aclarar que los primeros 8 m trascurren en material de aluvión y luego comienza aflorar material rocoso conformado rocas meteorizadas esquistosas, se propone dos tipos de cimentaciones la primera es la cimentación de los estribos del puente sobre pilotes con una longitud de 5.0 m, y la segunda es realizar un relleno ciclópeo de un espesor de 1.5 m y sobre cimentar los estribos del puente.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

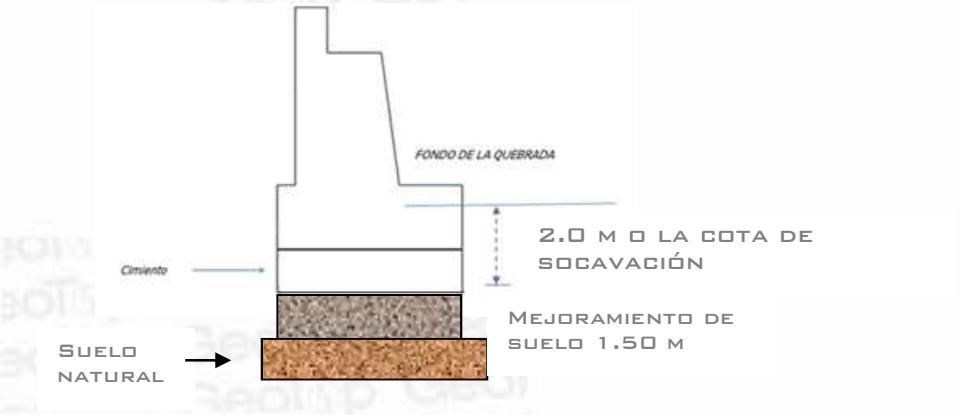
9.1.1 Cimientos corridos

PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN MÍNIMA:

2.0 m con respecto al nivel de fondo del Rio, o la cota de socavación que presente el Rio calcula en el estudio de Socavacion, sobre de un concreto ciclópeo de 1.5 m de espesor.

- *CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE*: 2.8 Kg/cm2
- *ANCHO MINIMO DEL CIMIENTO*: 4.0 m

Ilustración 13. Esquema cimentación propuesta



9.1.2 Pilotes pre excavados y fundidos en sitio:

De acuerdo a las características mecánicas de los materiales que constituyen el perfil estratigráfico, se recomienda utilizar para los cálculos de cimentación las siguientes cargas.

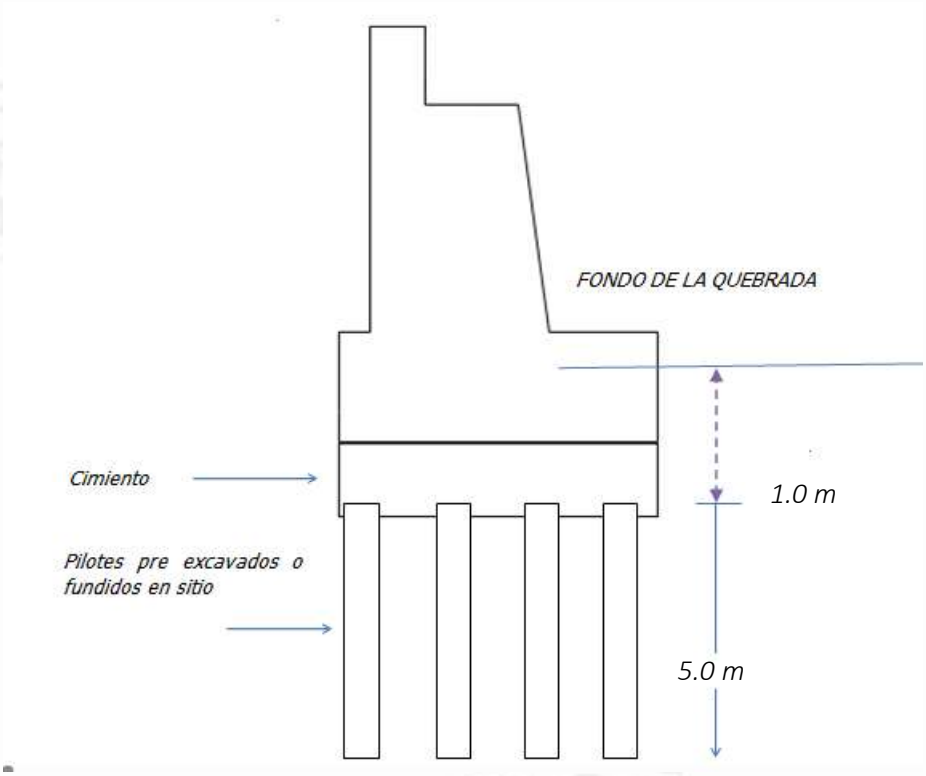
Tabla 36. Resistencia vertical de Pilas pre excavadas sección circular.

Diámetro	Longitud (m)	Capacidad por punta (Ton)	Capacidad por fuste (ton)	Total (Ton)
0.80	5	74	14	88

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

0.90	5	90	16	106
1.0	5	107	18	125
1.20	5	147	21	168

Ilustración 14. *Esquema cimentación propuesta*



9.2 ASENTAMIENTOS.

La Capacidad de Carga Admisible para diseño de toda cimentación deberá ser el menor valor entre el esfuerzo límite de falla (H.4.2.1), reducido por el Factor de Seguridad y el que produzca asentamientos iguales a los máximos permitidos.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Para las condiciones de este proyecto se planteó que la capacidad de carga máxima de las cimentaciones es aquella que produce un asentamiento ΔH ≤ 2,5 cm.

Se demuestra numéricamente que al tomar el esfuerzo límite de falla de las cimentaciones aisladas, como la presión de contacto usada en la expresión para el cálculo de asentamientos instantáneos, se obtienen valores menores de cm que no superan el tope admisible de este proyecto, por tal motivo se concluye que las cimentaciones fallan primero por esfuerzo límite (H.4.2.1), reducidos por el Factor de Seguridad (FS=3) antes que por asentamientos.

9.3 EXCAVACIONES PARA CIMENTACIÓN.

Las excavaciones que se presentan corresponden a la construcción de la cimentación, que se harán sobre el depósito de suelo areno limosos y gravas el cual es de fácil de excavación manual o con maquinaria.

En las excavaciones de la cimentación se puede realizar en forma manual, los taludes se pueden realizar con Angulo respecto a la vertical de 60 grados hasta una profundidad máxima de 4.0 para excavaciones a corto plazo. Es de anotar que se pueden presentar pequeños derrumbes en excavaciones profundas como se mencionó en el literal 7,0 estas se controlarán con entibados empleando madera—tablas y tacos o plaquetas.

INESTABILIDADES LOCALES en los suelos blandos o sueltos, se controlarán Inclinando más el Talud —60º— o Entibando con Madera

- Entibados con madera

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

La dimensión de los elementos de madera esta listado en la tablas C.1.1 y es tomada del documento 1926 Safety and Health Regulations for Construction. Subpart P Excavations de la OSHA.

Las dimensiones de los elementos listados en la tablas C.1.1, se refieren a las dimensiones nominales de la madera, es decir, antes de las operaciones de Cepillado y secado.

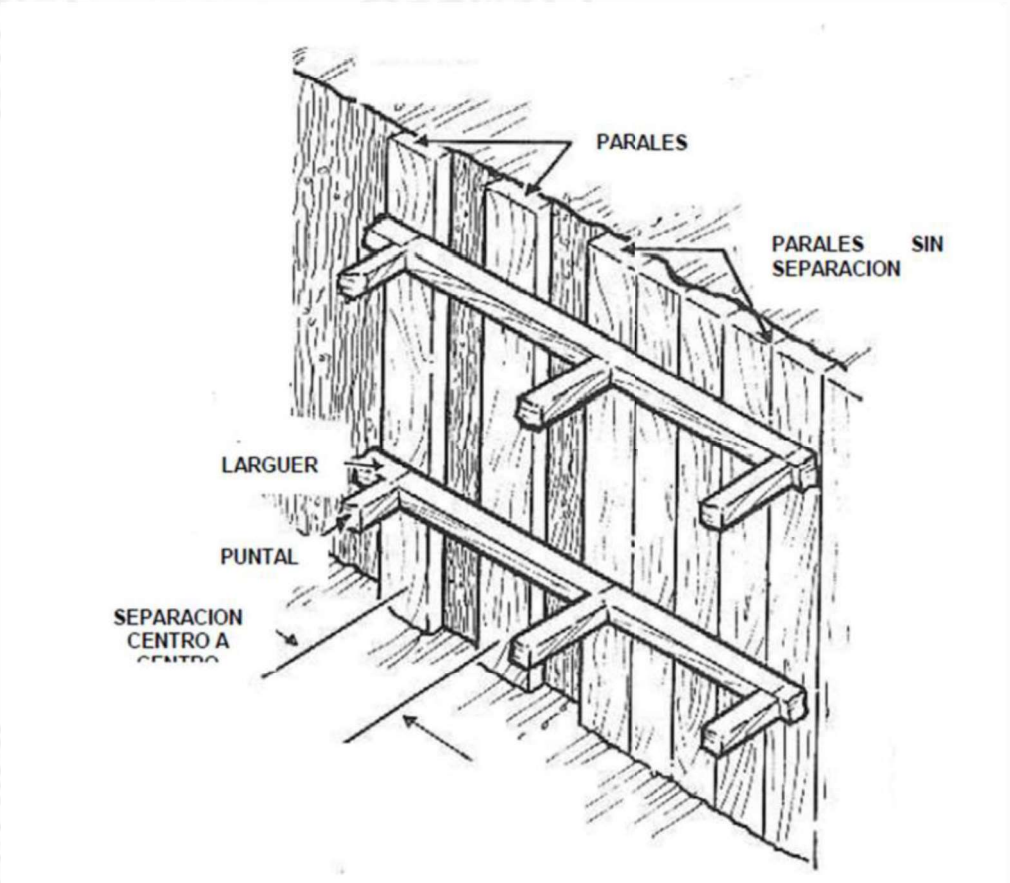


Ilustración 15. Componente de un sistema de entibado
Fuente: Ingenieria geológica.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

La información se presenta en forma tabular en la tabla C.1.1, donde se presentan los tamaños mínimos de los miembros de madera a utilizar en un sistema de entibado, cada tabla contiene solo los datos para un tipo de suelo en particular en el cual la excavación o porción de esta que se está ejecutando. Los datos están arreglados para permitir al usuario tener la flexibilidad de seleccionar varias configuraciones aceptables de elementos basados en la variación de espaciamiento horizontal de los puntales. Las excavaciones en roca están exentas de requerimientos de entibados, por tal razón no se presentan datos para esta condición

En el caso en estudio se tiene un suelo Tipo C que significa Tipo C. Significa Suelos granulares incluyendo grava, arena, arena arcillosa; arena limosa, suelo sumergido o suelo cual el agua se filtra libremente.

DIMENSIONES NOMINALES Y ESPACIAMIENTO DE LOS ELEMENTOS (**)

PROFUNDIDAD DE LA EXCAVACION Mt. – (pies)	PUNTALES TAMAÑO (pulgadas X pulgadas)							LARGUEROS		PARALES TAMAÑO (pulgadas X pulgadas) MAXIMO SEPARACION HORIZONTAL ADMISIBLE – mt. (pies)				
	SEPARACION HORIZONTAL mt. (pies) HASTA	ANCHO DE LA ZANJA – mt. (pies) HASTA 1.2 (4)	HASTA 1.8 (6)	HASTA 2.7 (9)	HASTA 3.6 (12)	HASTA 4.5 (15)	SEPARACION VERTICAL mt. (pies)	TAMAÑO (pulgadas)	SEPARACION VERTICAL mt. (pies)	0	1.2 (4)	1.5 (5)	1.8 (6)	2.4 (8)
ENTRE 1.5 (5) Y 3.0 (10)	1.8 (6) HASTA	4 X 4	4 X 4	4 X 6	6 X 6	6 X 6	1.2 (4)	NO REQUIERE	---------				2 X 6	
	2.4 (8) HASTA	4 X 4	4 X 4	4 X 6	6 X 6	6 X 6	1.2 (4)	NO REQUIERE	---------					2 X 8
	3.0 (10) HASTA	4 X 6	4 X 6	4 X 6	6 X 6	6 X 6	1.2 (4)	8 X 8	1.2 (4)			2 X 6		
	3.6 (12) HASTA	4 X 6	4 X 6	6 X 6	6 X 6	6 X 6	1.2 (4)	8 X 8	1.2 (4)				2 X 6	
ENTRE 3.0 (10) Y 4.5 (15)	1.8 (6) HASTA	4 X 4	4 X 4	4 X 6	6 X 6	6 X 6	1.2 (4)	NO REQUIERE	---------				3 X 8	
	2.4 (8) HASTA	4 X 6	4 X 6	6 X 6	6 X 6	6 X 6	1.2 (4)	8 X 8	1.2 (4)		2 X 6			
	3.0 (10) HASTA	6 X 6	6 X 6	6 X 6	6 X 8	6 X 8	1.2 (4)	8 X 10	1.2 (4)			2 X 6		
	3.6 (12) HASTA	6 X 6	6 X 6	6 X 6	6 X 8	6 X 8	1.2 (4)	10 X 10	1.2 (4)				3 X 8	
ENTRE 4.5 (15) Y 6.0 (20)	1.8 (6) HASTA	6 X 6	6 X 6	6 X 6	6 X 8	6 X 8	1.2 (4)	6 X 8	1.2 (4)	3 X 6				
	2.4 (8) HASTA	6 X 6	6 X 6	6 X 6	6 X 8	6 X 8	1.2 (4)	8 X 8	1.2 (4)	3 X 6				
	3.0 (10) HASTA	8 X 8	8 X 8	8 X 8	8 X 8	8 X 10	1.2 (4)	8 X 10	1.2 (4)	3 X 6				
	3.6 (12)	8 X 8	8 X 8	8 X 8	8 X 8	8 X 10	1.2 (4)	10 X 10	1.2 (4)	3 X 6				
MAYOR DE 6.0 (20)	Ver Nota 1.													

** Elementos fabricados de resistencia equivalente puede ser sustituir a los elementos de madera.

Fuente: Safety and Health Regulations for Construction

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

MADERAS ESTRUCTURALES COLOMBIANAS (TOMADO DEL CAPITULO G DE LA NSR-98) Tabla 44. Tabla 4. G.2.1 Esfuerzos admisibles por grupo estructural (MPa).

GRUPO	F_b	F_t	F_c	F_p	F_v
A	21	14.5	14.5	4.0	1.5
B	15	10.5	11	2.8	1.2
C	10	7.5	8	1.5	0.8

Donde:
Fb: Esfuerzo admisible a la flexión
Ft: Esfuerzo admisible a la tensión paralelo a la fibra
Fc: Esfuerzo admisible a la compresión paralelo a la fibra
Fp: Esfuerzo admisible a la compresión perpendicular a la fibra
Fv: Esfuerzo admisible al corte paralelo a la fibra

Nota: Los esfuerzos indicados son para maderas secas, libres de defectos.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Tabla 37. Tabla 5. G.B.1 Madera Colombianas según grupo Estructural.

NOMBRE COMUN	GRUPO	NOMBRE COMUN	GRUPO
Abarco	B	Dinde	B
Aceite María	C	Dormilón	C
Achapo	C	Fernán Sánchez	C
Ají, arracacho	B	Flor Morado (roble)	B
Algarrobo	A	Guaimaro	B
Avichun	B	Guayabo	B
Bálsamo	A	Guayabón	B
Caimito	A	Machave	B
Carrá	C	Mora	B
Ceiba amarilla	C	Murcillo	C
Ceiba tolna	C	Nato	B
Copaiba	C	Oloroso	A
Costillo	A	Pantano	C
Cupaiba	B	Pino Real (chaquiro)	C
Chanul	A	Punte Candado	A
Chaquiro	A	Saman	C
Chocolatillo	A	Sande	C
Chocho	B	Sangreado	A
Chuguacá	C	Tananeo	A
Chupón	B	Tangare	C

En el desarenador se pueden utilizar los siguientes arreglos

Una excavación de un suelo tipo C de 3 metros de profundidad y 1.5 metros de ancho. De la tabla C.1.1, se pueden seleccionar varios arreglos de entibado.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

En el fondo de la excavación para los cimientos corridos de los muros de cerramiento del tanque desarenador se recomienda colocar un solado de limpieza (en proporción 1:3) de 3.0 -5.0 cm de espesor mínimo puesto que el remoldeo y los cambios bruscos de temperatura o inundaciones, producen deterioros graves al suelo de fundación.

Las excavaciones deberán permanecer drenadas en caso de lluvias. En caso de no poder proteger inmediatamente el terreno de fundación, la excavación a la profundidad de desplante deberá dejarse 0.15 m por encima de la cota del proyecto de cimentación, hasta que se pueda proceder a vaciar el solado de protección.

El material de excavación se alejará del borde, una distancia igual a la mitad de la altura del talud, para evitar inestabilidad.

El NIVEL FREÁTICO ESTABLE SE ENCONTRÓ dentro de las investigaciones realizadas, a una Profundidad Promedio de 7.00 m (Medidas a partir del Nivel Actual de Vía, por lo cual Existe la probabilidad de agua dentro de las Excavaciones Proyectadas; especialmente si se trabaja en períodos de invierno.

Para el achique de aguas en época de lluvia o por ascenso del Nivel Freático, se recomienda disponer de al menos dos Motobombas de 3 o 4". Las bombas es bueno colocarlas en POZOS DE BOMBEO, formados por Canecas Metálicas de 55 Galones abiertas por debajo, enterradas y llenas de grava hasta la mitad. El fondo de la excavación debe adecuarse de tal forma que presente una pendiente hacia los sectores donde estarán ubicados dichos POZOS.

En ocasiones al momento de realizar la EXCAVACIÓN PARA LA CIMENTACIÓN, No se calcula bien el nivel de fondo de esta, por tanto, se recomienda nivelar con el Solado las Zonas con dicha imperfección.

9.4 RELLENOS

Los rellenos que se puedan presentar se conformarán con material, que cumpla con los requisitos INVIAS ART 220-07 para suelos adecuados y 311-07, entre los más importantes se tiene:

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Tabla 38. Requisitos de materiales para terraplenes

Tabla 220 - 1. Requisitos de los materiales para terraplenes

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUELOS SELECCIONADOS	SUELOS ADECUADOS	SUELOS TOLERABLES
Partes del terraplén a las que se aplican		Todas	Todas	Cimiento y Núcleo
Tamaño máximo, mm	E-123	75	100	150
Porcentaje que pasa el tamiz de 2 mm (No. 10) en masa, máximo	E-123	80	80	-
Porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200) en masa, máximo	E-123	25	35	35
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	E-121	0	1.0	1.0
Límite líquido, máximo (%)	E-125	30	40	40
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-126	10	15	-
CBR de laboratorio, mínimo (%) *(Nota 1)*	E-148	10	5	3
Expansión en prueba CBR, máximo (%)	E-148	0.0	2.0	2.0
Índice de colapso, máximo (%) *(Nota 2)*	E-157	2.0	2.0	2.0
Contenido de sales Solubles, máximo (%)	E-158	0.2	0.2	-

Nota 1. Los valores de C.B.R. indicados en la Tabla 220 - 1 están asociados al grado de compactación mínimo especificado (numeral 220.5.2.2.2); el CBR se medirá sobre muestras sometidas previamente a cuatro días de inmersión.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Tabla 39. Franjas granulométricas del material de afirmado

Tabla 311 - 2. Franjas granulométricas del material de afirmado

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)							
	37.5	25.0	19.0	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
	1 ½"	1"	3/4"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
	% PASA							
A-38	100	-	80-100	60-85	40-65	30-50	13-30	9-18
A-25	-	100	90-100	65-90	45-70	35-55	15-35	10-20
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %			6 %			3 %

Tabla 311 - 3. Relaciones que debe cumplir el material de afirmado

RELACIÓN	REQUISITO
$\frac{\%\text{ pasa tamiz No. 200}}{\%\text{ pasa tamiz No.10}}$	0.20 a 0.45
$\frac{\%\text{ pasa tamiz No. 200}}{\%\text{ pasa tamiz No. 40}}$	$\leq \frac{2}{3}$
{(% pasa tamiz de 1")-(% pasa tamiz No. 10)}×{% pasa tamiz No. 4}	16 a 34
(% de contracción lineal)×(% pasa tamiz No. 40)	100 a 240

El material, se conformará en capas de máximo 15 cm y se compactará con compactadores del tipo cilindro liso vibratorio, minicompactadores del tipo bomag o saltarín, hasta alcanzar el 95% de su densidad seca máxima en el ensayo Proctor Modificado.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

9.5 SUB DRENES.

Las filtraciones que se presenten se aliviarán mediante la construcción de un subdrén por detrás del estribo y las aletas, que consiste en un geotextil del tipo No tejido 2000 de Pavco, BX30 de Fortex o similar, que cubre el suelo y un relleno con material triturado o de río con tamaño máximo de 2", dotado en el fondo, de una tubería de drenaje de ϕ4", tal como lo muestra la siguiente figura. Se dejarán pases de ϕ2", en forma de zigzag, espaciados cada 2.0 m en el sentido horizontal y cada metro en el vertical. La primera fila se ubicará a 0.30 m del nivel del piso. Cabe mencionar que existe en el mercado geodrenes, que no requieren materiales granulares por detrás de los muros y por ende poco espacio para su instalación.

9.6 RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS.

Los estribos, así como la cimentación de la estructura deberán impermeabilizarse adecuadamente con el objeto de evitar futuras filtraciones del agua, previniendo así una posible inestabilidad del mismo que genere problemas posteriores por problemas en el suelo de fundación o por la influencia del empuje lateral de los suelos.

Para evitar que ingrese agua detrás del estribo el código colombiano de puentes recomienda que la losa de acceso debe estar conectada directamente al estribo (no a los muros de aleta) y deben tomarse las previsiones adecuadas para proveer el drenaje del agua que pudiera quedar atrapada.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Una vez construida la estructura proyectada, se recomienda confinar dicho elemento con material preferiblemente producto de la excavación con el fin de garantizar los niveles de trabajo y eliminar los vacíos en el terreno de cimentación, así como en los que se puedan presentar en los muros de los estribos.

Puentes de alivio, bancas de encauzamiento, y trabajos de estabilización del cauce deben usarse donde se necesite minimizar los efectos de condiciones adversas de flujo en los estribos.

Se recomienda el uso de estribos con pendiente hacia el cauce para evitar un menor porcentaje de socavación en los estribos.

Se recomienda realizar enrocado o bancas encauzadoras de al menos 10 m de longitud como protección contra vórtices aguas abajo del estribo.

9.6.1 CONSTRUCCIÓN DE CIMIENTOS PROFUNDOS.

Para la construcción de pilotes se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

• Para garantizar el amarre de los cimientos profundos al cabezal o zapata y para soportar los esfuerzos de tensión originados por el efecto de vuelco que causan las fuerzas horizontales, se debe prolongar el refuerzo de tensión en el cabezal.

• Los pilotes o pilas, deben ser de concreto de cemento Portland, con una resistencia mínima de 3000 Psi a los 28 días y con un Slump de 6 a 8”, con el fin de facilitar su colocación.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

• La separación mínima de los pilotes, centro a centro, debe ser por lo menos 3.0 veces el diámetro, esta separación debe mantenerse a lo largo de todo el pilote. Si no se consigue que la resultante de las cargas pase por el centro de gravedad del pilotaje, conviene aumentar la separación de los pilotes para disminuir la carga en los mismos debida al momento producido por la excentricidad. El número mínimo de pilas con diámetro superior a 1.0 cm será de tres.

• El dimensionamiento del cabezal dependerá del número de pilotes y deberá acomodarse de tal forma que su tamaño sea mínimo y su eficiencia sea del 100%.

Dentro de las excavaciones aparecerá el nivel freático, es por ello que el vaciado del concreto se hará con tubo y embudo para evitar segregación del concreto.

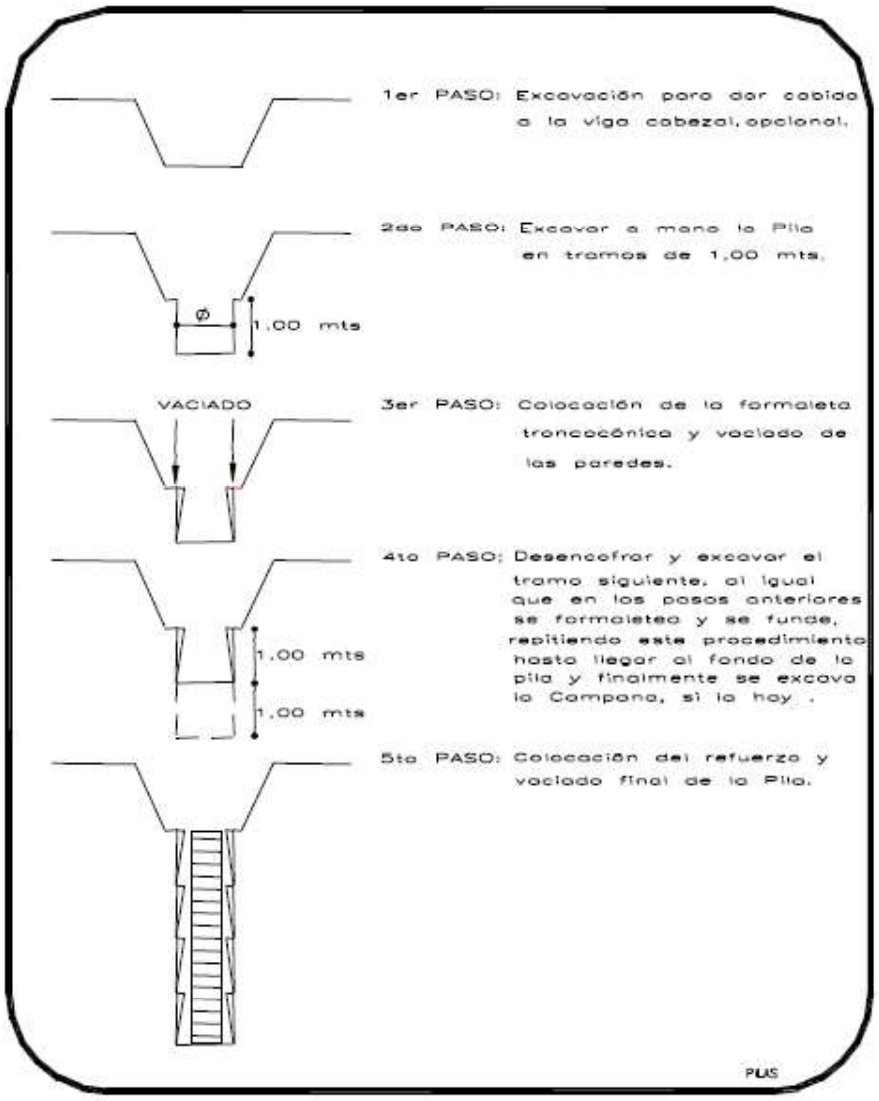
La cuantía longitudinal mínima de la pila o pilote, será igual o mayor que 0.5% del área transversal para áreas transversales menores 0.5 m2, en un número mínimo de 4 barras y su longitud será igual a la longitud del pilote más la longitud de desarrollo que entra en el cabezal.

• La armadura longitudinal no será de diámetro inferior a 1/2", El diámetro de las barras de los estribos, será de 3/8" para pilotes y de ½" para pilas y la separación máxima será de 7.5 cm en los primeros 1.20 m del pilote o pila y 15 diámetros de barra longitudinal desde ahí hasta el final. En la siguiente figura se muestra un modelo de distribución del refuerzo.
• La excavación de las pilas puede hacerse a mano, por el sistema de anillos troncocónicos —Ver siguiente figura —.

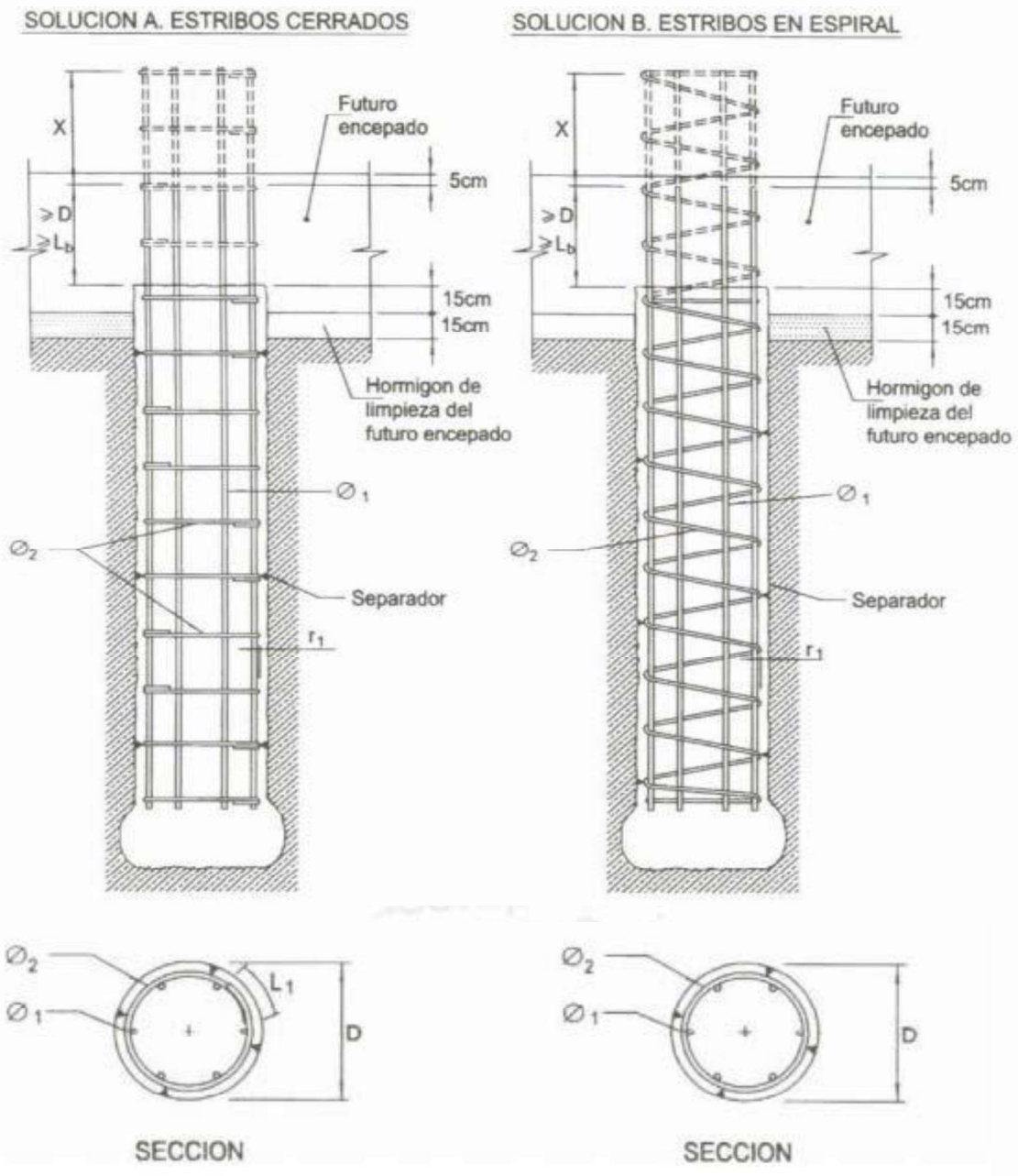
.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Ilustración 16. Excavación manual de pilas.



Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA



Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Ilustración 17- *Detalle del refuerzo en cimientos profundos*

Fuente: http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/4788/fichero/MEMORIA%252F08PILOTES%2C+ENCEPADOS+Y+VIGAS+DE+ATADO.pdf

9. LIMITACIONES.

Las recomendaciones consignadas en el presente informe se basan en los resultados de las exploraciones de campo y resultados de laboratorio que se describen en los capítulos pertinentes. Si durante el diseño o construcción se encuentran condiciones del subsuelo o circunstancias no previstas en este estudio, recomendamos se consulte para estudiar las modificaciones o adiciones que sean necesarias.



MARÍA LIGIA YARCE DORADO
M.P.19202218026 CAU
Ingeniera Civil & Ingeniera Ambiental
Especialista en Geotecnia

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BOWLES. Jhosep E foundation and desing, fourth edition, Mcgraw hill ,Singapore 1988

2. Juárez Badillo, Eulalio Alfonso Mecánica de Suelos ED. Limusa México 1991.

3. Normas Colombianas de diseño y construcción sismo resistentes.

4. Paris Gabriel Q. y Pedro A. Marín, Generalidades acerca de la geología de departamento del cauca, Ingeominas.

5. GUJAR, Germán, Cimentaciones Superficiales. Editorial Universidad del Cauca, Popayán, 2003.

6. DAS. M Braja. Fundamentos de ingeniería de cimentaciones, séptima edición.Cengaje learning. México 2012.

7. Plan de Básico de Ordenamiento Territorial Timbio Cauca 2002

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

ANEXO 1.

MEMORIAS DE CALCULO.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

PROYECTO: PUENTE EL MOLINO VEREDA VILLAMARÍA.

ESTIMACIÓN PARÁMETROS RESISTENCIA SUELOS | **MUNICIPIO: La Vega**

Perforación	Profundidad		Tipo	NSPT CAMPO									
	De	Hasta	Suelo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	min	max	medio
P1-P2	0,00	0,50	1	23	4								
	0,50	1,00	1	10	7						7	10	9
	1,00	1,50	1	10	14						10	14	12
	1,50	2,00	1	2	14						2	14	8
	2,00	2,50	1	43	38						38	43	41
	2,50	3,00	2	43	43						43	43	43
	3,00	3,50	2	50	50						50	50	50
	3,50	4,00	2	50	50						50	50	50
	4,00	4,50	2	50	50						50	50	50
	4,50	5,00	2	50	50						50	50	50
	5,00	5,50	2	50	50						50	50	50
	5,50	6,00	2	62	64						62	64	63
	6,00	6,50	2	65	64						64	65	65
	6,50	7,00	2	65	64						64	65	65
	7,00	7,50	2	65	64						64	65	65
	7,50	8,00	2	65	68						65	68	67
	8,00	8,50	2	65	68						65	68	67
	8,50	9,00	2	65	68						65	68	67
	9,00	9,50	2	65	68						65	68	67
	9,50	10,00	2	65	68						65	68	67
	10,00	10,50	2	65	68						65	68	67
	10,50	11,00	2	65	70						65	70	68
	11,00	11,50	2	65	70						65	70	68
	11,50	12,00	2	65	70						65	70	68

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

N1,55	qu (ens) Kg/cm2	γ T/m3	qu (corr) Kg/cm2	cu (corr) T/m2	Eu Kg/cm2	υ	ϕeq grados	Ko	Ka	Kp
6,75	1,63	1,85	1,63	8,15	98	0,4	24,19	0,59	0,42	2,39
7,50	1,54	1,85	1,54	7,70	92	0,4	24,68	0,58	0,41	2,43
1,50	1,55	1,85	1,55	7,75	93	0,4	19,33	0,67	0,50	1,99
28,50	1,61	1,85	1,61	8,05	97	0,4	33,87	0,44	0,28	3,52
32,25	1,64	1,85	1,64	8,20	177	0,3	35,08	0,43	0,27	3,70
37,50	1,66	1,90	1,66	8,30	198	0,3	36,65	0,40	0,25	3,96
37,50		2,20	6,75	33,75	198	0,3	36,65	0,40	0,25	3,96
37,50		2,20	6,75	33,75	198	0,3	36,65	0,40	0,25	3,96
37,50		2,20	6,75	33,75	198	0,3	36,65	0,40	0,25	3,96
37,50		2,20	5,25	26,25	198	0,3	36,65	0,40	0,25	3,96
46,50		2,20	6,51	32,55	234	0,3	39,11	0,37	0,23	4,42
48,00		2,20	6,72	33,60	240	0,4	39,49	0,36	0,22	4,49
48,00		2,20	6,72	33,60	240	0,4	39,49	0,36	0,22	4,49
48,00		2,20	6,72	33,60	240	0,4	39,49	0,36	0,22	4,49
48,75		2,20	6,83	34,13	243	0,3	39,69	0,36	0,22	4,53
48,75		2,20	6,83	34,13	243	0,4	39,69	0,36	0,22	4,53
48,75		2,20	6,83	34,13	243	0,4	39,69	0,36	0,22	4,53
48,75		2,20	6,83	34,13	243	0,4	39,69	0,36	0,22	4,53
48,75		2,20	6,83	34,13	243	0,4	39,69	0,36	0,22	4,53
48,75		2,20	6,83	34,13	243	0,4	39,69	0,36	0,22	4,53
48,75		2,20	6,83	34,13	243	0,4	39,69	0,36	0,22	4,53
48,75		2,20	6,83	34,13	243	0,4	39,69	0,36	0,22	4,53

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

COEFICIENTES BALASTO													
Profundidad (desde +0.0)		Parametros									D	1,00	m
De	A	Tipo Suelo	Ncorr	N55	LL	g	Carena	Carc	Carenag /1,35	Carcg	D	kh (Kg/cm3)	kv (Kg/cm3)
0,0	0,5												
0,5	1,0		5	6,75	55	1,85	166,4	111,1	0,2280	0,2056			
1,0	1,5	1	6	7,50	55	1,85	183,4	111,1	0,2514	0,2056	1,00	0,31	0,46
1,5	2,0	1	1	1,50	55	1,85	85,4	111,1	0,1170	0,2056	1,00	0,41	0,62
2,0	2,5	1	23	28,50	50	1,85	813,2	125,0	1,1144	0,2313	1,00	0,58	0,87
2,5	3,0	2	26	32,25	50	1,85	926,0	125,0	1,2690	0,2313	1,00	3,81	5,71
3,0	3,5	2	30	37,50	39	1,90	1077,2	172,4	1,5161	0,3276	1,00	5,31	7,96
3,5	4,0	2	30	37,50	39	2,20	1077,2	172,4	1,7555	0,3793	1,00	7,02	10,53
4,0	4,5	2	30	37,50	39	2,20	1077,2	172,4	1,7555	0,3793	1,00	7,90	11,85
4,5	5,0	2	30	37,50	39	2,20	1077,2	172,4	1,7555	0,3793	1,00	8,78	13,17
5,0	**5,5**	**2**	**30**	**37,50**	**39**	**2,20**	**1077,2**	**172,4**	**1,7555**	**0,3793**	**1,00**	**9,66**	**14,48**
5,5	6,0	2	37	46,50	39	2,20	1316,3	172,4	2,1450	0,3793	1,00	12,87	19,31
6,0	6,5	2	38	48,00	39	2,20	1353,6	172,4	2,2059	0,3793	1,00	14,34	21,51
6,5	7,0	2	38	48,00	39	2,20	1353,6	172,4	2,2059	0,3793	1,00	15,44	23,16
7,0	7,5	2	38	48,00	39	2,20	1353,6	172,4	2,2059	0,3793	1,00	16,54	24,82
7,5	8,0	2	39	48,75	39	2,20	1372,0	172,4	2,2359	0,3793	1,00	17,89	26,83
8,0	8,5	2	39	48,75	39	2,20	1372,0	172,4	2,2359	0,3793	1,00	19,01	28,51
8,5	9,0	2	39	48,75	33	2,20	1372,0	217,4	2,2359	0,4783	1,00	20,12	30,18
9,0	9,5	2	50	48,75	33	2,20	1680,0	217,4	2,7378	0,4783	1,00	26,01	39,01
9,5	10,0	2	50	48,75	33	1,95	1680,0	217,4	2,4267	0,4239	1,00	24,27	36,40
10,0	10,5	2	18	48,75	33	1,95	626,5	217,4	0,9049	0,4239	1,00	9,50	14,25
10,5	11,0	2	20	48,75	33	1,95	705,0	217,4	1,0183	0,4239	1,00	11,20	16,80
11,0	11,5	2	35	48,75	33	1,95	1246,0	217,4	1,7997	0,4239	1,00	20,70	31,05
11,5	12,0	2	40	48,75	33	1,95	1402,3	217,4	2,0256	0,4239	1,00	24,31	36,46

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

PILOTES DIAMETRO		1,00m								
Profundidad			Parametros							
De	A	COTA	ϕ	Nq	Ko	γ	σv	NF	u	σv'
0,0	0,5	1896,5								
0,5	1,0	1896,0								
1,0	1,5	1895,5	24,0	11,00	0,59	1,85	2,78	9,0	0,0	2,8
1,5	2,0	1895,0	19,0	16,00	0,67	1,85	3,70	9,0	0,0	3,7
2,0	2,5	1894,5	32,0	25,00	0,47	1,85	4,63	9,0	0,0	4,6
2,5	3,0	1894,0	33,0	27,00	0,46	1,85	5,55	9,0	0,0	5,6
3,0	3,5	1893,5	34,0	28,00	0,44	1,90	6,65	9,0	0,0	6,7
3,5	4,0	1893,0	34,0	28,00	0,44	2,20	8,80	9,0	0,0	8,8
4,0	4,5	1892,5	34,0	28,00	0,44	2,20	9,90	9,0	0,0	9,9
4,5	5,0	1892,0	34,0	28,00	0,44	2,20	11,00	9,0	0,0	11,0
5,0	**5,5**	**1891,5**	**34,0**	**28,00**	**0,44**	**2,20**	**12,10**	**9,0**	**0,0**	**12,1**
5,5	6,0	1891,0	37,0	40,00	0,40	2,20	13,20	9,0	0,0	13,2
6,0	6,5	1890,5	37,0	40,00	0,40	2,20	14,30	9,0	0,0	14,3
6,5	7,0	1890,0	37,0	40,00	0,40	2,20	15,40	9,0	0,0	15,4
7,0	7,5	1889,5	37,0	40,00	0,40	2,20	16,50	9,0	0,0	16,5
7,5	8,0	1889,0	37,0	40,00	0,40	2,20	17,60	9,0	0,0	17,6
8,0	8,5	1888,5	37,0	40,00	0,40	2,20	18,70	9,0	0,0	18,7
8,5	9,0	1888,0	37,0	40,00	0,40	2,20	19,80	9,0	0,0	19,8
9,0	9,5	1887,5	40,0	90,00	0,36	2,20	20,90	9,0	0,5	20,4
9,5	10,0	1887,0	40,0	90,00	0,36	1,95	19,50	9,0	1,0	18,5
10,0	10,5	1886,5	30,0	20,00	0,50	1,95	20,48	9,0	1,5	19,0
10,5	11,0	1886,0	31,0	23,00	0,48	1,95	21,45	9,0	2,0	19,5
11,0	11,5	1885,5	36,0	32,00	0,41	1,95	22,43	9,0	2,5	19,9
11,5	12,0	1885,0	37,0	40,00	0,40	1,95	23,40	9,0	3,0	20,4

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Fricción Cohesivos						Punta Cohesivos					Fricción Granulares				Punta Granulares			Fricción Granulares				
Cu (T/m2)	Pa (T/m2)	Cu/Pa	α	fs cohes (T/m2)	fs cohes camisa (T/m2)	Z m	Z/D	Nc	Nc max	qu cohes (T/m2)	β	β (gravas)	fs (T/m2)	fs arenas (T/m2)	qu	qmax	qu arenas (T/m2)	Ko	δ	tanδ	fs arenas (T/m2)	fs arenas camisa (T/m2)
2,7	10,10	0,3	0,55	1,5	0,99	1,5	1,5	7,8	7,8	12,6	0,75	2,0	2,1	2,1	30,5	24,5	30,5	0,59	16,8	0,30	2,07	1,72
0,5	10,10	0,1	0,55	0,3	0,20	2,0	2,0	8,4	8,4	45,4	0,15	2,0	0,6	0,6	59,2	27,5	59,2	0,67	12,8	0,23	0,55	0,58
10,3	10,10	1,0	0,55	5,6	3,76	2,5	2,5	9,0	9,0	98,4	1,49	2,0	6,9	6,9	115,6	78,1	115,6	0,47	23,2	0,43	6,88	4,30
11,6	10,10	1,1	0,55	6,4	4,26	3,0	3,0	9,6	9,0	113,0	1,49	2,0	8,3	8,3	149,9	87,7	149,9	0,46	24,0	0,45	8,25	5,00
13,5	10,10	1,3	0,55	7,4	4,95	3,0	3,0	9,6	9,0	121,5	1,49	2,0	9,9	9,9	186,2	94,4	186,2	0,44	24,8	0,46	9,88	5,81
13,5	10,10	1,3	0,55	7,4	4,95	3,5	3,5	10,2	9,0	121,5	1,48	2,0	13,1	13,1	246,4	94,4	246,4	0,44	24,8	0,46	13,06	7,68
13,5	10,10	1,3	0,55	7,4	4,95	4,0	4,0	10,8	9,0	121,5	1,48	2,0	14,7	14,7	277,2	94,4	277,2	0,44	24,8	0,46	14,69	8,64
13,5	10,10	1,3	0,55	7,4	4,95	4,5	4,5	11,4	9,0	146,4	1,48	2,0	16,3	16,3	308,0	94,4	300,0	0,44	24,8	0,46	16,31	9,59
13,5	**10,10**	**1,3**	**0,55**	**7,4**	**4,95**	**5,0**	**5,0**	**12,0**	**9,0**	**136,1**	**1,48**	**2,0**	**17,9**	**17,9**	**338,8**	**94,4**	**300,0**	**0,44**	**24,8**	**0,46**	**17,93**	**10,55**
16,7	10,10	1,7	0,53	8,9	5,96	5,5	5,5	12,6	9,0	153,1	1,48	2,0	19,6	19,6	528,0	150,7	300,0	0,40	27,2	0,51	19,55	10,57
17,3	10,10	1,7	0,53	9,1	6,09	6,0	6,0	13,2	9,0	155,5	1,48	2,0	21,2	20,0	572,0	150,7	300,0	0,40	27,2	0,51	20,00	10,81
17,3	10,10	1,7	0,53	9,1	6,09	6,5	6,5	13,8	9,0	155,5	1,48	2,0	22,8	20,0	616,0	150,7	300,0	0,40	27,2	0,51	20,00	10,81
17,3	10,10	1,7	0,53	9,1	6,09	7,0	7,0	14,4	9,0	156,7	1,48	2,0	24,4	20,0	660,0	150,7	300,0	0,40	27,2	0,51	20,00	10,81
17,6	10,10	1,7	0,53	9,2	6,16	7,5	7,5	15,0	9,0	158,0	1,48	2,0	26,0	20,0	704,0	150,7	300,0	0,40	27,2	0,51	20,00	10,81
17,6	10,10	1,7	0,53	9,2	6,16	8,0	8,0	15,6	9,0	158,0	1,48	2,0	27,6	20,0	748,0	150,7	300,0	0,40	27,2	0,51	20,00	10,81
17,6	10,10	1,7	0,53	9,2	6,16	8,5	8,5	16,2	9,0	180,2	1,48	2,0	29,2	20,0	792,0	150,7	300,0	0,40	27,2	0,51	20,00	10,81
22,5	10,10	2,2	0,48	10,7	7,16	9,0	9,0	16,8	9,0	202,5	1,48	2,0	30,1	20,0	1836,0	377,6	300,0	0,36	29,6	0,57	20,00	10,00
22,5	10,10	2,2	0,48	10,7	7,16	9,5	9,5	17,4	9,0	137,7	1,48	2,0	27,3	20,0	1665,0	377,6	300,0	0,36	29,6	0,57	20,00	10,00
8,1	10,10	0,8	0,55	4,5	2,97	10,0	10,0	18,0	9,0	77,0	1,48	2,0	28,0	20,0	379,5	57,7	300,0	0,50	21,6	0,40	20,00	13,33
9,0	10,10	0,9	0,55	5,0	3,30	10,5	10,5	18,6	9,0	111,4	1,47	2,0	28,7	20,0	447,4	69,1	300,0	0,48	22,4	0,41	20,00	12,90
15,8	10,10	1,6	0,54	8,6	5,71	10,5	10,5	18,6	9,0	151,9	1,47	1,1	22,3	20,0	637,6	116,2	300,0	0,41	26,4	0,50	20,00	11,11
18,0	10,10	1,8	0,52	9,4	6,26	10,5	10,5	18,6	9,0	161,0	1,47	1,1	22,2	20,0	816,0	150,7	300,0	0,40	27,2	0,51	20,00	10,81

				1,00	m										
ϕ=	1,00	m		Capac. Punta	Capac. Fuste	Peso Pilote	Capac. Total	Factor Resistencia CCP14			Capac. Adm	Pseudo Estática	Pseudo Estática
ϕ =	Area (m2)	Perimetro (m)	Camisa	Qp (Ton)	Qs (Ton)	W (Ton)	Qt Máxima (Ton)	Fuste	Extracc	Punta	Qu Servicio (Ton)	Qu Sismo (Ton)	Qt (extremo) (Ton)
1,00	0,79	3,14	NO	9,92	2,33	1,88	10,37	0,45	0,35	0,40	3,13	8,030	10,857
1,00	0,79	3,14	NO	35,63	2,80	2,83	35,60	0,45	0,35	0,40	12,68	25,447	28,840
1,00	0,79	3,14	NO	77,30	11,66	3,77	85,19	0,45	0,35	0,40	32,40	58,599	72,736
1,00	0,79	3,14	NO	117,69	27,88	4,71	140,86	0,55	0,45	0,50	69,47	95,361	129,159
1,00	0,79	3,14	NO	146,24	43,40	5,65	183,99	0,55	0,45	0,50	91,34	123,799	176,407
1,00	0,79	3,14	NO	193,52	63,92	6,60	250,85	0,55	0,45	0,50	125,32	167,757	245,240
1,00	0,79	3,14	NO	217,71	87,00	7,54	297,17	0,55	0,45	0,50	149,16	197,867	303,317
1,00	0,79	3,14	NO	235,62	112,62	8,48	339,75	0,55	0,45	0,50	171,27	225,333	361,838
1,00	**0,79**	**3,14**	**NO**	**235,62**	**140,78**	**9,42**	**366,98**	**0,55**	**0,45**	**0,50**	**185,82**	**242,403**	**413,050**
1,00	0,79	3,14	NO	235,62	171,49	10,37	396,75	0,55	0,45	0,50	201,76	261,016	468,888
1,00	0,79	3,14	NO	235,62	202,91	11,31	427,22	0,55	0,45	0,50	218,10	280,056	526,008
1,00	0,79	3,14	NO	235,62	234,33	12,25	457,69	0,55	0,45	0,50	234,44	299,096	583,128
1,00	0,79	3,14	NO	235,62	265,74	13,19	488,17	0,55	0,45	0,50	250,77	318,136	640,248
1,00	0,79	3,14	NO	235,62	297,16	14,14	518,64	0,55	0,45	0,50	267,11	337,176	697,368
1,00	0,79	3,14	NO	235,62	328,57	15,08	549,11	0,55	0,45	0,50	283,45	356,216	754,488
1,00	0,79	3,14	NO	235,62	359,99	16,02	579,59	0,55	0,45	0,50	299,78	375,256	811,608
1,00	0,79	3,14	NO	235,62	391,41	16,96	610,06	0,55	0,45	0,50	316,12	394,296	868,728
1,00	0,79	3,14	NO	235,62	422,82	17,91	640,54	0,55	0,45	0,50	332,46	413,336	925,848
1,00	0,79	3,14	NO	235,62	454,24	18,85	671,01	0,55	0,45	0,50	348,79	432,376	982,968
1,00	0,79	3,14	NO	235,62	485,65	19,79	701,48	0,55	0,45	0,50	365,13	451,416	1040,088
1,00	0,79	3,14	NO	235,62	274,03	20,73	488,92	0,55	0,45	0,50	247,79	323,160	655,319
1,00	0,79	3,14	NO	235,62	305,45	21,68	519,39	0,55	0,45	0,50	264,13	342,200	712,439

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

						Capacidad Lateral y de Momento										
Cohes ND	Fact. Adher	Res.Ext Tramo	Resist. Extrac	CapExt Total	CapExt Adm	z/B	Kc	Cap.Lat Tramo	CapLat Total	CapLat Adm	ModElas Pilote	Inercia Pilote	Módulo Reacción	Rigidez Pilote	Momento Maximo	Momento Admisible
Cu (T/m2)	α´	ΔTun (Ton)	Tun (Ton)	Tug (Ton) Incluye peso (1.4 T/m3)	Tu (Ton) incluye peso (1.4 T/m3)			ΔHt (Ton)	Ht (Ton)	Hu (Ton)	Ep (T/m2)	Ip (m4)	Kh (T/m2)	R/T	Mmax (T-m)	Mu (T-m)
											f'c= (Mpa) 21					
2,7	0,4	1,70	1,70	2,80	1,69	1,50	2,00	2,70	2,70	0,90	2153811	0,049	189	4,863	3,283	1,094
0,5	0,4	0,34	2,04	3,69	2,36	2,00	4,00	1,08	1,08	0,36	2153811	0,049	38	7,272	1,964	0,655
10,3	0,4	6,45	8,48	10,68	5,17	2,50	4,50	23,09	24,17	8,06	2153811	0,049	718	3,483	21,043	7,014
11,6	0,4	7,29	15,78	18,53	9,85	3,00	4,60	26,70	50,87	16,96	2153811	0,049	813	3,377	42,948	14,316
13,5	0,4	8,48	24,26	27,56	14,22	3,50	5,00	33,75	84,62	28,21	2153811	0,049	945	3,252	68,800	22,933
13,5	0,4	8,48	32,74	36,59	18,58	4,00	5,50	37,13	121,74	40,58	2153811	0,049	945	3,252	98,985	32,995
13,5	0,4	8,48	41,22	45,62	22,95	4,50	5,70	38,48	160,22	53,41	2153811	0,049	945	3,252	130,268	43,423
13,5	0,4	8,48	49,71	54,65	27,32	5,00	7,00	47,25	207,47	69,16	2153811	0,049	945	3,252	168,686	56,229
13,5	**0,4**	**8,48**	**58,19**	**63,69**	**31,68**	**5,50**	**8,10**	**54,68**	**262,14**	**87,38**	**2153811**	**0,049**	**945**	**3,252**	**213,140**	**71,047**
16,7	0,4	10,52	68,71	74,75	36,97	6,00	8,10	67,80	329,94	109,98	2153811	0,049	1172	3,082	254,218	84,739
17,3	0,4	10,86	79,56	86,16	42,40	6,50	8,10	69,98	399,92	133,31	2153811	0,049	1210	3,058	305,704	101,901
17,3	0,4	10,86	90,42	97,57	47,84	7,00	8,10	69,98	469,91	156,64	2153811	0,049	1210	3,058	359,201	119,734
17,3	0,4	10,86	101,28	108,98	53,27	7,50	8,10	69,98	539,89	179,96	2153811	0,049	1210	3,058	412,697	137,566
17,6	0,4	11,03	112,31	120,55	58,78	8,00	8,10	71,08	610,97	203,66	2153811	0,049	1229	3,046	465,222	155,074
17,6	1,4	38,59	150,90	159,70	76,70	8,50	8,10	71,08	682,05	227,35	2153811	0,049	1229	3,046	519,344	173,115
17,6	2,4	66,16	217,06	226,41	107,02	9,00	8,10	71,08	753,12	251,04	2153811	0,049	1229	3,046	573,466	191,155
22,5	3,4	120,17	337,23	347,12	161,65	9,50	8,10	91,13	844,25	281,42	2153811	0,049	1575	2,862	604,137	201,379
22,5	4,4	155,51	492,74	503,18	232,18	10,00	8,10	91,13	935,37	311,79	2153811	0,049	1575	2,862	669,345	223,115
8,1	5,4	68,71	561,44	572,44	263,65	10,50	8,10	32,81	968,18	322,73	2153811	0,049	567	3,695	894,427	298,142
9,0	6,4	90,48	651,92	663,47	304,91	11,00	8,10	36,45	1004,63	334,88	2153811	0,049	630	3,599	903,973	301,324
15,8	0,4	9,90	661,82	673,91	309,91	11,50	8,10	63,79	1068,42	356,14	2153811	0,049	1103	3,129	835,855	278,618
18,0	0,4	11,31	673,13	685,77	315,55	12,00	8,10	72,90	1141,32	380,44	2153811	0,049	1260	3,027	863,571	287,857

PROYECTO: PUENTE EL MOLINO VEREDA VILLAMARÍA.

CAPACIDAD DE CARGA ESTADO LÍMITE DE SERVICIO Y EVENTO EXTREMO

CAPACIDAD DE CARGA POR LA PUNTA DE PILOTES PRE-EXCAVADOS (CAISSONS)

Profundidad de apoyo: 5 m

SUELOS GRANULARES

Factor de resistencia para estado límite de servicio = 1,0 (CCP-14 10.5.5.1)

Factor de resistencia para estado límite de evento extremo = 1,0 (CCP-14 10.5.5.3.2)

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

***NOTAS: La longitud del pilote se cuenta desde el nivel inferior de la viga cabezal.

FACTORES DE CARGA

	Hansen	Meyerhof	Vesic	Terzaghi		
N_q	34,89	34,89	34,89	20	a =	4,3
N_c	47,73	47,73	47,73	27	K_{pg} =	82,0
N_γ	36,09	39,71	50,96	43		

Pneto = Carga en la punta menos el peso del pilote.
Área: Área pilote en la punta
L': Longitud efectiva
γ: Peso unitario del suelo (KN/m³)
Nc, Nq y Nγ :Factores de carga de Terzaghi
Bp: Diámetro y/o ancho del pilote en punta (m)
dq, Sq ,Sγ : Factores de forma y profundidad de Hansen.
P: Capacidad de carga admisible en la punta en Tn.
Pneto: Capacidad de carga admisible en la punta menos el peso propio del pilote en Tn.
N55: Prueba de penetración estándar para una energía del 55%.

D	L	L'	AREA	ϕ	N_{55}	F_{REESE}
m	m	m	m²	º	G/pie	kPa
0,5	5,00	5,00	0,196	35,37	33,55	4000
0,6	5,00	5,00	0,283	35,37	33,55	3333
0,7	5,00	5,00	0,385	35,37	33,55	2857
0,8	5,00	5,00	0,503	35,37	33,55	2500
0,9	5,00	5,00	0,636	35,37	33,55	2222
1,0	**5,00**	**5,00**	**0,785**	**35,37**	**33,55**	**2000**
1,1	5,00	5,00	0,950	35,37	33,55	1818
1,2	5,00	5,00	1,131	35,37	33,55	1667
1,3	5,00	5,00	1,327	35,37	33,55	1538
1,4	5,00	5,00	1,539	35,37	33,55	1429
1,5	5,00	5,00	1,767	35,37	33,55	1333

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

Y	Nq	Ng	$F_{TERZAGHI}$	Sq	K	dq	Sr	Nq1	Ng1	F_{HANSEN}	$F_{MEYERHOF}$	F_{PARRY}	P_{REESE}	$P_{TERZAGHI}$	P_{HANSEN}	$P_{MEYERHOF}$	P_{PARRY}	PROMEDI	P	PNETO
KN/m³			kPa							kPa	kPa	kPa	kN	kN	kN	kN	kN	kN	Tn	Tn
22	20	43	2427	1,58	1,47	1,25	0,60	35	36	7704	645	1006,5	785	476	1513	127	198	338	35	34
22	20	43	2465	1,58	1,45	1,25	0,60	35	36	7728	645	1006,5	942	697	2185	182	285	457	47	46
22	20	43	2503	1,58	1,43	1,25	0,60	35	36	7752	645	1006,5	1100	963	2983	248	387	589	60	59
22	20	43	2541	1,58	1,41	1,25	0,60	35	36	7776	645	1006,5	1257	1277	3909	324	506	736	75	74
22	20	43	2580	1,58	1,39	1,25	0,60	35	36	7800	645	1006,5	1414	1641	4962	410	640	897	91	90
22	20	43	2618	1,58	1,37	1,25	0,60	35	36	7823	645	1006,5	1571	2056	6144	507	791	1073	109	107
22	20	43	2656	1,58	1,35	1,25	0,60	35	36	7847	645	1006,5	1728	2524	7457	613	957	1264	129	126
22	20	43	2694	1,58	1,34	1,25	0,60	35	36	7871	645	1006,5	1885	3047	8902	730	1138	1471	150	147
22	20	43	2732	1,58	1,32	1,25	0,60	35	36	7895	645	1006,5	2042	3627	10479	856	1336	1694	173	169
22	20	43	2771	1,58	1,30	1,25	0,60	35	36	7919	645	1006,5	2199	4265	12190	993	1549	1932	197	193
22	20	43	2809	1,58	1,28	1,25	0,60	35	36	7943	645	1006,5	2356	4964	14036	1140	1779	2188	223	218

CAPACIDAD DE CARGA DE PILOTES POR FUSTE

Profundidad de apoyo:
SUELOS GRANULARES

Resistencia en el fuste entre 1 y 3 m

Factor de resistencia para estado límite de servicio = 1,0 (CCP-14 10.5.5.1)

D	LONGITUD	LONGITUD	AREA	PERIMETRO	AREA FUSTE	s'_v	ϕ	δ	Ko	f	P
m	PILOTE	FRICCIÓN	m²	ml	m²	(T/M²)	º	º		(T/M2)	Tn
0,5	5,00	3,00	0,196	1,571	4,712	11,5	35,37	21	0,42	1,88	9
0,6	5,00	3,00	0,283	1,885	5,655	11,5	35,37	21	0,42	1,88	11
0,7	5,00	3,00	0,385	2,199	6,597	11,5	35,37	21	0,42	1,88	12
0,8	5,00	3,00	0,503	2,513	7,540	11,5	35,37	21	0,42	1,88	14
0,9	5,00	3,00	0,636	2,827	8,482	11,5	35,37	21	0,42	1,88	16
1,0	5,00	3,00	0,785	3,142	9,425	11,5	35,37	21	0,42	1,88	18
1,1	5,00	3,00	0,950	3,456	10,367	11,5	35,37	21	0,42	1,88	19
1,2	5,00	3,00	1,131	3,770	11,310	11,5	35,37	21	0,42	1,88	21
1,3	5,00	3,00	1,327	4,084	12,252	11,5	35,37	21	0,42	1,88	23
1,4	5,00	3,00	1,539	4,398	13,195	11,5	35,37	21	0,42	1,88	25
1,5	5,00	3,00	1,767	4,712	14,137	11,5	35,37	21	0,42	1,88	27

***NOTA: La longitud del pilote se cuenta desde el nivel inferior de la viga cabezal.

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

CAPACIDAD DE CARGA TOTAL DE PILOTES ESTADOS LIMITE DE SERVICIO Y EVENTO EXTREMO

Profundidad de apoyo:

Factor de resistencia para estado límite de servicio = 1,00 (CCP-14 10.5.5.1)

Factor de resistencia para estado límite de evento extremo = 1,00 (CCP-14 10.5.5.3.2)

Factor de resistencia al levantamiento = 0,80 (CCP-14 Tabla 10.5.5.3.2)

	CALCULO PUNTA		CALCULO FUSTE			CAPACIDAD PUNTA		CAPACIDAD FUSTE	TOTAL	TRACCION O ARRANCAMIENTO
D	LONGITUD	AREA	LONGITUD	PERIMETRO	AREA FUSTE	$P_{PROMEDIO-DESV}$	P_{PUNTA}	P_{FUSTE}	P_{TOTAL}	Tn
M	PILOTE	m2	FRICCIÓN	ml	m2	KN	Tn	Tn	Tn	
0,50	5,00	0,196	3,00	1,571	4,712	338	34	9	43	8
0,60	5,00	0,283	3,00	1,885	5,655	457	46	11	56	10
0,70	5,00	0,385	3,00	2,199	6,597	589	59	12	71	12
0,80	5,00	0,503	3,00	2,513	7,540	736	74	14	88	14
0,90	5,00	0,636	3,00	2,827	8,482	897	90	16	106	16
1,00	5,00	0,785	3,00	3,142	9,425	1073	107	18	125	19
1,10	5,00	0,950	3,00	3,456	10,367	1264	126	19	146	21
1,20	5,00	1,131	3,00	3,770	11,310	1471	147	21	168	24
1,30	5,00	1,327	3,00	4,084	12,252	1694	169	23	192	26
1,40	5,00	1,539	3,00	4,398	13,195	1932	193	25	218	29
1,50	5,00	1,767	3,00	4,712	14,137	2188	218	27	245	31

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

ASENTAMIENTO DE PILOTES ($S = S_1 + S_2 + S_3$)

DATOS			
L pilote (m)	ξ	I_{wp}	μ
5,00	0,5	0,85	0,4

De tabla de Factores de Influencia

D	AREA	E_{pilote}	P_{fuste}	P_{punta}	S_1	q_{wp}	Es punta	Es fuste	S_2	I_{ws}	Perímetro	S_3	S_{total}
m	m^2	Tn/m^2	Tn	Tn	m		Tn/m^2	Tn/m^2	m		m	m	m
0,50	0,196	2188198	8,8	34,0	0,00045	173	8073	1468	0,0077	3,1	1,57	0,001001	0,00910
0,60	0,283	2188198	10,6	45,8	0,00041	162	8073	1468	0,0086	3,0	1,88	0,001164	0,01018
0,70	0,385	2188198	12,4	59,1	0,00039	153	8073	1468	0,0095	2,9	2,20	0,001325	0,01121
0,80	0,503	2188198	14,2	73,7	0,00037	147	8073	1468	0,0104	2,9	2,51	0,001483	0,01222
0,90	0,636	2188198	15,9	89,8	0,00035	141	8073	1468	0,0112	2,8	2,83	0,001639	0,01322
1,00	**0,785**	**2188198**	**17,7**	**107,3**	**0,00034**	**137**	**8073**	**1468**	**0,0121**	**2,8**	**3,14**	**0,001794**	**0,01422**
1,10	0,950	2188198	19,5	126,4	0,00033	133	8073	1468	0,0129	2,7	3,46	0,001947	0,01522
1,20	1,131	2188198	21,2	147,0	0,00032	130	8073	1468	0,0138	2,7	3,77	0,002100	0,01622
1,30	1,327	2188198	23,0	169,2	0,00031	128	8073	1468	0,0147	2,7	4,08	0,002251	0,01722
1,40	1,539	2188198	24,8	193,0	0,00030	125	8073	1468	0,0155	2,7	4,40	0,002402	0,01823
1,50	1,767	2188198	26,5	218,5	0,00030	124	8073	1468	0,0164	2,6	4,71	0,002552	0,01925

NOTA: Se recomienda utilizar un factor de eficiencia de grupo de acuerdo con el CCP-14 (10.7.3.9)

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD ESTUDIO DE SUELOS

Los suscritos, Geotecnólogo JAIME PALECHOR identificado con cédula de ciudadanía No. 76.308.014 de Popayán y Matrícula Profesional No. 19516019391 e Ingeniera Civil MARIA LIGIA YARCE identificada con cédula de ciudadanía No. 25.279.121 expedida en Popayán y Matrícula Profesional No. 19202218026.

CERTIFICAN

- Que se ha realizado bajo nuestra responsabilidad el estudio de suelos correspondiente al proyecto:. Para lo cual se han tenido en cuenta, en cuestión normatividad vigente, las Normas Sismo Resistentes NSR-2010.

- Que se autoriza al arquitecto, para que estos estudios sean utilizados en la ejecución del proyecto en mención.

Para constancia, se firma en Popayán a los treinta (30) días del mes de junio del año 2021.



MARIA LIGIA YARCE
C.C. No. 25.279.121
M.P. No. 19202218026

Carrera 2E # 17D - 86 3117451410 -3148029937
jaimepalechortopografia@gmail.com - mariayarcedorado@gmail
POPAYÁN - CAUCA

PROYECTO:		
MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DEL CORREDOR VIAL TERCIARIO VEREDAS LA PLAYA Y VILLA MARIA, MUNICIPIO DE LA VEGA, DEPARTAMENTO DEL CAUCA, PROGRAMA COLOMBIA RURAL		
DIRECTOR DE PROYECTO: ANTONIO VALBUENA	**CLIENTE:** ANTONIO VALBUENA	**CONTRATO No:**

TITULO DEL DOCUMENTO:	INFORME DE HIDROLOGÍA, HIDRAULICA Y SOCAVACIÓN DE CAUCES PARA EL PUENTE SECTOR MOLINO, VEREDA LA PLAYA EN EL MUNICIPIO DE LA VEGA, DEPARTAMENTO DEL CAUCA.
CÓDIGO:	

ELABORÓ:	**REVISÓ:**	**APROBÓ:**
NOMBRE: Cesar Mauricio Prieto Gamboa **CARGO:** Especialista Hidráulico	**NOMBRE:** **CARGO:**	**NOMBRE:** **CARGO:**
FECHA: 15/04/2024	**FECHA**: 15/04/2024	**FECHA**: 15/04/2024

INTERVENTORÍA		
REVISÓ:	**APROBÓ:**	**RECIBIÓ:**
NOMBRE: **CARGO:**	**NOMBRE:** **CARGO:**	**NOMBRE:** **CARGO:**
FECHA: 15/04/2024	**FECHA**: 15/04/2024	**FECHA**: 15/04/2024

CUADRO DE CONTROL

VERSIÓN	DESCRIPCIÓN MODIFICACIÓN
1	Emisión del documento

	VERSIÓN					
	1	**2**				
Elaboró:	Cesar Mauricio Prieto Gamboa. Especialista Hidráulico					
Fecha:	15/04/2024					
Revisó:						
Fecha:	15/04/2024					
Aprobó:						
Fecha:	15/04/2024					

SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	
VERSIÓN DE LA PLANTILLA	**FECHA DE VIGENCIA DE LA PLANTILLA**
1	14/05/2021

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 8

2. OBJETIVOS 9

2.1 OBJETIVO GENERAL 9
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 9
2.2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS DEL ESTUDIO CLÍMATICO 9
2.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS DEL ESTUDIO HIDROLOGICO 9
2.2.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS DEL ESTUDIO HIDRÁULICO 9
2.2.4 OBJETIVOS ESPECIFICOS DEL ESTUDIO SOCAVACIÓN 9

3. ASPECTOS GENERALES 10

3.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 10
3.2 ASPECTOS FÍSICOS 12
3.2.1 HIDROLOGÍA 12
3.2.2 USO DEL SUELO 12
3.2.3 CLIMA 13

4. RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN 15

4.1.1 INFORMACIÓN METEOROLOGICA 15
4.1.2 INFORMACIÓN CARTOGRAFICA 18

5. ESTUDIO CLIMATOLOGICO 18

5.1.1 PRECIPITACIÓN MENSUAL Y TOTAL MULTIANUAL 18
5.1.2 PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS 19

6. ESTUDIO HIDROLOGICO 22

6.1 INTRODUCCIÓN 22
6.2 CARACTERISTICAS OROGRAFICAS E HIDROGRAFICAS DEL PROYECTO 22
6.3 CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA 23
6.4 CURVAS DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA 27

6.5 CAUDALES MÁXIMOS INSTANTANEOS 29
6.5.1 INTRODUCCIÓN 29
6.5.2 ÁREA DE DRENAJE 29
6.5.3 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA LLUVIA 30
6.5.4 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN 32
6.5.5 FACTOR DE REDUCCIÓN DE LA LLUVIA PUNTUAL POR ÁREA DE DRENAJE 34
6.5.6 DEFINICIÓN DE LA TORMENTA DE DISEÑO 36
6.5.7 DEFINICIÓN DE NÚMERO DE CURVA (CN) 37
6.5.8 MÉTODO DEL HIDROGRAMA UNITARIO DEL SOIL CONSERVATION SERVICE 39
6.5.9 MODELO HEC-HMS 40
6.5.10 DESCRIPCIÓN MODELACIÓN HEC-HMS 44
6.5.11 RESULTADOS MODELACIÓN HEC-HMS 46
6.5.12 JUSTIFICACIÓN DE FÓRMULAS EMPLEADAS 47
6.5.12.1 Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia 47
6.5.12.2 Tiempo de Concentración 47
6.5.12.3 Modelo de computador HEC-HMS 47

7. ESTUDIO HIDRÁULICO 47

7.1 INTRODUCCIÓN 47
7.2 MODELO DE COMPUTADOR HEC-RAS 48
7.2.1 CONSIDERACIONES HIDRÁULICAS 48
7.2.2 VARIABLES DE ENTRADA 49
7.2.3 RESULTADOS DE LA MODELACIÓN HIDRÁULICA 52

8. ESTUDIO DE SOCAVACIÓN 53

8.1 INTRODUCCIÓN 53
8.2 SOCAVACIÓN GENERALIZADA 53

9. CONCLUSIONES 58

10. RECOMENDACIONES 60

10.1 GÁLIBO 60
10.2 EXCAVACIÓN VÍA EXISTENTE 62
10.3 PROTECCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA 62

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 64

12. ANEXOS 65

- **ANEXO 1. INFORMACIÓN RECOPILADA 65**
- **ANEXO 2. HIDROLOGÍA 65**
- **ANEXO 3. HIDRÁULICA 65**
- **ANEXO 4. SOCAVACIÓN 65**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Información Ambiental y Aropecuaria 12
Tabla 2. Climática – Datos Históricos de las Condiciones Climáticas 14
Tabla 3. Estaciones Meteorológicas Ubicadas en la Región 15
Tabla 4. Restituciones Aerofotogramétricas Utilizadas 18
Tabla 5. Precipitación Media Mensual y Anual Multianual 18
Tabla 6. Precipitación Máxima en 24 Horas Anual Multianual. Estación Pluviométrica Vega LA 19
Tabla 7. Características morfométricas de la cuenca hidrográfica 24
Tabla 8. Formas de la Cuenca de acuerdo al Índice de Gravelius 26
Tabla 9. Factor de Forma Aproximados 26
Tabla 10. Estación Pluviométrica Vega LA. Curvas IDF. Valores [mm/h] 28
Tabla 11. Características morfométricas de la cuenca principal 30
Tabla 12. Curvas de Masas de Aguaceros Puntuales. (Valores en mm). Estación Pluviométrica Vega LA 30
Tabla 13. Incrementos de Lluvias Puntuales de los Hietogramas de Precipitación. (Valores en mm). Estación Pluviométrica Vega LA 31
Tabla 14. Incrementos Arreglados de Lluvias Puntuales de los Hietogramas de Precipitación. (Valores en mm). Estación Pluviométrica Vega LA 32
Tabla 15. Tiempos de Concentración 34
Tabla 16. Factor de Reducción por Área 36
Tabla 17. Incrementos Arreglados de Lluvias Espaciales de Los Hietogramas De Precipitación. Área De Influencia de la Cuenca. (Valores en mm) 36
Tabla 18. Curva Número por Área 38
Tabla 19. Abstracción Inicial por Área 38
Tabla 20. Elementos y descripción en HEC-HMS 41
Tabla 21. Tipos de pérdidas y sus métodos. 42
Tabla 22. Tipos de datos y métodos 42
Tabla 23. Método de entrada de datos y su descripción 43
Tabla 24. Caudales Máximos Instantáneos para Diferentes Periodos de Retorno 46
Tabla 25. Quebrada La Playa. Puente El Molino - Resultados Modelación Hidráulica Periodo de Retorno de 100 Años 53
Tabla 26. Cálculo de la Socavación Generalizada Suelos No Cohesivos – Puente El Molino 57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1. Localización Municipio de la Vega, Cauca 11
Figura 3-2 Localización General del Proyecto. N 2°02'27.8'', W 76°50'08'2 11
Figura 3-3. Climograma del Municipio de La Vega 13
Figura 3-4. Diagrama de temperatura del Municipio de La Vega 13
Figura 4-1. Estaciones Meteorológicas Ubicadas en la Región 16
Figura 4-2. Polígonos de Thiessen – Zona de Proyecto 17
Figura 5-1. Precipitación Media Mensual y Anual Multianual Estaciones Pluviométrica Vega LA 19
Figura 5-2. Caja y Bigotes (Box Plot) Datos de Precipitación Máxima en 24 Horas. Estación Pluviométrica Vega LA. (Periodo 1971-2019) 21
Figura 6-1. Cuenca Hidrográfica Puente El Molino 23
Figura 6-2. Cuenca Hidrográfica Puente El Molino 24
Figura 6-3. Pendiente Media Ponderada Cuenca Proyecto 25
Figura 6-4. Estación Pluviométrica Vega LA. Curvas IDF. 28
Figura 6-5. Cuenca Hidrográfica Modelación HEC-HMS 29
Figura 6-6. Cobertura del Suelo – Cuenca Hidrográfica 37
Figura 6-7. Características de Entrada de la Cuenca Modelo HEC-HMS – Cuenca Puente El Molino 45
Figura 6-8. Modelo Meteorológico Hietograma Especificado. Modelo HEC-HMS – Caño Manacal 45
Figura 6-9. Hidrograma de Creciente para un Periodo de Retorno de 100 en la Cuenca Puente El Molino 46
Figura 7-1. Topología Modelo Hidráulico – Quebrada La Playa – Puente El Molino 50
Figura 7-2. Resultados Modelación Hidráulica – Caño Manacal 52
Figura 8-1. Perfil de Socavación Generalizada Suelos No Cohesivos – Puente El Molino 57

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Ubicación Puente El Molino 50

1. INTRODUCCIÓN

El siguiente informe presenta la elaboración del estudio hidrológico, hidráulico y de socavación de crecientes en la cuenca del proyecto del puente vehicular ubicado en el sector el Molino, vereda La Playa en el corregimiento de Santa Bárbara en el municipio de la Vega del departamento del Cauca.

Para el desarrollo del presente estudio se emplea información cartográfica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC e información hidroclimatológica de la red de estaciones del Instituto de Hidrología y Meteorología de Estudios Ambientales IDEAM.

Se presentan localización del proyecto y características generales de la zona de estudio.

Se realiza el estudio hidrológico con el fin de determinar los caudales máximos instantáneos anuales para diversos períodos de retorno de las corrientes de agua en la zona de interés. Esto implica la recopilación de datos hidrológicos y cartográficos necesarios para el cálculo de dichos caudales y para el desarrollo de investigaciones adicionales.

Se incluyen los estudios hidrológicos, dirigidos a determinar los caudales máximos instantáneos anuales para diferentes periodos de retorno de las corrientes de agua en el sitio objeto de análisis, incluyendo la recopilación de la información tanto para el cálculo de caudales máximos instantáneos anuales como la cartográfica, básica para los estudios adelantados.

Por medio de modelación hidráulica, del nivel máximo instantáneo anual de la Quebrada La Playa para el periodo de retorno de 100 años de los caudales máximos instantáneos anuales presentados en el estudio hidrológico, así como las demás características hidráulicas de las corriente, tales como ancho de la superficie libre, profundidad de la lámina de agua, radio hidráulico, velocidad promedio del agua, número de Froude, etc., teniendo además en cuenta los levantamientos topográficos efectuados en la zona de estudio

Finalmente, se lleva a cabo el análisis de socavación generalizada del fondo del río y localizada en las diferentes estructuras ubicadas sobre el cauce.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar los estudios de hidrología, hidráulica y socavación de cauces para la cuenca aferente al Puente El Molino sobre la Quebrada La Playa, en el municipio de La Vega, Cauca.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

2.2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS DEL ESTUDIO CLÍMATICO

Describir el comportamiento temporal, a nivel mensual y anual multianual de la precipitación en el área de influencia del proyecto, para definir las condiciones climáticas existente que permitan una adecuada planeación de su construcción y operación, al igual que la elaboración y realización de los estudios hidrológicos.

2.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS DEL ESTUDIO HIDROLOGICO

El estudio hidrológico tiene como objetivos específicos:

- Definir las cuencas aferentes a la zona de proyecto, calculando área de drenaje , longitud del cauce principal, elevaciones máximas y mínimas, y demás características morfométricas de la cuenca.
- Cuantificar los caudales máximos instantáneos para las corrientes aferentes a la zona de proyecto, con el fin de definir el comportamiento hidráulico. Referente a lo anterior, se evalúa el componente hidrológico para periodos de diseño de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años.

2.2.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS DEL ESTUDIO HIDRÁULICO

El estudio hidráulico tiene como objetivo específico:

- Realizar el estudio hidráulico de la corriente de la Quebrada La Playa, específicamente en el punto donde se proyecta el puente, determinando niveles de la lámina de agua y velocidades de la corriente.

2.2.4 OBJETIVOS ESPECIFICOS DEL ESTUDIO SOCAVACIÓN

El estudio de socavación tiene como objetivo específico:

- Realizar el estudio de socavación con el fin de determinar la profundidad teórica que se puede llegar a dar debido a los procesos erosivos debido a la corriente.

3. ASPECTOS GENERALES

3.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

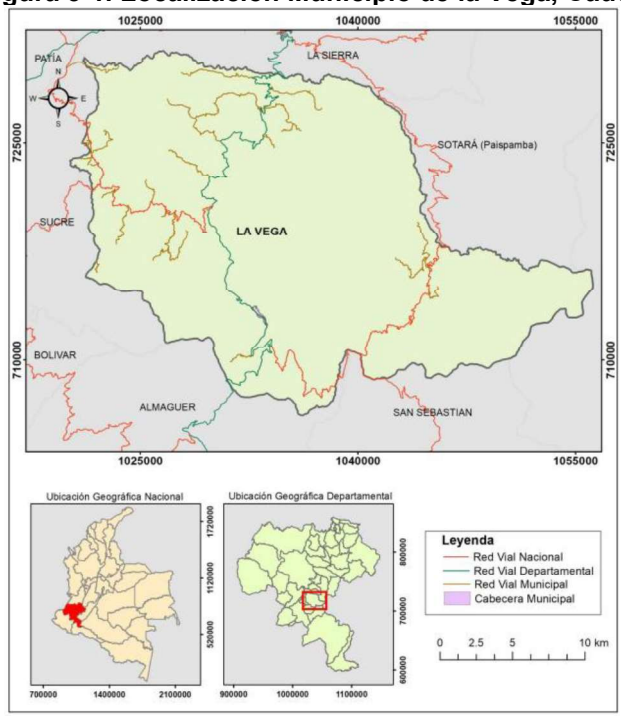
El estudio tiene como objeto definir los parámetros hidrológicos, hidráulicos y de socavación de cauces, para el puente El Molino, localizado la vereda La Playa en el corregimiento Santa Barbara del municipio de La Vega en el departamento del Cauca, específicamente en las coordenadas N 2°02’27.8’’, W 76°50’08’2’’.

El Municipio de La Vega está ubicado en la región suroccidental de la República de Colombia, al suroriente del Departamento del Cauca, a 104 Km2 de la ciudad de Popayán, en pleno corazón de la Estrella Fluvial del Macizo Colombiano. El Municipio por estar ubicado en la zona tórrida o tropical goza de variedad de climas; sus tierras corresponden a los pisos térmicos: cálido cuya temperatura oscila entre los 18° y 24°C en una extensión aproximada de 32 Km², frío y páramo con temperaturas inferiores a los 12°C en una extensión de 285 y 177 Km². Su cabecera, la población de La Vega, está localizada a los 2º 01’ de latitud norte y a los 76º 45’ de longitud al oeste del meridiano de Greenwich, con una altura promedio de 2.272 m.s.n.m. y una temperatura ambiente de 16ºC, razón por la cual existe biodiversidad de fauna y flora.

El Corregimiento de Santa Barbara se localiza al occidente del municipio. Cuenta con una temperatura promedio de 22°C y una altura de 1670 msnm. Limita al norte con el corregimiento de Altamira, al sur con la cabecera municipal, al occidente con los corregimientos El Diviso y Santa Rita y al oriente con la cabecera municipal.

Veredas: Centro Poblado Santa Bárbara, La Playa, El Ventiadero, Villa María, El Cairo, Las Pilas y El Guayabo.

Figura 3-1. Localización Municipio de la Vega, Cauca



Fuente: IGAC -INVIAS- Secretaria de infraestructura 2018

Figura 3-2 Localización General del Proyecto. N 2°02’27.8’’, W 76°50’08’2



***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

3.2 ASPECTOS FÍSICOS

3.2.1 HIDROLOGÍA

El Municipio de la vega es rico en recursos hídricos, ya que se encuentra ubicado dentro del denominado Macizo Colombiano. En su territorio nacen y corren numerosas quebradas que generalmente se unen entre sí para desembocar a ríos y cursos mayores. La red de drenaje del Municipio pertenece a la cuenca del Río Patía y específicamente a la subcuenta del río Guachicono.

- **Subcuenca Hidrográfica Río Guachicono:** El Río Guachicono nace en el volcán Rotará y en las faldas del cerro del Sucubün, sigue su curso en dirección oeste sirviendo de límites con los municipios de Sotará y La Sierra. Entrega sus aguas al Río Patía. Entre sus principales afluentes dentro del municipio de la Vega encontramos: El Río Blanco, Quebrada El Guineal, El Río San Pedro, El Río Cajibío, Río Barbillas, Quebrada de Higueras, El Río Pancitará, Quebrada seca, Quebrada La Plata y Quebrada Los Ingenios.
- **Microcuenca Río Pancitará.:**Nace en el Páramo de Barbillas con el nombre de Quebrada Juan Ruiz. En el sitio denominado la Zanja, en donde se une con la Quebrada del mismo nombre. Toma el nombre del Río Pancitará, sigue su curso pasando por la cabecera municipal, así como por los corregimientos de Altamira, Arbela, Santa Juana, Albania, hasta unirse con el Río Punís, tomando nuevamente el nombre de Río Samangoy para desembocar finalmente al Río Guachicono. Las Quebradas: Pascariguaico, Cuchuguaico, El Volador, EL Cobre, Cogedero de Bestias, Él tambo, El Rincón, El Chapetón, Puentecillas, La Zanja, Julián, Medellín, San Andrés, Los Ingenios, La Plata, El Helechal, San Francisco, Tabloncito, El Ciruelar, La Ascensión, La Laja, Dominical y quebrada la Seca. Los Ríos Putis, El Mazamorritas y El Río Blanquito, son sus principales afluentes.
- **Microcuenca Río Barbillas:** Nace en el Cerro de Bullones. Recorre el Resguardo Indígena de Guachicono. Las Quebradas: Obispo Pamba, Plaza Pamba, Monteredondo y Presidente son sus principales afluentes.

3.2.2 USO DEL SUELO

Bosque de colonización 700, Bosque natural 9.574, Bosque secundario 650, Pastos 1.182 Pasto natural 14. 000, Vegetación de páramo 2.205, Rastrojo 6.539, Cultivos permanentes, 3.902 Cultivos transitorios, 3.801 Tierras en descanso 5.902.

Tabla 1. Información Ambiental y Aropecuaria

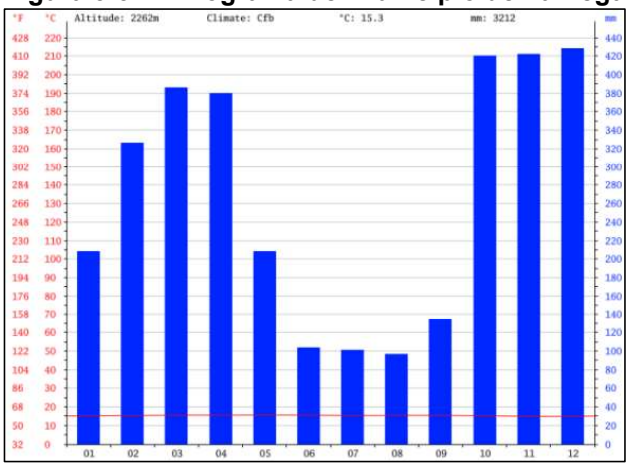
Áreas	Hectáreas
Área Dedicada A Cultivos Agrícolas (Has)	4.237
Área De Bosques (Has)	12.661
Área Dedicada A Otros Usos (Has)	555

***Elaboró: Paln Vial Municipal La Vega**
Fuente: IGAC –SIGOT –Año 2013

3.2.3 CLIMA

El clima es más un concepto estadístico que refleja las condiciones medias de la atmósfera, caracterizando el estado del tiempo en una zona determinada por medio de sus elementos entre los que están la precipitación, temperatura, humedad, brillo solar y vientos, entre otros; datos que se obtienen tras un largo periodo de observación, permitiendo definir un valor medio alrededor del cual pueden producirse variaciones más o menos grandes.

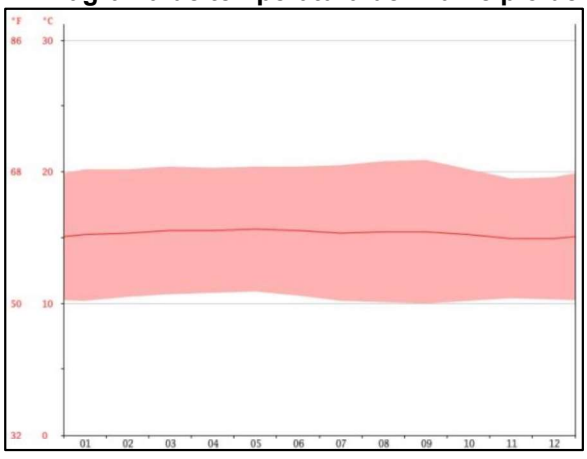
Figura 3-3. Climograma del Municipio de La Vega



***Elaboró: Paln Vial Municipal La Vega**
Fuente: climate-data.org

Según el grafico anterior, el municipio de La Vega Cauca se evidencia que el mes más seco es agosto, con 96 mm de precipitación y por lo contrario se observa que el mes de diciembre es el más lluvioso, alcanzando una precipitación pico, con un promedio de 428 mm de lluvia.

Figura 3-4. Diagrama de temperatura del Municipio de La Vega



***Elaboró: Paln Vial Municipal La Vega**
Fuente: climate-data.org

Desacuerdo al grafico anterior, para el municipio de La Vega, el mes más caluroso del año es mayo con un promedio de 15.6 °C y, por el contrario, el mes de noviembre es el mes más frío del año.

Tabla 2. Climática – Datos Históricos de las Condiciones Climáticas

	rero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	15.2	15.3	15.5	15.5	15.6	15.5	15.3	15.4	15.4	15.2	14.9	14.9
Temperatura min. (°C)	10.2	10.5	10.7	10.8	10.9	10.6	10.2	10.1	10	10.2	10.4	10.3
Temperatura máx. (°C)	20.2	20.2	20.4	20.3	20.4	20.4	20.5	20.8	20.9	20.2	19.5	19.6
Temperatura media (°F)	59.4	59.5	59.9	59.9	60.1	59.9	59.5	59.7	59.7	59.4	58.8	58.8
Temperatura min. (°F)	50.4	50.9	51.3	51.4	51.6	51.1	50.4	50.2	50.0	50.4	50.7	50.5
Temperatura máx. (°F)	68.4	68.4	68.7	68.5	68.7	68.7	68.9	69.4	69.6	68.4	67.1	67.3
Precipitación (mm)	208	326	386	380	208	103	101	96	134	420	422	428

***Elaboró: Paln Vial Municipal La Vega**
Fuente: climate-data.org

Según la tabla anterior, para el municipio de La Vega Cauca, la diferencia en la precipitación entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 332 mm. La variación en la temperatura anual está alrededor de 0.7 ° C

4. RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

4.1.1 INFORMACIÓN METEOROLOGICA

El estudio se lleva a cabo con información secundaria recopilada por el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. IDEAM. Como primera medida se procede a identificar las estaciones activas en la zona de proyecto, esto con el objeto de identificar las estaciones medidoras de precipitación que tiene influencia sobre la cuenca hidrográfica que contempla el Puente El Molino. Por lo tanto, de acuerdo a la localización y el área de influencia del proyecto se ubican las siguientes estaciones climatológicas y pluviométricas.

Tabla 3. Estaciones Meteorológicas Ubicadas en la Región

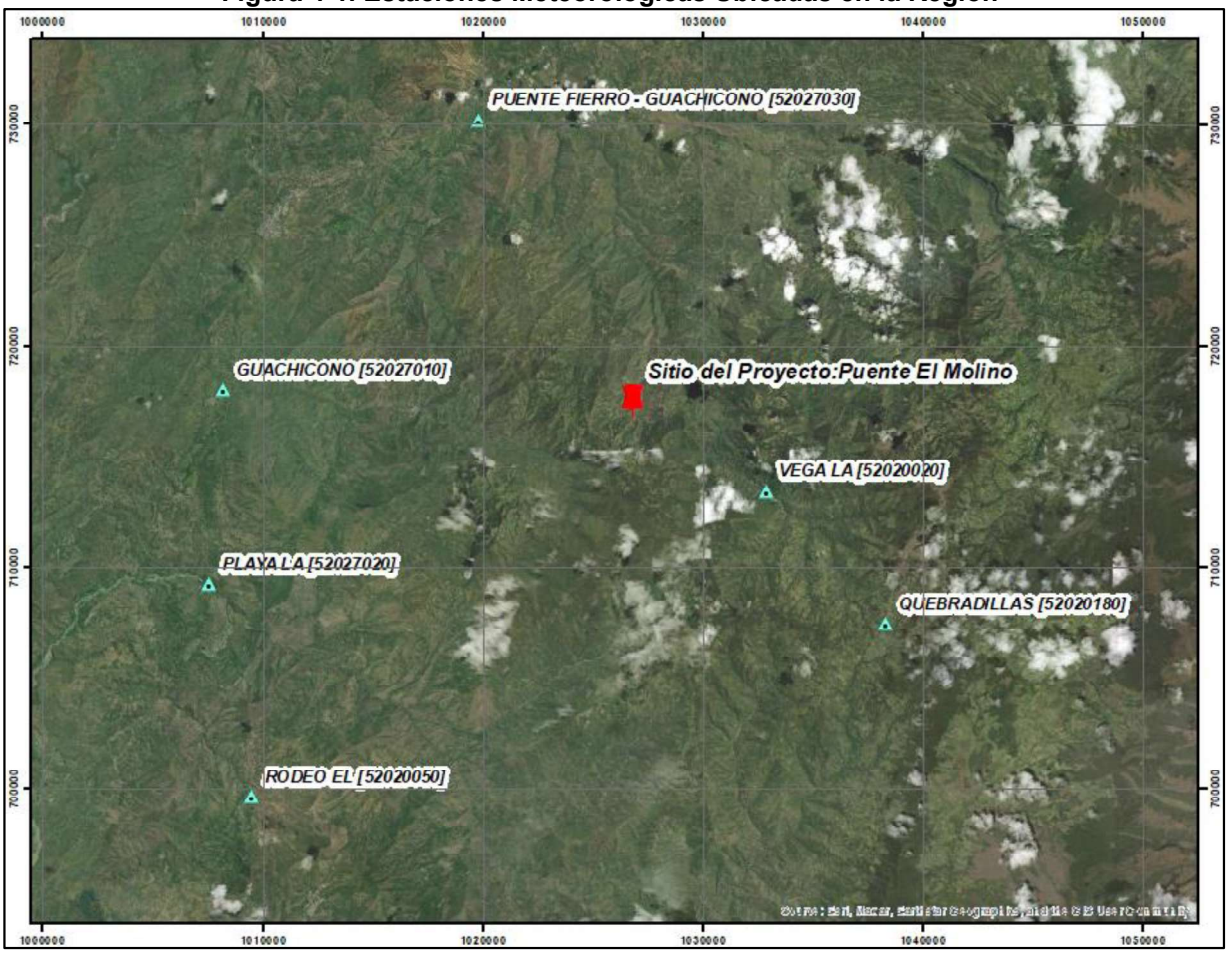
Categoría	Código	Nombre Estación	Municipio	Departamento	Latitud	Longitud	Altitud	Entidad	Estado
PM	52020180	QUEBRADILLAS	Almaguer	Cauca	1.951	-76.733	3100 msnm	IDEAM	Activa
PM	52020050	RODEO EL	Bolívar	Cauca	1.880	-76.992	1400 msnm	IDEAM	Activa
PM	52020020	VEGA LA	La Vega	Cauca	2.005	-76.782	2272 msnm	IDEAM	Activa
PM	52020100	SIERRA LA	La Sierra	Cauca	2.167	-76.767	1870 msnm	IDEAM	Suspendida
Estaciones Pluviométricas Consultadas por el Estudio									
LG	52027010	GUACHICONO	Bolívar	Cauca	2.046	-77.003	720 msnm	IDEAM	Activa
LG	52027020	PLAYA LA	Bolívar	Cauca	1.967	-77.009	710 msnm	IDEAM	Activa
LG	52027030	PUENTE FIERRO - GUACHICONO	Patía (El Bordo)	Cauca	2.157	-76.899	900 msnm	IDEAM	Activa
Estaciones Limnigráficas Consultadas por el Estudio									

Nota	PG	Pluviográfica	ME	Meteorológica Especial	SS	Sinóptica Secundaria
	PM	Pluviométrica	LG	Limnigráfica	AM	Agrometeorológico
	CO	Climatológica Ordinaria	LM	Limnimétrica	HA	Hidrométrica Automática
	CO	Climatológica Principal				

***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: INSTITUTO DE HIDROLOGIA METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES – IDEAM**

A continuación, se presenta un plano general de la ubicación de las estaciones consultadas. Se omite en el plano la estación Sierra LA debido a que se encuentra suspendida desde el año 1972

Figura 4-1. Estaciones Meteorológicas Ubicadas en la Región

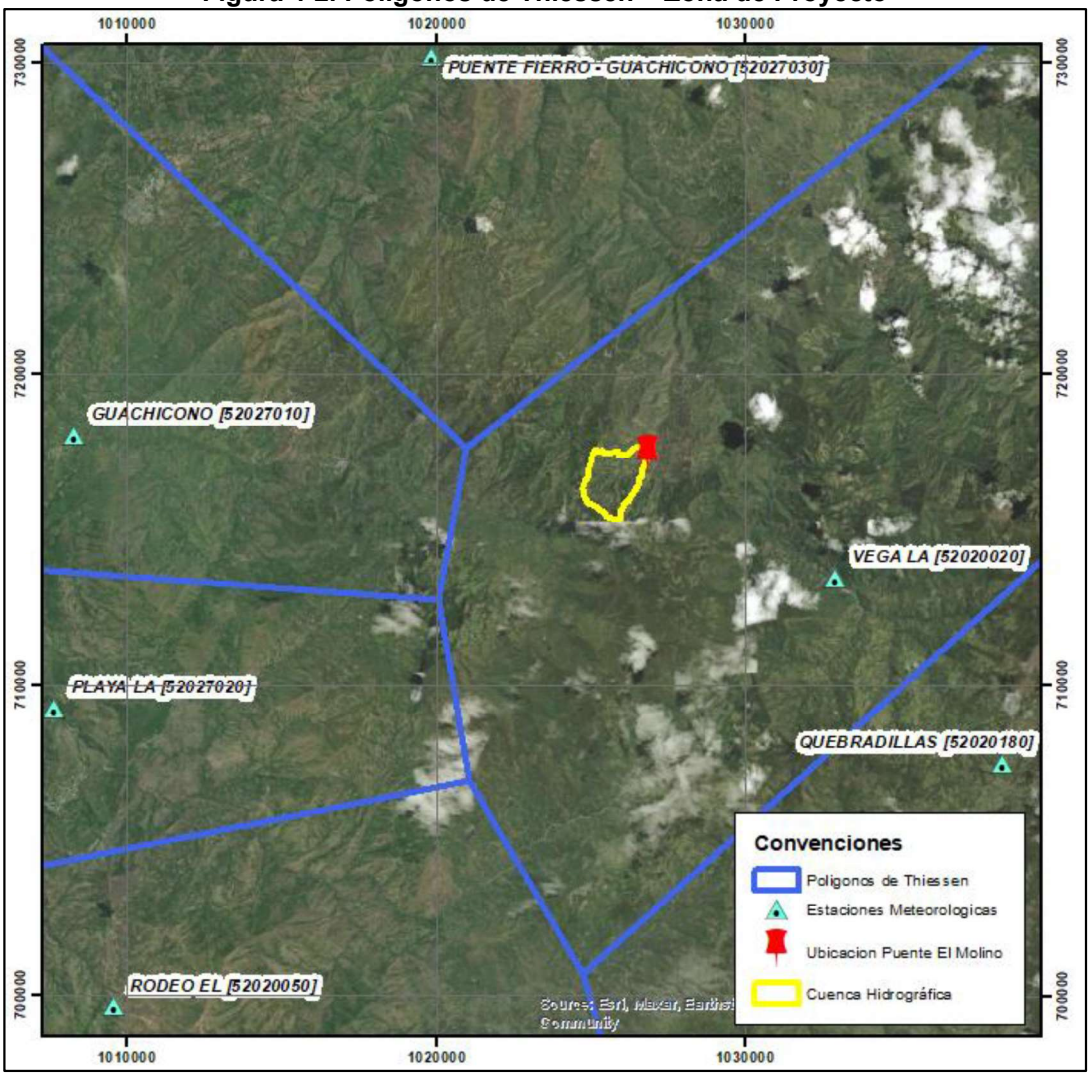


***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

Ya identificadas las estaciones activas en el área de estudio, se procede a identificar la estación o estaciones que inciden en el área de la cuenca hidrográfica de la Quebrada La Playa, a la altura del Puente El Molino, en el numeral *6.2 CARACTERISTICAS OROGRAFICAS E HIDROGRAFICAS DEL PROYECTO* se encuentra una descripción más detallada de la cuenca hidrográfica.

De acuerdo a lo anterior, se realiza el trazado de Polígonos de Thiessen de acuerdo a metodología descrita por Monsalve Sáenz, 1995. El trazado de los polígonos de Thiessen se muestra en la siguiente ilustración.

Figura 4-2. Polígonos de Thiessen – Zona de Proyecto



***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

De acuerdo con el trazado obtenido para la cuenca hidrográfica del Puente El Molino, se identifica que la zona de proyecto se encuentra influenciada únicamente por la estación Vega LA [52020020]. La estación cuenta con un amplio periodo de registro de datos (más de 40 años), lo cual, permite establecer una buena confiabilidad de los datos pluviométricos resultantes.

4.1.2 INFORMACIÓN CARTOGRAFICA

Como se mencionó anteriormente, el estudio se realizó con información secundaria obtenida del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC. La información se presenta en la siguiente tabla,

Tabla 4. Restituciones Aerofotogramétricas Utilizadas

Hojas Cartográficas	
Datos Vectoriales	
Hoja	Escala
387IB	1:25000

***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

5. ESTUDIO CLIMATOLOGICO

Con el fin de poder realizar una estimación del comportamiento climatológico en la zona de estudio y de estimar las precipitaciones presentes en la zona de estudio, se empleó la información recopilada de la estación seleccionada

5.1.1 PRECIPITACIÓN MENSUAL Y TOTAL MULTIANUAL

Como primera medida, el parámetro de precipitación a nivel mensual y nivel multianual se basa en el registro de datos precipitación recopilados a través de IDEAM.

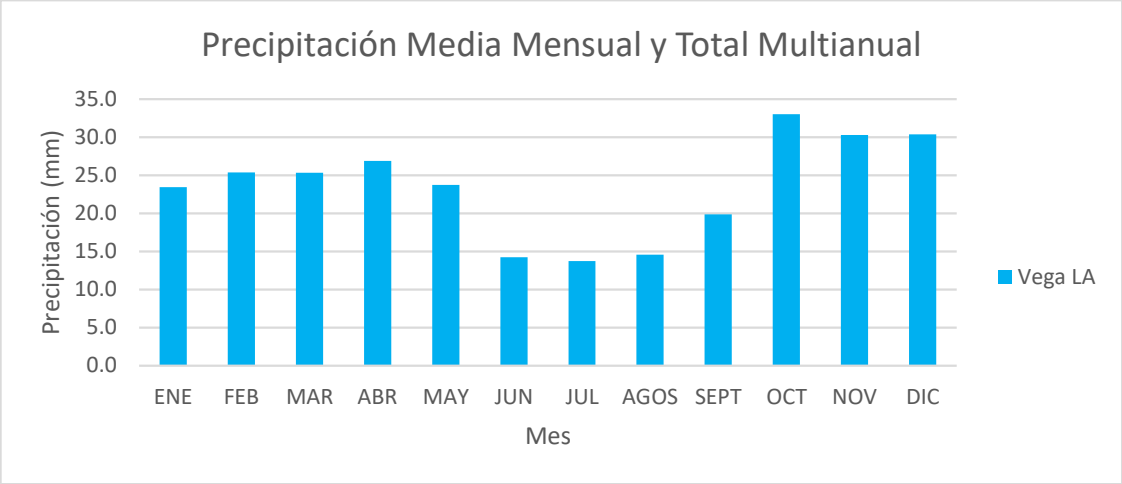
Tabla 5. Precipitación Media Mensual y Anual Multianual

Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC
Vega LA	23.43	25.37	25.34	26.89	23.74	14.25	13.73	14.59	19.88	33.03	30.30	30.36

***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

Como segundo paso, se procedió a grafiar el histograma de precipitación media mensual a nivel multianual. A continuación, se presenta el histograma de precipitación media mensual multianual para la estación pluviométrica Vega LA.

Figura 5-1. Precipitación Media Mensual y Anual Multianual Estaciones Pluviométrica Vega LA



***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

De acuerdo a lo anterior, tenemos que la estación pluviométrica Vega LA, la precipitación total anual a nivel multianual tiene como media un valor de 25.70 mm, presentando como mínimo de 13.73 mm en el mes de julio y máximo de 33.03 mm durante el mes de octubre.

5.1.2 PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS

Para este análisis se emplean los datos de precipitación máxima en 24 horas de las estaciones medidoras de precipitación en estudio; los valores de la precipitación máxima en 24 horas se obtuvieron de los registros de precipitación diaria y los valores de máximos anuales registrados.

Los registros de precipitaciones máximas en 24 horas de la estación pluviométrica Vega LA se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 6. Precipitación Máxima en 24 Horas Anual Multianual. Estación Pluviométrica Vega LA

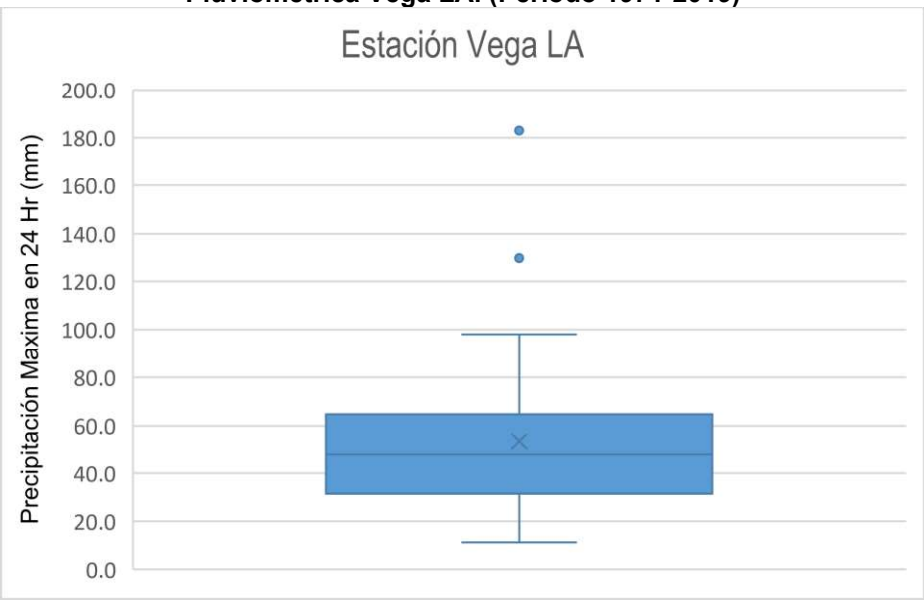
ESTACIÓN VEGA LA	
AÑO	**Precipitación Máxima (mm)**
1971	130.0
1972	45.5
1973	183.0
1974	56.0
1975	58.8
1976	28.0

ESTACIÓN VEGA LA	
AÑO	**Precipitación Máxima (mm)**
1977	31.5
1978	31.8
1979	67.0
1980	17.8
1981	12.8
1982	11.2
1983	23.4
1984	87.0
1985	30.1
1986	40.3
1987	73.2
1988	33.2
1989	36.2
1990	42.4
1991	63.0
1992	68.2
1993	57.4
1994	56.4
1995	65.0
1996	31.1
1997	47.5
1998	31.0
1999	28.3
2000	30.1
2001	70.3
2002	53.9
2003	38.0
2004	38.5
2005	98.0
2006	55.8
2007	48.0
2008	28.7
2009	46.0
2010	64.0
2011	90.0
2012	41.0
2014	61.7

ESTACIÓN VEGA LA	
AÑO	**Precipitación Máxima (mm)**
2015	69.5
2016	56.0
2017	72.8
2018	45.6
2019	60.2
Número de Datos	48
Media	53.23
Desviación Típica	29.80
Coeficiente de Asimetría	2.10
Nota: los valores con (*) no fueron tenidos en cuenta por pertenecer a años incompletos y ser muy bajos.	

***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

Figura 5-2. Caja y Bigotes (Box Plot) Datos de Precipitación Máxima en 24 Horas. Estación Pluviométrica Vega LA. (Periodo 1971-2019)



***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

Del anterior análisis se observa la existencia de dos datos anómalos, precipitaciones máximas de 130 mm y 183 mm de los años 1971 y 1973 respectivamente. Sin embargo, estos datos no se descartan debido a que representan niveles de precipitación de un evento de lluvia.

6. ESTUDIO HIDROLOGICO

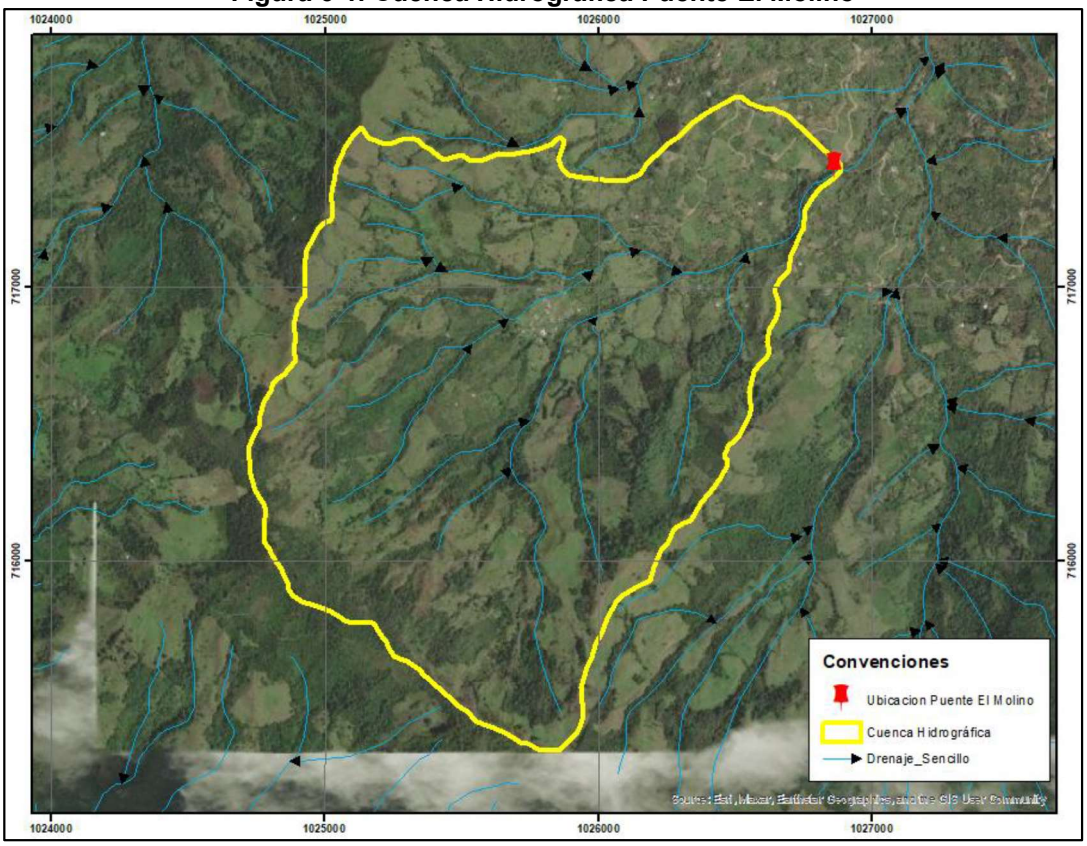
6.1 INTRODUCCIÓN

Con el objeto de determinar la escorrentía superficial que fluye hacia la zona de estudio, se realiza un análisis de caudales con base a los registros históricos de las estación pluviométrica Vega LA, como fue mencionado anteriormente.

6.2 CARACTERISTICAS OROGRAFICAS E HIDROGRAFICAS DEL PROYECTO

El puente el Molino se encuentra ubicado en la vereda La Playa en el corregimiento de de Santa Barbara en el municipio de La Vega en el departamento del Cauca, el puente se proyecta sobre la Quebrada La Playa específicamente en las coordenadas N 2°02’27.8’’, W 76°50’08’2’’., teniendo un área de drenaje igual a 3.16 km². La zona de proyecto se encuentra localizada en terreno montañosos con altas pendientes, la hidrografía se presenta en la siguiente ilustración.

Figura 6-1. Cuenca Hidrográfica Puente El Molino

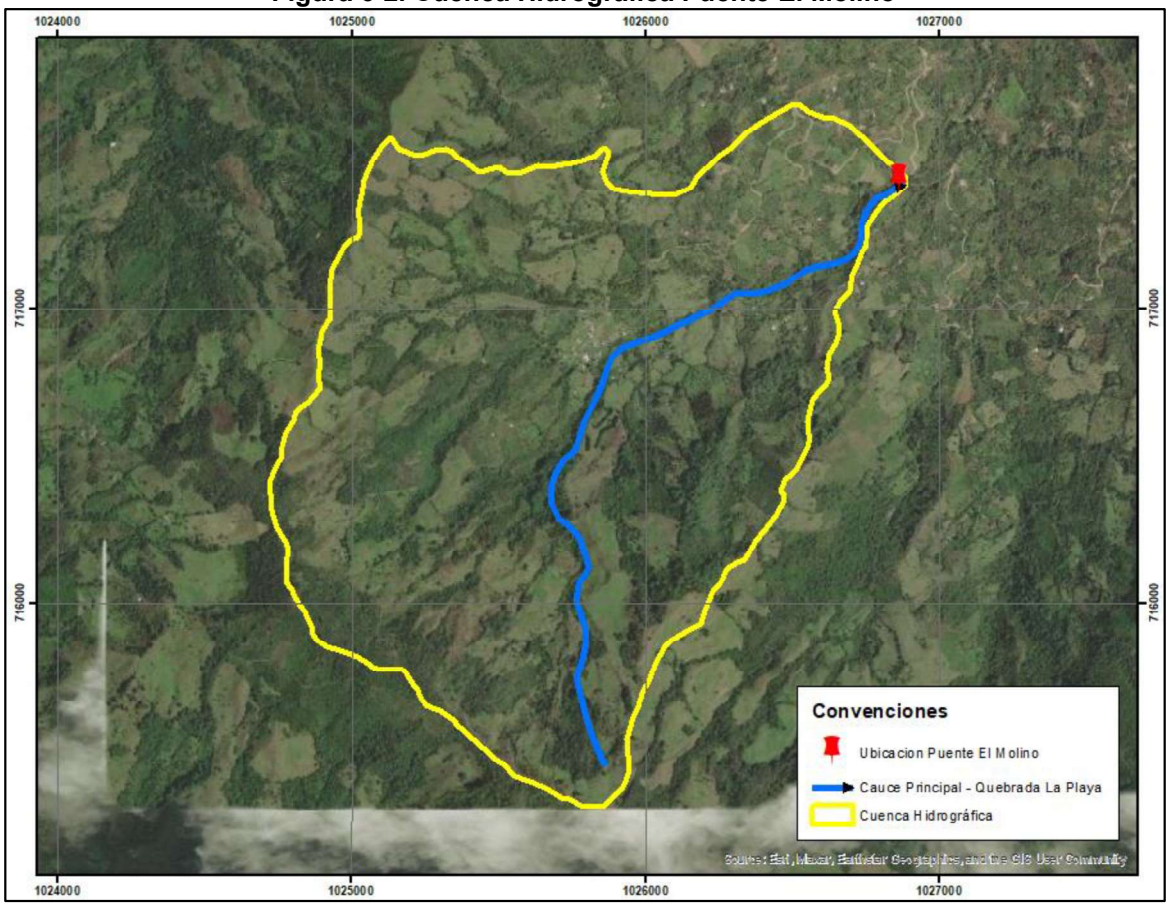


***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

6.3 CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA

Con base en la información proporcionada por el IGAC para la zona de proyecto se trazó la cuenca hidrográfica de la Quebrada La Playa hasta la ubicación del Puente El Molino, *Figura* 6-2. Con lo anterior, se definen las características geométricas y morfométricas de la cuenca. Se define la pendiente del cauce mediante el cálculo de la pendiente ponderada, Tabla 7.

Figura 6-2. Cuenca Hidrográfica Puente El Molino



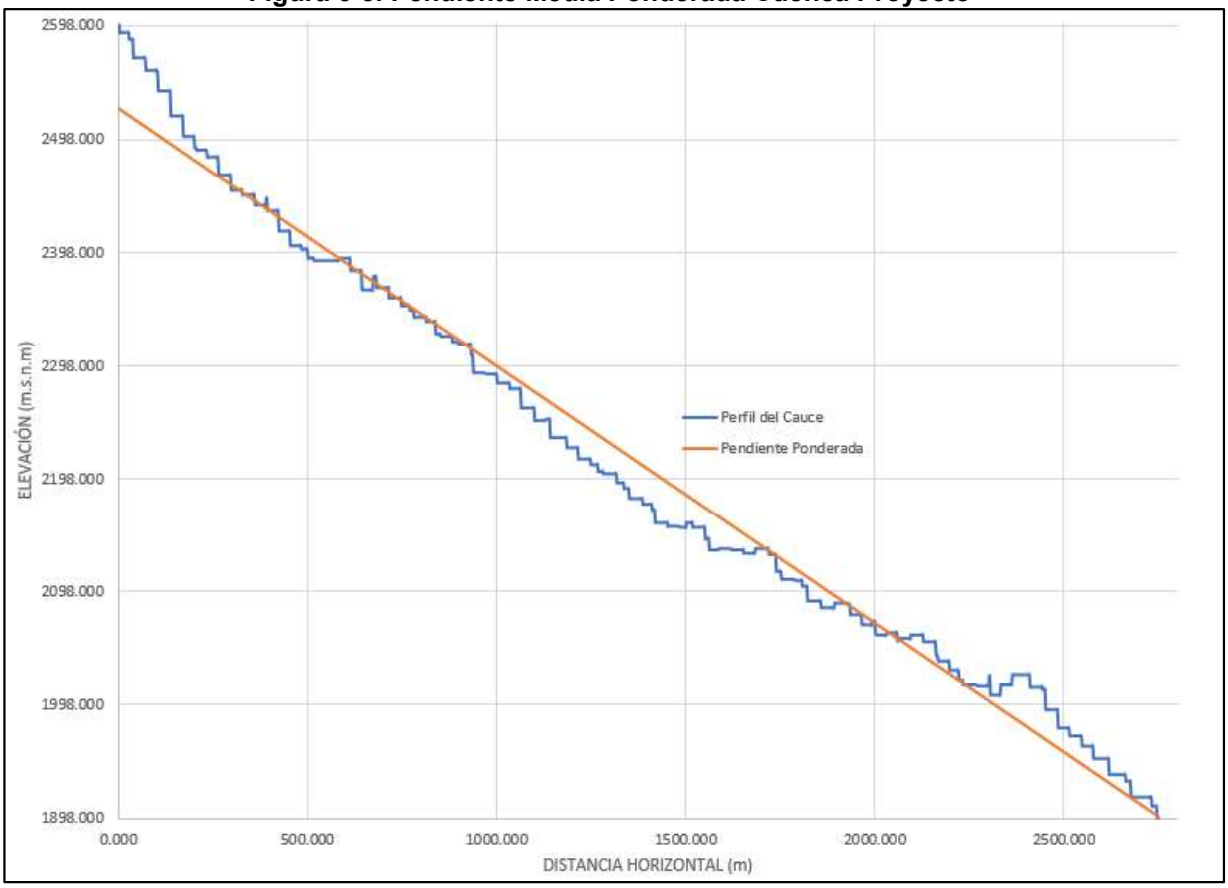
***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

Tabla 7. Características morfométricas de la cuenca hidrográfica

NOMBRE	ÁREA CUENCA (km^2)	PERÍMETRO CUENCA (km)	LONGITUD DEL CAUCE (km)	LONGITUD AXIAL DE LA CUENCA (km)	ANCHO MEDIO DE LA CUENCA (km)	PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA (m/m)	DESNIVEL ALTITUDINAL (m)	PENDIENTE PONDERADA DEL CAUCE (m/m)	ÍNDICE DE GRAVELIUS O COEFICIENTE COMPACIDAD (Kc)	FACTOR DE FORMA (Kf)
Cuenca	3.14	7.76	2.75	2.22	1.41	0.2542	699	0.2279	1.23	0.63

***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

Figura 6-3. Pendiente Media Ponderada Cuenca Proyecto



***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

- ✓ **Índice de Gravelius**

Es la relación entre el perímetro de la cuenca (longitud de la divisoria de aguas) y la longitud de la circunferencia de un círculo de área igual a la de la cuenca, y se expresa según la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{K_c = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}}$$

Donde,

K_c: Índice de Grevelius o Coeficiente de Compacidad

P: Perímetro de la cuenca, m.

A: Área de drenaje de la cuenca, km².

De acuerdo a (Ortiz Vera, 2004) las cuencas redondeadas tienen tiempos de concentración cortos con gastos pico muy fuertes y recesiones rápidas, mientras que las alargadas tienen

gastos pico más atenuados y recesiones más prolongadas, las formas de la cuenca, en concordancia con los valores que adopte los índices de compacidad se definen en la siguiente tabla.

Tabla 8. Formas de la Cuenca de acuerdo al Índice de Gravelius

Clase de Forma	Índice de Compacidad	Forma de la Cuenca
Clase 1	1.0 a 1.25	Casi redonda a oval - redonda
Clase 2	1.26 a 1.50	Oval - redonda a oval - oblonga
Clase 3	1.51 a 1.75	Oval - oblonga a rectangular - oblonga
Clase 4	>1.75	Rectangular - Oblonga

***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: (Ortiz Vera, 2004)**

- ✓ **Factor de Forma**

Es la relación entre el ancho medio de la cuenca y la longitud axial de la misma. Este se define de acuerdo a la siguiente ecuación.

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

Donde,

K_f: Factor de Forma

L: Longitud axial de la cuenca, m.

A: Área de drenaje de la cuenca, km².

Este parámetro mide la tendencia de la cuenca hacia las crecidas, rápidas y muy intensas a lentas y sostenidas, según que su factor de forma tienda hacia valores extremos grandes o pequeños, respectivamente. Es un parámetro adimensional que denota la forma redondeada o alargada de la cuenca, en concordancia de acuerdo a (Ortiz Vera, 2004) se tienen valores aproximados presentados en la siguiente tabla.

Tabla 9. Factor de Forma Aproximados

Valores Aproximados	Forma de la Cuenca
<0.22	Alargada
0.22 - 0.30	Ligeramente alargada
0.30 - 0.45	Ni alargada, ni achatada
0.45 - 0.60	Ligeramente achatada
0.60 - 0.80	Achatada
0.80 - 1.20	Muy achatada
>1.20	Rodeando el desagüe

***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: (Ortiz Vera, 2004)**

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 7, el índice de Grevelius obtenido es igual a 1.23, es decir, la cuenca es de forma casi redonda a oval – redonda (Clase 1), por lo cual, se esperan cuencas con caudales picos fuertes y recesiones rápidas.

Adicionalmente, el factor de forma de la cuenca es de 0.63, lo que indica que la cuenca tiende a presentar crecidas rápidas y muy intensas.

6.4 CURVAS DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA

De acuerdo con (Vargas M & Diaz-Granados, 1998) y a falta de datos históricos de lluvias para pluviógrafos en el área de proyecto, se calcularon las curvas intensidad - duración - frecuencia teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$I = \frac{a * T^b * M^d}{(t/60)^c}$$

Donde, I: Intensidad de precipitación, en milímetros por hora [mm/h]

T: Periodo de retorno en años

M: Precipitación máxima promedio anual en 24 horas a nivel mundial [mm]

t: Duración de la lluvia en minutos [min]

a, b, c, d: Parámetros de ajuste de la regresión.

El área del proyecto se encuentra ubicada en la Región 1 definida por Vargas – Diaz & Granados, cuyos parámetros $a = 0.94$, $b = 0.18$, $c = 0.66$ y $d = 0.83$.

Con lo anterior,

$$I = \frac{0.94 * T^{0.18} * M^{0.83}}{(t/60)^{0.66}}$$

Adicionalmente, con el registro de datos históricos de precipitación máxima en 24 horas a nivel promedio anual multianual de la estación pluviométrica Vega LA.

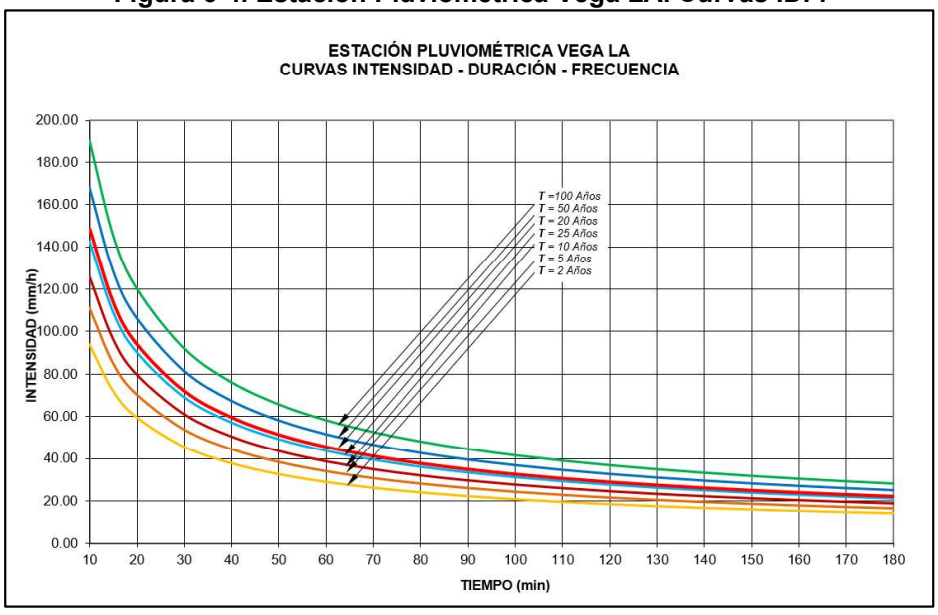
Se calcula el promedio de precipitación máxima multianual en 24 horas para la estación pluviométrica Vega LA obteniendo un valor de $M = 53.23\, mm$. Con estos valores se han calculado las curvas intensidad – duración – frecuencia para la estación mencionada, las cuales se presentan en la Tabla 10 y en Figura 6-4.

Tabla 10. Estación Pluviométrica Vega LA. Curvas IDF. Valores [mm/h]

TIEMPO (min)	PERÍODO DE RETORNO (Años)						
	2	5	10	20	25	50	100
10	94.10	110.98	125.72	142.43	148.27	167.97	190.29
15	72.01	84.92	96.20	108.99	113.46	128.53	145.61
20	59.56	70.23	79.57	90.14	93.84	106.30	120.43
30	45.57	53.74	60.89	68.98	71.80	81.35	92.15
40	37.69	44.45	50.36	57.05	59.39	67.28	76.22
50	32.53	38.36	43.46	49.24	51.25	58.06	65.78
60	28.84	34.01	38.53	43.65	45.44	51.48	58.32
70	26.05	30.72	34.81	39.43	41.05	46.50	52.68
80	23.85	28.13	31.87	36.10	37.58	42.58	48.24
90	22.07	26.03	29.49	33.40	34.77	39.39	44.63
100	20.59	24.28	27.51	31.16	32.44	36.75	41.63
110	19.33	22.80	25.83	29.26	30.46	34.51	39.09
120	18.25	21.53	24.39	27.63	28.76	32.58	36.91
130	17.31	20.42	23.13	26.21	27.28	30.91	35.01
140	16.49	19.44	22.03	24.96	25.98	29.43	33.34
150	15.75	18.58	21.05	23.84	24.82	28.12	31.86
160	15.10	17.80	20.17	22.85	23.79	26.95	30.53
170	14.50	17.11	19.38	21.95	22.85	25.89	29.33
180	13.97	16.47	18.66	21.14	22.01	24.93	28.24

***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

Figura 6-4. Estación Pluviométrica Vega LA. Curvas IDF.



***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

6.5 CAUDALES MÁXIMOS INSTANTANEOS

6.5.1 INTRODUCCIÓN

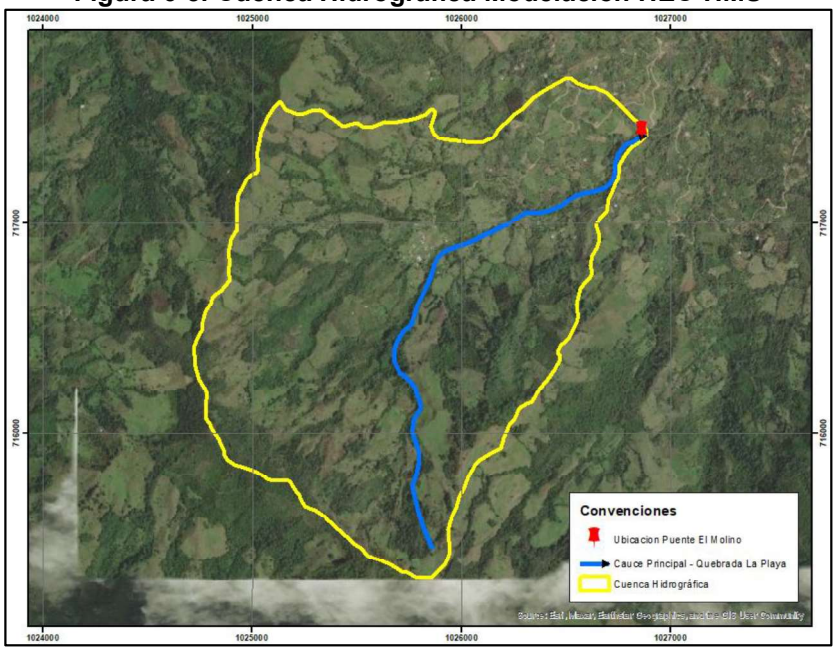
En primer término, estos cálculos se han concentrado en la hoya hidrográfica de la zona de proyecto la cual tiene un área de drenaje mayor a 2.5 km², debido a que no se contó con datos históricos de caudales máximos instantáneos, es necesario la implementación de métodos indirectos para hallar los caudales máximos sobre la corriente de estudio. Para ello, se utilizó la metodología del hidrograma unitario sintético del Soil Conservation Service del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, al cual se le aplicó la lluvia efectiva de diseño.

Los lineamientos básicos de las teorías de este hidrograma unitario de escorrentía superficial se explican pormenorizadamente en (Chow, Handbook of Applied Hydrology, 1984), (Hjelmfelt & Cassidy, 1976), (Monsalve Sáenz, 1995), (Ponce, 1989) y (Remeneiras, 1974). Tanto estos hidrogramas como los de creciente de escorrentía superficial para diferentes periodos de retorno fueron calculados con base en el programa de computador HEC-HMS, de acuerdo con (U. S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, 2008).

6.5.2 ÁREA DE DRENAJE

Se establece como cuenca hidrográfica para HEC-HMS la cuenca del Puente el Molino, ya que esta no cuenta con un área superior a 20km². Por lo tanto,

Figura 6-5. Cuenca Hidrográfica Modelación HEC-HMS



***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

Tabla 11. Características morfométricas de la cuenca principal

NOMBRE	ÁREA CUENCA (km^2)	PERÍMETRO CUENCA (km)	LONGITUD DEL CAUCE (km)	LONGITUD AXIAL DE LA CUENCA (km)	ANCHO MEDIO DE LA CUENCA (km)	PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA (m/m)	DESNIVEL ALTITUDINAL (m)	PENDIENTE PONDERADA DEL CAUCE (m/m)	ÍNDICE DE GRAVELIUS O COEFICIENTE COMPACIDAD (Kc)	FACTOR DE FORMA (Kf)
Cuenca	3.14	7.76	2.75	2.22	1.41	0.2542	699	0.2279	1.23	0.63

***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

6.5.3 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA LLUVIA

De acuerdo a los resultados obtenidos en las curvas intensidad - duración – frecuencia presentada para la estación pluviométrica seleccionada, Vega LA, ubicada en la zona de influencia del proyecto, se calcularon las curvas de masas de los aguaceros puntuales para duraciones entre 0 y 180 minutos, para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50 y 100 años, los cuales se presentan a continuación:

Tabla 12. Curvas de Masas de Aguaceros Puntuales. (Valores en mm). Estación Pluviométrica Vega LA

Tiempo (min)	Periodo de Retorno (Años)						
	2	5	10	20	25	50	100
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	15.68	18.50	20.95	23.74	24.71	28.00	31.72
15	18.00	21.23	24.05	27.25	28.36	32.13	36.40
20	19.85	23.41	26.52	30.05	31.28	35.43	40.14
30	22.79	26.87	30.44	34.49	35.90	40.67	46.08
40	25.13	29.63	33.57	38.03	39.59	44.85	50.81
50	27.11	31.97	36.22	41.03	42.71	48.39	54.82
60	28.84	34.01	38.53	43.65	45.44	51.48	58.32
70	30.39	35.84	40.61	46.00	47.89	54.25	61.46
80	31.81	37.51	42.49	48.14	50.11	56.77	64.32
90	33.11	39.04	44.23	50.11	52.16	59.09	66.94
100	34.31	40.47	45.84	51.93	54.06	61.25	69.39
110	35.44	41.80	47.35	53.64	55.84	63.26	71.67
120	36.51	43.05	48.77	55.26	57.52	65.16	73.82
130	37.51	44.24	50.12	56.78	59.11	66.96	75.86
140	38.47	45.37	51.40	58.23	60.61	68.67	77.79
150	39.38	46.45	52.62	59.61	62.05	70.30	79.64
160	40.26	47.48	53.79	60.93	63.43	71.86	81.41
170	41.10	48.47	54.91	62.20	64.75	73.36	83.10
180	41.90	49.42	55.98	63.42	66.02	74.80	84.73

***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

Posteriormente, con base a las curvas de masas se calcularon los incrementos de lluvias puntuales de los hietogramas de precipitación, a continuación, se presentan los resultados para la estación pluviométrica Vega LA.

Tabla 13. Incrementos de Lluvias Puntuales de los Hietogramas de Precipitación. (Valores en mm). Estación Pluviométrica Vega LA

Intervalo de Tiempo (min)	Periodo de Retorno (Años)						
	2	5	10	20	25	50	100
0-10	15.68	18.50	20.95	23.74	24.71	28.00	31.72
10-20	4.17	4.92	5.57	6.31	6.57	7.44	8.43
20-30	2.93	3.46	3.92	4.44	4.62	5.24	5.93
30-40	2.34	2.76	3.13	3.54	3.69	4.18	4.73
40-50	1.98	2.34	2.65	3.00	3.12	3.54	4.01
50-60	1.73	2.04	2.32	2.62	2.73	3.09	3.51
60-70	1.55	1.83	2.07	2.35	2.45	2.77	3.14
70-80	1.41	1.66	1.89	2.14	2.22	2.52	2.85
80-90	1.30	1.53	1.74	1.97	2.05	2.32	2.63
90-100	1.21	1.42	1.61	1.83	1.90	2.16	2.44
100-110	1.13	1.33	1.51	1.71	1.78	2.02	2.29
110-120	1.06	1.26	1.42	1.61	1.68	1.90	2.15
120-130	1.01	1.19	1.35	1.52	1.59	1.80	2.04
130-140	0.96	1.13	1.28	1.45	1.51	1.71	1.94
140-150	0.91	1.08	1.22	1.38	1.44	1.63	1.85
150-160	0.87	1.03	1.17	1.32	1.38	1.56	1.77
160-170	0.84	0.99	1.12	1.27	1.32	1.50	1.70
170-180	0.81	0.95	1.08	1.22	1.27	1.44	1.63
TOTAL	41.90	49.42	55.98	63.42	66.02	74.80	84.73

***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

Para dar una secuencia más crítica del aguacero, como es usual en este tipo de análisis, mediante el método del bloque alterno, los incrementos de lluvia de los hietogramas mencionados previamente fueron arreglados de la siguiente manera: el valor más bajo se colocó en el primer lugar, el segundo valor en orden creciente se colocó en último lugar, el tercer valor en tal orden se ubicó en segundo lugar, el cuarto valor se localizó en el penúltimo lugar, y así sucesivamente. El resultado de estos cálculos corresponde con los hietogramas de lluvia puntual de los aguaceros de diseño y es presentados a continuación:

Tabla 14. Incrementos Arreglados de Lluvias Puntuales de los Hietogramas de Precipitación. (Valores en mm). Estación Pluviométrica Vega LA

Intervalo de Tiempo (min)	Periodo de Retorno (Años)						
	2	5	10	20	25	50	100
0-10	0.81	0.95	1.08	1.22	1.27	1.44	1.63
10-20	0.87	1.03	1.17	1.32	1.38	1.56	1.77
20-30	0.96	1.13	1.28	1.45	1.51	1.71	1.94
30-40	1.06	1.26	1.42	1.61	1.68	1.90	2.15
40-50	1.21	1.42	1.61	1.83	1.90	2.16	2.44
50-60	1.41	1.66	1.89	2.14	2.22	2.52	2.85
60-70	1.73	2.04	2.32	2.62	2.73	3.09	3.51
70-80	2.34	2.76	3.13	3.54	3.69	4.18	4.73
80-90	4.17	4.92	5.57	6.31	6.57	7.44	8.43
90-100	15.68	18.50	20.95	23.74	24.71	28.00	31.72
100-110	2.93	3.46	3.92	4.44	4.62	5.24	5.93
110-120	1.98	2.34	2.65	3.00	3.12	3.54	4.01
120-130	1.55	1.83	2.07	2.35	2.45	2.77	3.14
130-140	1.30	1.53	1.74	1.97	2.05	2.32	2.63
140-150	1.13	1.33	1.51	1.71	1.78	2.02	2.29
150-160	1.01	1.19	1.35	1.52	1.59	1.80	2.04
160-170	0.91	1.08	1.22	1.38	1.44	1.63	1.85
170-180	0.84	0.99	1.12	1.27	1.32	1.50	1.70
TOTAL	41.90	49.42	55.98	63.42	66.02	74.80	84.73

***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

6.5.4 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Cuando se utiliza la metodología del Hidrograma Unitario del Soil Conservation Service, se debe suponer que el caudal máximo ocasionado por una determinada intensidad del aguacero de diseño sobre un área de drenaje específica, es producido por el referido aguacero, el cual se prolonga durante un período de tiempo igual al tiempo de concentración del flujo en el punto bajo consideración. Técnicamente, se define este último como el tiempo de concentración, Tc, el cual es el tiempo requerido para que la escorrentía superficial llegue al punto bajo consideración desde la parte más apartada del área de drenaje.

De acuerdo con (Chow, Handbook of Applied Hydrology, 1984), (Hjelmfelt & Cassidy, 1976), (Monsalve Sáenz, 1995), (Ponce, 1989) y (Remeneiras, 1974), para el tiempo de concentración, Tc, en cuencas pequeñas con alta accidentalidad o pendientes altas, se han analizado las siguientes fórmulas:

- ✓ **Fórmula de Kirpich**

$$T_c = 3.9780\, L^{0.77}\, S^{-0.385}$$

Donde,

T_c: Tiempo de concentración de la cuenca hidrográfica, en min.

L: Longitud del cauce principal, en km.

S: Pendiente total del cauce principal, igual a la caída total entre la longitud del cauce principal, en m/m.

- ✓ **Fórmula de Témez**

$$T_c = 0.30 \left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.75}$$

Donde,

T_c: Tiempo de concentración de la cuenca hidrográfica, en h.

L: Longitud del cauce principal, en km.

S: Pendiente del cauce principal, en %.

- ✓ **Fórmula de Giandotti**

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5\,L}{25.3\,\sqrt{L\,S_o}}$$

Donde,

T_c: Tiempo de concentración de la cuenca hidrográfica, en h.

L: Longitud del cauce principal, en km.

A: Área de la cuenca, en km².

S_o: Pendiente entre las cotas de puntos extremos de la corriente, en m/m.

- ✓ **Fórmula de SCS – Ranser**

$$T_c = 0.947 \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$$

Donde,

T_c: Tiempo de concentración de la cuenca hidrográfica, en h.

L: Longitud del cauce principal, en km.

H: Diferencia de cotas entre puntos extremos de la corriente principal, en m.

- ✓ **Fórmula de Ventura – Heras**

$$T_c = 0.3 \left(\frac{L}{S^{0.5}}\right)^{0.75}$$

Donde,

T_c: Tiempo de concentración de la cuenca hidrográfica, en min.

L: Longitud del cauce principal, en km.

S: Pendiente total del cauce principal, igual a la caída total entre la longitud del cauce principal, en %.

En la Tabla 15 se presentan los valores de tiempo de concentración calculados. Sin embargo, y en caso de presentarse valores menores a 15 min en el valor del tiempo de concentración, se ha tomado este último valor, de acuerdo con (Chow, Handbook of Applied Hydrology, 1984), para tener en consideración el tiempo mínimo que tarda la lluvia en concentrarse inicialmente, el cual no tiene en cuenta el tamaño ni la pendiente de la cuenca.

Tabla 15. Tiempos de Concentración

NOMBRE	ÁREA CUENCA (km²)	KIRPICH	TEMEZ	GIANDOTTI	SCS-RANSER	VENTURA-HERAS	TC SELEC (minutos)	T Lag (minutos)
Cuenca	3.14	15.32	21.39	33.58	14.68	21.39	21.27	12.76

***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

Con base en los tiempos de concentración calculados, la presente consultoría decido emplear la media de los tiempos de concentración obtenidos y definir este valor como el tiempo de concentración representativo para la cuenca. Además, se ha calculado el tiempo de desfase T_{lag}, de la hoya hidrográfica estudiada en el presente informe.

6.5.5 FACTOR DE REDUCCIÓN DE LA LLUVIA PUNTUAL POR ÁREA DE DRENAJE

En general, la Precipitación para una duración determinada (o, en otras palabras, la intensidad promedio) decrece desde el centro de las tormentas, a medida que la distancia se incrementa a partir de este punto. La Precipitación máxima es representativa del centro de las tormentas, por lo cual la Precipitación promedio en la totalidad del área de drenaje deberá ser menor, dependiendo del tamaño y forma de la cuenca, de las tormentas históricas registradas, y de la localización del centro de Precipitación máxima. El cálculo de la reducción de la Precipitación

a medida que se incrementa el área de drenaje se hace por medio de curvas de profundidad – área - duración para duraciones determinadas de la Precipitación. Para cada duración específica de la Precipitación se analizan las tormentas que tengan cubrimiento grande sobre el área de drenaje en consideración, y que sean suficientemente intensas. Posteriormente, se dibujan las isolíneas de Precipitación de cada tormenta, y por medio de éstas se calculan las curvas de profundidad de Precipitación - área de drenaje para cada duración.

La relación entre la profundidad de la Precipitación, relacionada a diferentes áreas de drenaje, y la Precipitación puntual, definida como el factor de reducción, se calcula posteriormente para modificar las curvas anteriores. Finalmente, se calcula la envolvente de las curvas definidas en el paso anterior para cada duración, la cual define la curva representativa de la relación profundidad de Precipitación - área de drenaje de la cuenca.

El coeficiente de reducción de la lluvia por el tamaño del área de drenaje se calcula de acuerdo a las siguientes expresiones:

- ✓ **Ecuación de Fhrüling**

$$i_m = i_0(1.0 - 0.0054\ A^{0.25})$$

Donde,

i_m: Intensidad promedio de lluvia en la cuenca hidrográfica, mm/h.

i_0: Intensidad de lluvia puntual medida en la estación registradora, mm/h.

$(1 - 0.0054A^{0.25})$: Coeficiente de reducción de la lluvia, f(a), por el tamaño del área de drenaje A, estando esta ultima variable expresada en m².

- ✓ **Ecuación de Institution of Civil Engineers Proceedings**

$$i_m = i_0(1.0 - 0.0268\ T_c^{-0.261} A^{0.387})$$

Donde,

i_m: Intensidad promedio de lluvia en la cuenca hidrográfica, mm/h.

i_0: Intensidad de lluvia puntual medida en la estación registradora, mm/h.

T_c: Tiempo de concentración de la cuenca, en horas, h.

A: Área de drenaje de la cuenca, en kilómetros cuadrados, km².

- ✓ **Ecuación de Norte América**

$$i_m = i_0(1.0 - 0.05\ T_c^{-0.361}\ A^{0.264})$$

Donde,

i_m: Intensidad promedio de lluvia en la cuenca hidrográfica, mm/h.

i_0: Intensidad de lluvia puntual medida en la estación registradora, mm/h.

T_c: Tiempo de concentración de la cuenca, en horas, h.
A: Área de drenaje de la cuenca, en kilómetros cuadrados, km².

La presente consultoría define el factor de reducción por área como el promedio de los valores calculados con las ecuaciones previamente mencionadas. El resultado de esto se presenta en la Tabla 16

Tabla 16. Factor de Reducción por Área

CUENCA	ÁREA (km²)	Tc Seleccionado (min)	Tc Seleccionado (horas)	FHRÜLING	INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS PROCEDINGS	NORTE AMÉRICA	FACTOR DE LLUVIA ESPACIAL SELECCIONADO
Cuenca	3.14	21.27	0.355	0.77	0.95	0.90	0.87

***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

6.5.6 DEFINICIÓN DE LA TORMENTA DE DISEÑO

Una vez los hietogramas puntuales definidos en el numeral *6.5.3 ,* y el factor de reducción de lluvia espacial para cada una de las cuencas calculados en el numeral 6.5.5 se procede a definir la tormenta de diseño específica para cada una de las cuencas.

Por ende, de acuerdo a los polígonos de Thiessen de la Figura 4-2 definimos los siguientes hietogramas de diseño.

Factor de Reducción de Lluvia Espacial	0.87

Estación	Vega LA
Área de Influencia (m²)	3136041.192
Porcentaje del Área %	100

Tabla 17. Incrementos Arreglados de Lluvias Espaciales de Los Hietogramas De Precipitación. Área De Influencia de la Cuenca. (Valores en mm).

Intervalo de Tiempo (min)	Periodo de Retorno (Años)						
	2	5	10	20	25	50	100
0-10	0.70	0.83	0.94	1.06	1.11	1.25	1.42
10-20	0.76	0.90	1.02	1.15	1.20	1.36	1.54
20-30	0.83	0.98	1.11	1.26	1.31	1.49	1.68
30-40	0.93	1.09	1.24	1.40	1.46	1.65	1.87
40-50	1.05	1.24	1.40	1.59	1.66	1.88	2.12
50-60	1.23	1.45	1.64	1.86	1.94	2.19	2.48
60-70	1.51	1.78	2.02	2.28	2.38	2.69	3.05

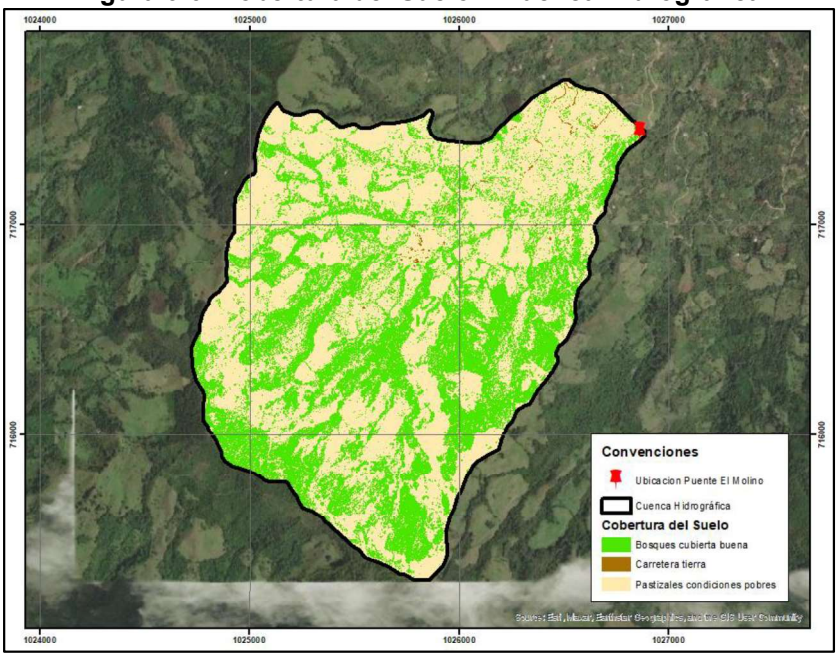
Intervalo de Tiempo (min)	Periodo de Retorno (Años)						
	2	5	10	20	25	50	100
70-80	2.04	2.40	2.72	3.08	3.21	3.64	4.12
80-90	3.63	4.28	4.84	5.49	5.71	6.47	7.33
90-100	13.64	16.09	18.23	20.65	21.50	24.36	27.59
100-110	2.55	3.01	3.41	3.86	4.02	4.56	5.16
110-120	1.72	2.03	2.30	2.61	2.71	3.08	3.48
120-130	1.35	1.59	1.80	2.04	2.13	2.41	2.73
130-140	1.13	1.33	1.51	1.71	1.78	2.02	2.29
140-150	0.98	1.16	1.31	1.49	1.55	1.75	1.99
150-160	0.88	1.03	1.17	1.33	1.38	1.56	1.77
160-170	0.79	0.94	1.06	1.20	1.25	1.42	1.61
170-180	0.73	0.86	0.97	1.10	1.15	1.30	1.48
TOTAL	36.46	42.99	48.71	55.18	57.44	65.07	73.72

***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

6.5.7 DEFINICIÓN DE NÚMERO DE CURVA (CN)

El número de curva CN se obtuvo a partir del análisis de coberturas de suelo presente en la zona, para ello se implementa la metodología Corine Land Cover Colombia (CLC), la cual es una metodología adoptada por el Instituto Agustín Codazzi (IGAC) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) para Colombia, la cual, consiste en la evaluación de coberturas de la tierra mediante el uso de imágenes satelitales tipo Landsat.

Figura 6-6. Cobertura del Suelo – Cuenca Hidrográfica



****Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

Con lo anterior, se define que la cuenca cuenta principalmente con tres tipos de cobertura de suelo y se asignan los valores de CN teóricos para cada cobertura de acuerdo a (V.T. Chow, Hidrología Aplicada, 1994). Los tipos de cobertura y los valores de CN definidos son los siguientes:

- ✓ Bosques: Cubierta Buena. CN = 70
- ✓ Bosques: Pastizales en condiciones pobres. CN = 86
- ✓ Carretera: En tierra. CN = 87

A partir de lo anterior se realizó la ponderación por áreas para hallar el CN equivalente para cada una de las subcuencas en estudio. El resultado de la ponderación para cada subcuenca se presenta en la siguiente Tabla.

Tabla 18. Curva Número por Área

CUENCA	TIPO DE SUPERFICIE	CN	PORCENTAJE DE INFLUENCIA (%)	CN PONDERADO	ÁREA (m²)
Cuenca	Bosques cubierta buena	70	40.4%	79.50	1265924.31
	Pastizales condiciones pobres	86	59.4%		1861746.40
	Carretera tierra	87	0.3%		8370.48

***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

Adicionalmente, se calcula la abstracción inicial (Ia) presente en la cuenca, la cual es aproximadamente el 20% de la abstracción total (S), donde de acuerdo al método de Curva Número.

$$CN = \frac{1000}{10 + S} \quad ; \quad Ia = 0.2S$$

Por lo tanto, la abstracción inicial para cada una de las cuencas se muestra en la Tabla 19.

Tabla 19. Abstracción Inicial por Área

FACTOR S		ABSTRACIÓN INICIAL (mm)
(in)	(mm)	
2.58	65.50	13.10

***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

6.5.8 MÉTODO DEL HIDROGRAMA UNITARIO DEL SOIL CONSERVATION SERVICE

- ✓ **Descripción Teórica Método del Hidrograma Unitario del Soil Conservation Service**

El hidrograma unitario es un modelo lineal simple que puede usarse para deducir el hidrograma resultante de cualquier cantidad de exceso de lluvia, considerada como uniforme en el espacio y variable en el tiempo. Las siguientes suposiciones básicas son inherentes en este modelo:

- El exceso de Precipitación tiene una intensidad constante dentro de la duración efectiva y las tormentas seleccionadas para el análisis deben ser de corta duración.
- El exceso de Precipitación está uniformemente distribuido en toda el área de drenaje; si ésta es muy grande, debe dividirse en subcuencas analizando tormentas que cubran toda la subárea.
- El tiempo base de la duración de la escorrentía directa resultante de un exceso de lluvia de una duración dada es constante.
- Las ordenadas de todas las duraciones de escorrentía directa de una base de tiempo común son directamente proporcionales a la cantidad total de escorrentía directa representada por cada hidrograma.

Como tiempo de duración de la lluvia unitaria, se consideró menor o igual a la quinta parte del tiempo de concentración. Para una cuenca dada el hidrograma resultante de un exceso de lluvia dado refleja las características no cambiantes de la cuenca. El hidrograma unitario se considera único para la cuenca dada, e invariable con respecto al tiempo, y es aplicable solamente cuando no se presenten cambios ni almacenamientos apreciables en la cuenca estudiada.

A pesar de que el modelo fue desarrollado originalmente en cuencas grandes, se ha encontrado que puede aplicarse a cuencas pequeñas desde menos de 2.5 hasta 250 km2 aproximadamente. Para hallar el caudal máximo originado por la escorrentía directa, se utilizó el hidrograma unitario curvilíneo, cuyo pico está definido la siguiente ecuación:

$$q_p = 0.208 \frac{A\,E}{T_p}$$

$$T_p = \left(\frac{10}{9}\right) T_{lag}$$

$$T_{lag} = 0.6\,T_c$$

Donde,

q_p: Caudal unitario máximo, en (m³/s)/mm de lluvia.

A: Área de la cuenca considerada, km².

E: Precipitación efectiva unitaria, en mm.

T_p: Tiempo al pico del hidrograma, en horas, medido desde le comienzo.

T_{lag}: Tiempo de retardo en horas, medido entre los centros de gravedad del hietograma de lluvia espacial e hidrograma unitario.

T_c: Tiempo de concentración de la hoya hidrográfica, h.

L: Longitud del cauce, en m.

S: Pendiente de la cuenca, en m/m.

La distribución temporal del hietograma de lluvia efectiva que causa escorrentía superficial, y la magnitud de las abstracciones de una tormenta, se pueden obtener por el método del Soil Conservation Service, a partir de las siguientes relaciones empíricas:

Donde,

Q: Escorrentía total acumulada, en mm.

P: precipitación total del evento, en mm.

IA: Abstracción inicial, mm.

CN: Curva número.

6.5.9 MODELO HEC-HMS

El programa HEC-HMS (Hidrological Engineering Center – Hidrologic Modeling System), fue desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica de la Armada de Estados Unidos con el propósito de simular la respuesta hidrológica de una cuenca a un evento dado. El programa fue diseñado para resolver una variedad de problemas en diferentes condiciones geográficas, incluyendo cuencas de gran tamaño, cuencas urbanas y cuencas naturales.

Los hidrogramas producidos por el programa pueden ser utilizados de manera directa o en conjunto con otros programas para elaborar estudios de disponibilidad de recursos hídricos, drenaje urbano, pronóstico de inundaciones, impacto de urbanizar el área, diseño de embalses, control de inundaciones entre otros. La interfaz está organizada de tal forma en que HEC-HMS está dividido en, modelo de cuenca, modelo meteorológico, especificaciones de control y entrada de datos.

- ✓ **Modelo de la cuenca**

El modelo de la cuenca es la representación esquemática representativa de la cuenca física por medio del empleo de elementos hidrológicos. El programa considera los elementos detallados en la siguiente tabla

Tabla 20. Elementos y descripción en HEC-HMS

Elemento/Símbolo	*Descripción*
Sub Cuenca 	Representación de la sub cuenca física. Dada la precipitación, el flujo es calculado restando las pérdidas, transformando los excedentes de precipitación en escorrentía y sumando el flujo básico
Tramos de Tránsito 	Representa el flujo aguas abajo. El flujo de entrada es provisto por el elemento aguas arriba. Su flujo de salida es calculado tomando en cuenta el método del tránsito seleccionado.
Uniones 	Se utiliza para combinar tramos aguas arriba. El flujo de entrada es provisto por uno o más elementos aguas arriba. Su flujo de salida es calculado sumando los flujos de entrada y asumiendo que no hay almacenamiento.
Fuentes 	Se utiliza para introducir flujo en el modelo de la cuenca. Provee dato de salida de flujo especificado por el usuario.
Sumidero 	Se utiliza para representar el punto de cierre de la cuenca. Recibe los datos de flujo entrante de uno o más elementos aguas arriba.
Embalses 	Se utiliza para modelar la retención de un hidrograma causado por un tipo de embalse. Recibe los datos de flujo entrante de uno o más elementos aguas arriba y el flujo de salida se calcula según el método seleccionado por el usuario.
Derivaciones 	Se utiliza para modelar flujo que deja de circular por el canal principal. Recibe los datos de flujo de entrada de uno o más elementos aguas arriba. Tiene dos flujos de salida, el derivado y el que permanece en el canal. El usuario debe proveer el dato de flujo derivado.

***Elaboró: Hydrologic Modeling System HEC-HMS. Quick Start Guide Version 4.2.**
***Fuente: Hydrologic Modeling System HEC-HMS. Quick Start Guide Version 4.2.**

✓ Modelo Meteorologico

HEC-HMS dispone de una serie de métodos para calcular las pérdidas, tránsito y flujo base con el fin de determinar el caudal de salida. Estos modelos son:

Tabla 21. Tipos de pérdidas y sus métodos.

Tipo	*Método*
Pérdidas	Déficit y tasa constante Inicial y tasa constante Exponencial Número de curva CN SCS Green y Ampt Consideración de la humedad del suelo (SMA) DC por celdas CN SCS por celdas SMA por celdas
Transformación lluvia - caudal	Hidrograma Unitario (HU) de Clark Onda cinemática ModClark HU SCS HU Snyder HU Especificado por el usuario Hidrograma en S del usuario
Flujo Base	Recesión restringida Constante Mensual Depósito Lineal Recesión

***Elaboró: Hydrologic Modeling System HEC-HMS. Quick Start Guide Version 4.2.**
***Fuente: Hydrologic Modeling System HEC-HMS. Quick Start Guide Version 4.2.**

La función del modelo meteorológico es calcular la precipitación de cada sub cuenca. Este modelo puede utilizar precipitaciones puntuales o por celdas y a la vez modelar precipitación sólida y líquida junto con la evapotranspiración.

Tabla 22. Tipos de datos y métodos

Series temporales de datos	*Pares de datos*	*Datos por celdas*
Pluviómetros	Funciones de almacenamiento-caudal	Precipitación
Medidores de Caudal	Funciones cota – Almacenamiento	Temperatura
Limnímetros	Funciones cota – área	Radiación solar
Termómetros	Funciones caudal – Derivación	Coeficiente de cultivo
Medidores de radiación solar	Secciones transversales	Capacidad de almacenamiento

Medidores de radiación solar	Secciones transversales	Capacidad de almacenamiento
Medidores de coeficiente de cultos	Hidrogramas unitarios	Tasa de percolación
	Curvas de porcentajes	Coeficientes de almacenamiento
	Funciones de fusión de nieve	Déficit de humedad
	Patrones de tasa de función de nieves	Área impermeable
		CN – SCS
		Cotas
		Equivalente de aguas de nieve
		Contenido de agua
		Tasa de fusión de nieve

***Elaboró: Hydrologic Modeling System HEC-HMS. Quick Start Guide Version 4.2.**
***Fuente: Hydrologic Modeling System HEC-HMS. Quick Start Guide Version 4.2.**

✓ Entrada de datos

La entrada de datos puede corresponder a datos de series temporales, pares de datos y datos por celdas. Estos datos son utilizados como parámetros de contorno en el modelo de cuenca y el modelo meteorológico. Los mismos pueden ser introducidos a mano o bien referenciarse al registro HEC – Data Storage System (HEC – DSS). En el caso de los datos por celdas estos deben ser referenciados a un HEC-DSS existente

Tabla 23. Método de entrada de datos y su descripción

Método	*Descripción*
Tormenta asociada a frecuencia	Se usa para desarrollar un evento de precipitación donde los volúmenes correspondientes a distintas duraciones tienen una probabilidad de excedencia consistente.
Pluviómetros con peso	Aplica pesos definidos por el usuario a los pluviómetros que el usuario desee.
Precipitación por celdas	Permite usar productos por precipitación por celdas, como por ejemplo los datos de Radar.
Inversa de la distancia	Calcula la precipitación media en una sub cuenca aplicando una ponderación basado en la inversa de la distancia al cuadrado.
Tormenta del SCS	Aplica una distribución temporal tipo SCS aun volumen total de lluvia en 24 horas.
Hietograma especificado	Aplica un hietograma definido por el usuario a un elemento de sub cuenca.
Tormenta de proyecto estándar.	Aplica una distribución temporal a un volumen índice de precipitación. Válido únicamente para los Estados Unidos.

***Elaboró: Hydrologic Modeling System HEC-HMS. Quick Start Guide Version 4.2.**
***Fuente: Hydrologic Modeling System HEC-HMS. Quick Start Guide Version 4.2.**

- ✓ **Especificaciones de control**

Las especificaciones de control establecen la duración de la simulación e incluye la hora de comienzo y fin del proyecto.

- ✓ **Resultados**

Los resultados se obtienen de una corrida "Run" en donde HEC-HMS realiza todo el modelo hidrológico y genera un caudal de descarga, permitiendo al usuario hacer uso de distintos reportes que genera.

6.5.10 DESCRIPCIÓN MODELACIÓN HEC-HMS

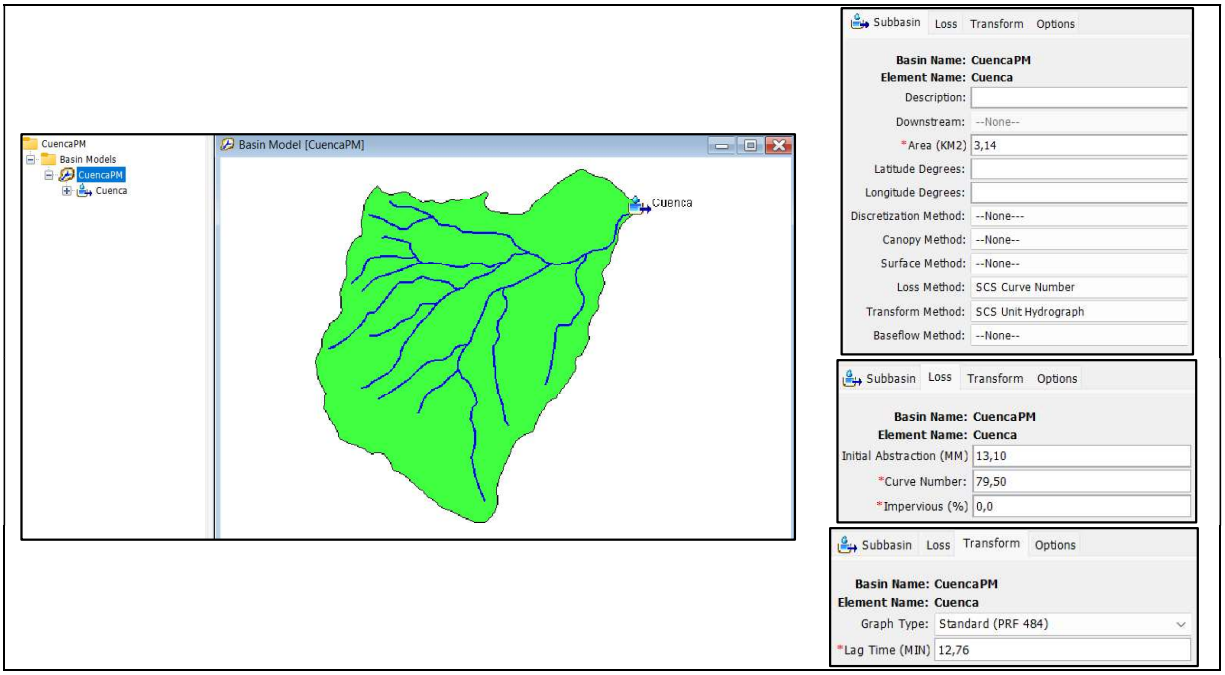
El cálculo del hidrograma total se realizó considerando el hidrograma unitario afectado por la escorrentía directa o Precipitación efectiva en cada duración unitaria del hietograma, el cual se va desplazando tal duración. El hidrograma total resultante es la suma de las ordenadas de los diversos hidrogramas unitarios para cada valor constante de tiempo. Para el presente estudio no se adicionó el caudal base, dado que no se posee información para su obtención y que su porcentaje es mínimo en relación al caudal pico. Para ello, se usó el modelo de computador HEC-HMS, considerando (U. S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, 2008).

Para los trabajos particulares relacionados con estos estudios, se utilizó la versión más reciente de este modelo hidrológico HEC-HMS 4.9.

1. Caracteristicas físicas de la cuenca

En primera instancia se incluye la cuenca hidrográfica y sus características propias halladas anteriormente, tales como el área, el tiempo de desfase ($\boldsymbol{T_{lag}}$), el Curva Número ($\boldsymbol{CN}$), la Abstracción Inicial ($\boldsymbol{IA}$) propio de cada una de las subcuencas de la cuenca hidrográfica de la cuenca del Puente El Molino. En la *6.3 CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA* se presentan las características introducidas en el Modelo HEC-HMS para una de las subcuencas.

Figura 6-7. Características de Entrada de la Cuenca Modelo HEC-HMS – Cuenca Puente El Molino

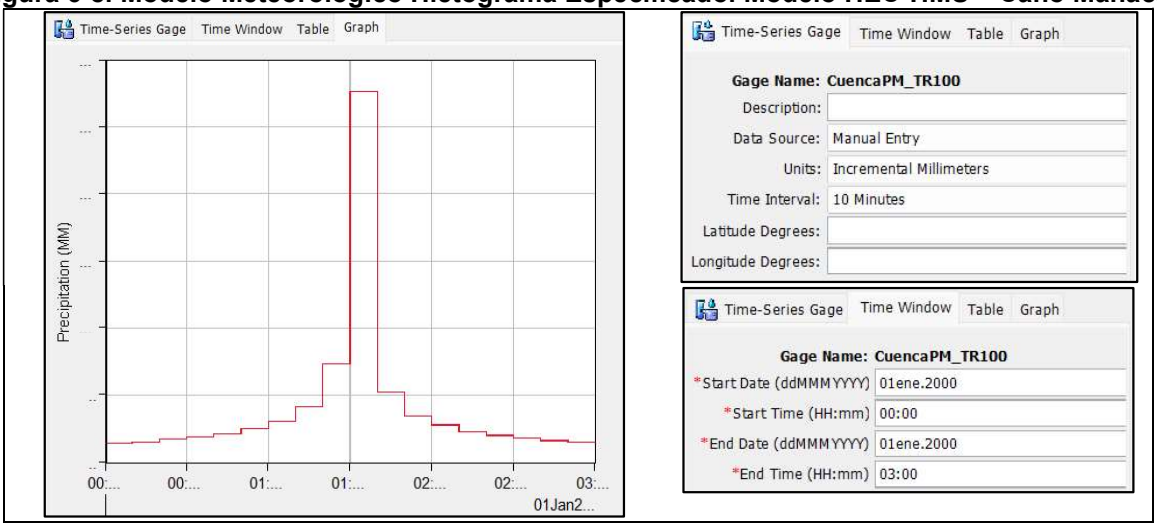


***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

2. Modelo meteorológico

Para HEC-HMS se emplea el modelo meteorológico de hietograma especificado, para lo cual se define el intervalo de tiempo cada 10 minutos y se ingresan los valores de los hietogramas de diseño calculados.

Figura 6-8. Modelo Meteorológico Hietograma Especificado. Modelo HEC-HMS – Caño Manacal

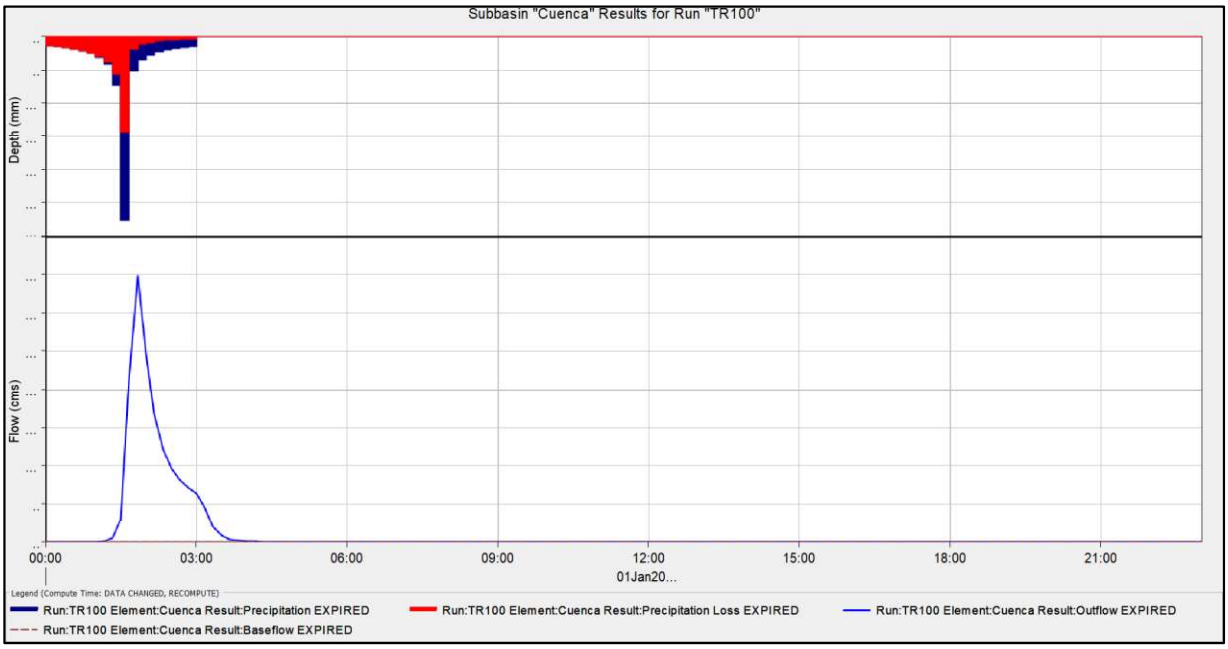


***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

6.5.11 RESULTADOS MODELACIÓN HEC-HMS

A partir de los datos de entrada y las condiciones puestas para la simulación se obtuvieron los caudales y los hidrogramas de crecientes para los diferentes periodos de retorno simulados. En la Figura 6-9, se presenta el hidrograma de creciente obtenido para un periodo de retorno de 100 años en el Puente El Molino

Figura 6-9. Hidrograma de Creciente para un Periodo de Retorno de 100 en la Cuenca Puente El Molino



****Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

Finalmente, en la TTabla 24 se presentan los caudales para diferentes periodos de retorno para la cuenca Puente El Molino. En el Anexo 2.1 se incluye el modelo hidrológico realizado.

Tabla 24. Caudales Máximos Instantáneos para Diferentes Periodos de Retorno

NOMBRE	ÁREA (km^2)	LONGITUD DEL CAUCE (km)	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN SELECCIONADO (min)	CN	FACTOR DE REDUCCIÓN POR LLUVIA ESPACIAL ADOPTADO	CAUDAL (m^3/s)					
						T= 2 AÑOS	T= 5 AÑOS	T= 10 AÑOS	T= 25 AÑOS	T= 50 AÑOS	T= 100 AÑOS
Cuenca	3.14	2.75	21.27	79.5	0.87	5.90	10.00	13.90	20.80	27.20	35.00

***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

6.5.12 JUSTIFICACIÓN DE FÓRMULAS EMPLEADAS

6.5.12.1 Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia

La metodología para la deducción de las curvas intensidad - duración - frecuencia, se explica con todo detalle en (Vargas M & Diaz-Granados, 1998).

6.5.12.2 Tiempo de Concentración

El tiempo de concentración utilizado para la determinación de la intensidad de lluvias promedio sobre la hoya respectiva, se calculó con base a diferentes fórmulas recomendadas en la literatura especializada, las cuales se presentan con todo detalle en el informe. Se seleccionó, desde el punto de vista de la seguridad para el método del Hietograma especificado, el tiempo de concentración proveniente del promedio de todas las fórmulas empleadas.

6.5.12.3 Modelo de computador HEC-HMS

Se utilizó para la estimación de los hidrogramas de creciente en las hoyas hidrográficas aferentes a la zona de proyecto cuyos límites topográficos pudieran ser estimados por medio de las restituciones aerofotogramétricas disponibles. Es, quizás, uno de los modelos de computador para estimación de hidrogramas de creciente en hoyas hidrográficas por su gran versatilidad. En el informe se explican con todo detalle las características más importantes de este modelo.

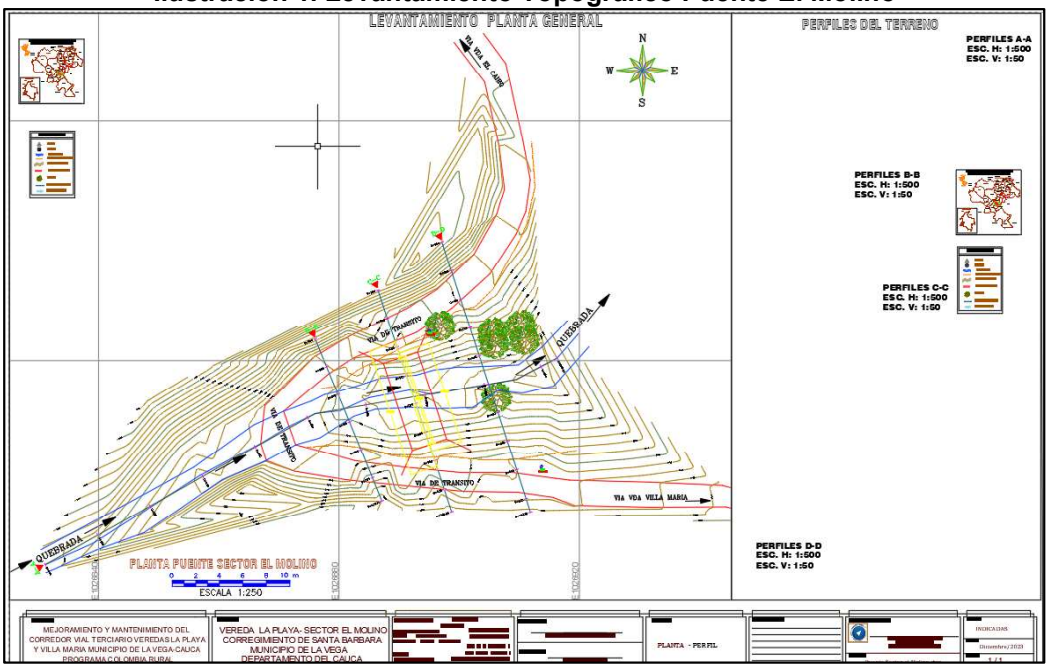
7. ESTUDIO HIDRÁULICO

7.1 INTRODUCCIÓN

La información primaria se recopiló en campo, y se refiere a las caracterizaciones hidráulicas pertinentes. Durante el transcurso de estos estudios, se ejecutaron investigaciones topográficas en la zona donde se proyecta la construcción del Puente El Molino

Para la corriente en estudio en su condición actual, se llevaron a cabo los cálculos hidráulicos mediante la utilización del modelo HEC – RAS, de acuerdo con (U.S Army Corps of Engineers, 2010), y teniendo en cuenta los levantamientos topográficos de la zona, esta información se encuentra en el Anexo 3.1

Ilustración 1. Levantamiento Topográfico Puente El Molino



***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Informe Topográfico**

En el Anexo 3.2 se presentan en archivo magnético las modelaciones de HEC – RAS del cauce estudiado.

El objetivo de este estudio es analizar el comportamiento hidráulico para la zona donde se proyecta construir el Puente El Molino

7.2 MODELO DE COMPUTADOR HEC-RAS

7.2.1 CONSIDERACIONES HIDRÁULICAS

Este modelo simula la hidráulica del flujo para canales de cualquier tipo de sección transversal bajo flujo gradualmente variado, trabajando de acuerdo con la ecuación de Bernoulli:

$$Z_1 + Y_1 + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + Y_2 + \frac{V_2^2}{2g} + h$$

Donde,

Z: Nivel del fondo del canal aguas arriba (1)y abajo (2) del tramo, denominado este como término de cabeza de posición.

Y: Lámina de agua aguas arriba (1) y abajo (2)del tramo, denominado término cabeza de presión, en m.

$\frac{V_1^2}{2g}$: Cabeza de velocidad aguas arriba (1) y abajo del tramo (2), denominando este termino cabeza de velocidad, en m.

h: perdidas de energías en el tramo, incluye pérdidas por fricción y localizadas, en m.

Las pérdidas por fricción en el tramo h_f para flujo gradualmente variado en un tramo de longitud L del canal se pueden expresar por medio de la ecuación de Manning:

$$h_f = \frac{(S_{e1} + S_{e2})}{2} L$$

En donde $S_{e1}\ y\ S_{e2}$ corresponden a los valores de la pendiente de la línea de energía aguas arriba (1) y abajo (2) del tramo. Estos valores se expresan por medio de la fórmula de Manning para flujo uniforme en cada sección del tramo:

$$S_e = \frac{n^2 v^2}{R^{\frac{4}{3}}}$$

Donde,

n: Coeficiente de rugosidad de Manning

v: Velocidad promedio del agua, en m/s.

R: Radio hidráulico, en m. Recordando que $R = \frac{Área\ Hidráulica}{Perimetro\ Mojado}$

Por otro lado, las pérdidas localizadas h_l en un punto del canal se expresan mediante la ecuación:

$$hl = K\ ABS\left(\frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g}\right)$$

Donde:

K: Coeficiente de pérdidas localizadas, adimensional.

v: Velocidad promedio aguas arriba (1) y aguas abajo (2) del punto o tramo en donde se produce la pérdida localizada, en m/s.

ABS: Representa el valor absoluto del término.

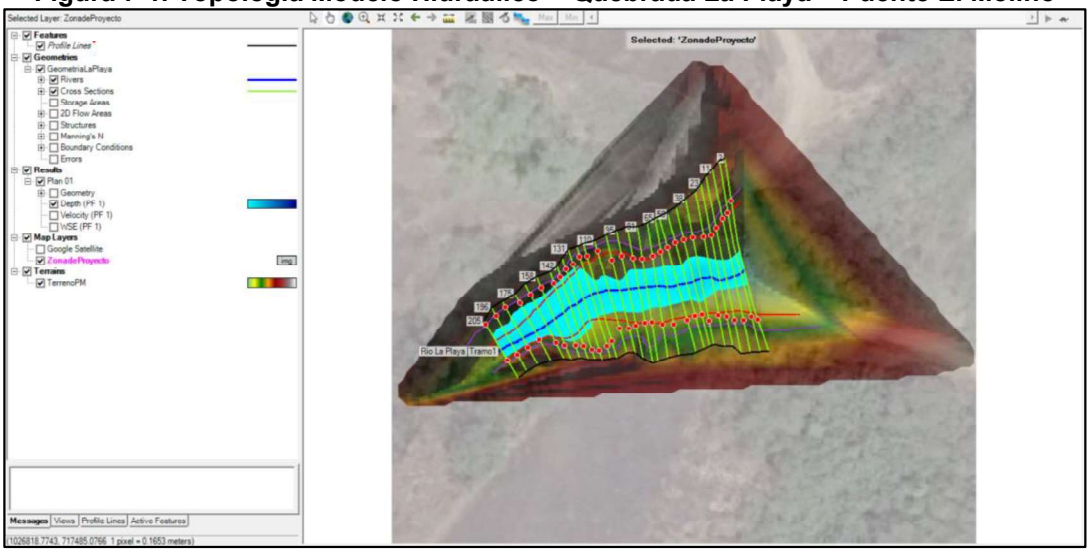
$$h_l = K * ABS\left(\frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2g}\right)$$

7.2.2 VARIABLES DE ENTRADA

- ✓ **Geometría y Topología**

El modelo hidráulico del cauce de la Quebrada La Playa a la altura del Puente El Molino se realizó por medio del módulo de RAS Mapper del software HEC-RAS, a continuación, se presenta una ilustración en planta en la que se puede observar la disposición de la topología del modelo:

Figura 7-1. Topología Modelo Hidráulico – Quebrada La Playa – Puente El Molino



***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

A continuación, se presentan fotografías del punto donde se proyecta la construcción del puente El Molino.

Fotografía 1. Ubicación Puente El Molino

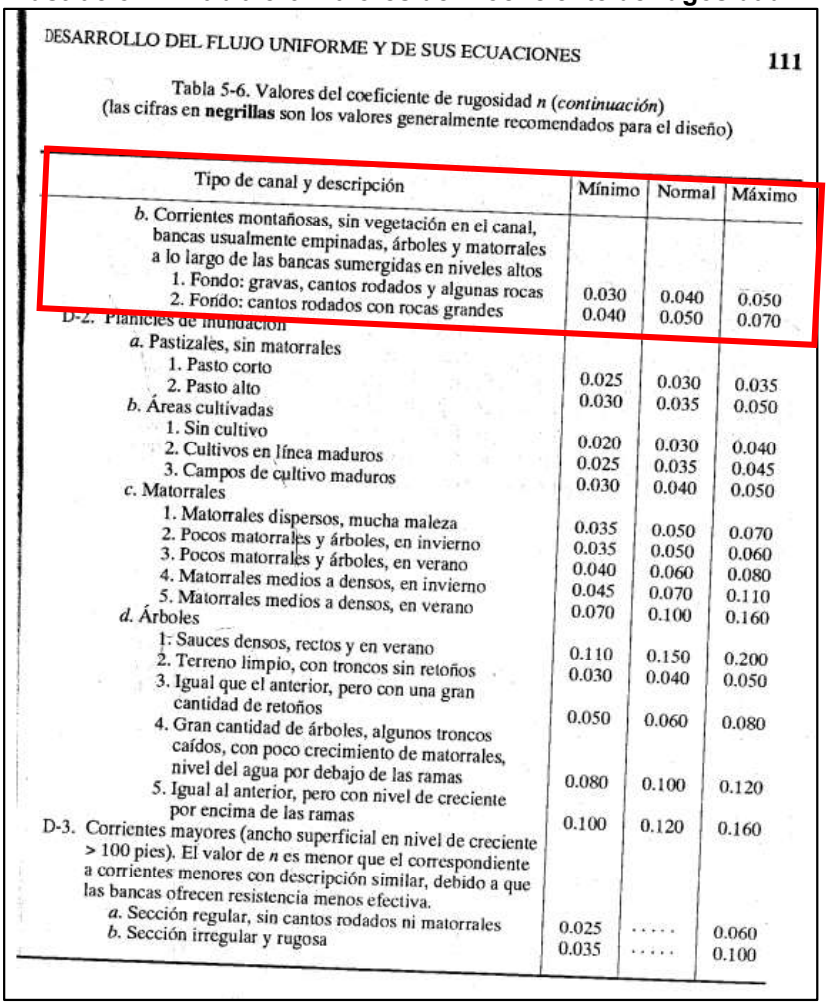


***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

- ✓ **Definición Coeficiente de Manning**

Con base a los valores de Coeficientes de rugosidad de Manning teóricos recomendados definidos en la *Tabla 5-6 Valores del Coeficiente de rugosidad n* en (V.T. Chow, Hidráulica de Canales Abiertos, 1994). Y sabiendo que la quebrada se encuentra localizada en una zona montañosa, con bancas empinadas, y presencia de arboles y matorrales, tenemos,

Ilustración 2. Tabla 5-6. Valores del Coeficiente de rugosidad n



DESARROLLO DEL FLUJO UNIFORME Y DE SUS ECUACIONES 111

Tabla 5-6. Valores del coeficiente de rugosidad *n* (*continuación*)
(las cifras en **negrillas** son los valores generalmente recomendados para el diseño)

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
b. Corrientes montañosas, sin vegetación en el canal, bancas usualmente empinadas, árboles y matorrales a lo largo de las bancas sumergidas en niveles altos			
1. Fondo: gravas, cantos rodados y algunas rocas	0.030	0.040	0.050
2. Fondo: cantos rodados con rocas grandes	0.040	0.050	0.070
D-2. Planicies de inundación			
a. Pastizales, sin matorrales			
1. Pasto corto	0.025	0.030	0.035
2. Pasto alto	0.030	0.035	0.050
b. Áreas cultivadas			
1. Sin cultivo	0.020	0.030	0.040
2. Cultivos en línea maduros	0.025	0.035	0.045
3. Campos de cultivo maduros	0.030	0.040	0.050
c. Matorrales			
1. Matorrales dispersos, mucha maleza	0.035	0.050	0.070
2. Pocos matorrales y árboles, en invierno	0.035	0.050	0.060
3. Pocos matorrales y árboles, en verano	0.040	0.060	0.080
4. Matorrales medios a densos, en invierno	0.045	0.070	0.110
5. Matorrales medios a densos, en verano	0.070	0.100	0.160
d. Árboles			
1. Sauces densos, rectos y en verano	0.110	0.150	0.200
2. Terreno limpio, con troncos sin retoños	0.030	0.040	0.050
3. Igual que el anterior, pero con una gran cantidad de retoños	0.050	0.060	0.080
4. Gran cantidad de árboles, algunos troncos caídos, con poco crecimiento de matorrales, nivel del agua por debajo de las ramas	0.080	0.100	0.120
5. Igual al anterior, pero con nivel de creciente por encima de las ramas	0.100	0.120	0.160
D-3. Corrientes mayores (ancho superficial en nivel de creciente > 100 pies). El valor de *n* es menor que el correspondiente a corrientes menores con descripción similar, debido a que las bancas ofrecen resistencia menos efectiva.			
a. Sección regular, sin cantos rodados ni matorrales	0.025	.....	0.060
b. Sección irregular y rugosa	0.035	.....	0.100

***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: V.T. Chow, Hidráulica de Canales Abiertos, 1994**

Con lo anterior, se selecciona un n de Manning para Quebrada La Playa de:

$$n = 0.050$$

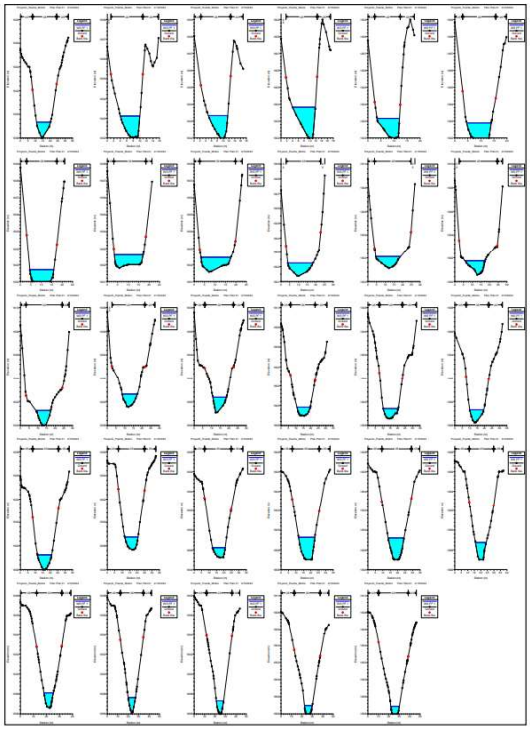
7.2.3 RESULTADOS DE LA MODELACIÓN HIDRÁULICA

A partir del modelo hidráulico realizado anteriormente se obtuvieron los resultados para la zona de proyecto. Estos resultados de la modelación incluyen los siguientes aspectos para cada sección transversal considerada:

- ✓ Abscisa de la sección transversal
- ✓ Caudal total
- ✓ Cota de fondo mínima de la sección transversal
- ✓ Nivel de la lámina de agua.
- ✓ Lámina de agua máxima en la sección transversal.
- ✓ Nivel de la profundidad crítica
- ✓ Nivel de la línea de energía
- ✓ Pendiente de la línea de energía
- ✓ Velocidad promedio del agua
- ✓ Área hidráulica
- ✓ Ancho de la superficie libre de agua de la sección transversal
- ✓ Número de Froude.

A continuación, se muestran los resultados de profundidades de lámina de agua para las secciones transversales para cada uno de los períodos de retorno mencionados anteriormente:

Figura 7-2. Resultados Modelación Hidráulica – Caño Manacal



***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

Adicionalmente se muestran los resultados para un periodo de retorno de 100 años específicamente en la estación 73 (Número de estación de acuerdo al Modelo Hidráulico) donde se proyecta el Puente El Molino

Tabla 25. Quebrada La Playa. Puente El Molino - Resultados Modelación Hidráulica Periodo de Retorno de 100 Años

ESTACIÓN	CAUDAL (m^3/s)	COTA MÍNIMA DEL CANAL (m.s.n.m.)	COTA SUPERFICIE DE AGUA (m.s.n.m.)	LÁMINA DE AGUA (m)	COTA LÍNEA DE ENERGÍA (m.s.n.m.)	PENDIENTE LÍNEA ENERGÍA (m/m)	VELOCIDAD (m/s)	ÁREA DE FLUJO (m^2)	ANCHO SUPERFICIAL (m)	NÚMERO DE FROUDE
73	35.00	1898.00	1899.34	1.34	1900.46	0.0802	4.70	7.4400	9.38	1.69

***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

8. ESTUDIO DE SOCAVACIÓN

8.1 INTRODUCCIÓN

La socavación total en una corriente de agua se divide en la socavación generalizada que sufre el fondo del cauce ante eventos de crecientes máximas extraordinarias, y la socavación localizada al pie de estructuras, como pilas o estribos de un puente, o sobre obras de defensa de la corriente misma, como espolones, muros de protección, etc.

8.2 SOCAVACIÓN GENERALIZADA

Para realizar el estudio de la socavación general se emplea el método propuesto por r Lischtvan – Lebediev, de acuerdo con (Maza Álvarez, Socavación en Cauces Naturales, 1968) y (Maza Álvarez & García Flores, Manual de Ingeniería de Ríos, 1989), el cual se basa en la obtención de la condición de equilibrio entre la velocidad media del flujo y la velocidad media máxima necesaria para no erosionar el material del fondo.

Para suelos homogéneos, conocido el material del fondo en la sección o tramo en estudio, y aceptando que las rugosidades son constantes en todo el ancho de la sección, la profundidad de la socavación se obtiene a partir de las siguientes expresiones:

- ✓ **Para suelos granulares no cohesivos**

- Si $0.00005\ m \leq D_{84} \leq 0.0028$

$$d_s = \left(\frac{\alpha d_0^{\frac{5}{3}}}{4.70 \beta D_{84}^{0.28}} \right)^{\frac{D_{84}^{0.03}}{0.322 + D_{84}^{0.03}}}$$

- Si $0.0028\, m \leq D_{84} \leq 0.182$

$$d_s = \left(\frac{\alpha d_0^{\frac{5}{3}}}{4.70 \beta D_{84}^{0.28}} \right)^{\frac{D_{84}^{0.187}}{0.191 + D_{84}^{0.187}}}$$

- Si $0.182\, m \leq D_{84} \leq 1.0$

$$d_s = \left(\frac{\alpha d_0^{\frac{5}{3}}}{4.70 \beta D_{84}^{0.28}} \right)^{\frac{D_{84}^{0.092}}{0.223 + D_{84}^{0.092}}}$$

✓ **Para suelos cohesivos**

$$d_s = \left(\frac{5780 \alpha d_0^{\frac{5}{3}}}{\beta \gamma_d^{1.18}} \right)^{\frac{\gamma_d^{0.725}}{66.28 + \gamma_d^{0.725}}}$$

Donde, para las ecuaciones anteriores tenemos:

d_s: Profundidad hasta el fondo ya socavado, en m. Se mide desde la elevación de la superficie del agua al presentarse el caudal de diseño, sobre la misma vertical de d_0, en m.

d_0: Profundidad inicial, en una línea vertical dada, entre el nivel del agua cuando se presenta el caudal de diseño, y el nivel del fondo inicial (levantando normalmente en el estiaje anterior), en m.

D_{84}: Significa el diámetro de la muestra de sedimento en que el 84 por ciento en peso es menor que ese tamaño, en m.

γ_d: Es el peso especifico seco, conocido en hidráulica fluvial como peso volumétrico seco, y es igual al peso seco de la muestra entre su volumen inicial, en kg_f/m^3

β: Coeficiente en función del periodo de retorno (T), asociado al caudal de diseño en años cuya expresión fue expuesta para T entre 15 y 1500 años. La cual está definida como:

$$\beta = 0.8416 + 0.03342 \ln(T)$$

α: Coeficiente que representa la conductancia de la sección de escurrimiento, como consecuencia de la pendiente de energía y coeficiente de rugosidad. De acuerdo a la metodología es considerada constante para toda la sección.

$$\alpha = \frac{Q_d}{\mu B_e d_m^{\frac{5}{3}}}$$

Donde,

Q_d: Caudal de diseño o caudal máximo de la creciente para la cual se desea calcular la erosión, en m³/s.

B_e: Ancho efectivo de la superficie libre del cauce, en m. Se calcula a partir del ancho real del cauce, al que se le reduce el ancho de todos los obstáculos.

d_m: Lámina de agua media o profundidad media, medida entre la superficie del agua al pasar el gasto Q_d y el perfil del fondo original, en m. Se obtiene dividiendo el área hidráulica A entre el ancho efectivo B_e.

$$d_m = \frac{A}{B_e}$$

Recordamos que, A: corresponde al área hidráulica de la sección, en m.

μ: Coeficiente que toma en cuenta las contracciones laterales del flujo que se produce en las caras de los obstáculos que están dentro de la corriente, como por ejemplo las pilas de un puente. Es función de la velocidad media del flujo y del claro entre pilas. Se evalúa a partir de la expresión propuesta por Maza, teniendo en cuenta los datos proporcionados por Lischtvan – Lebediev. No tiene unidades.

$$\mu = 1 - \frac{0.387\, V_m}{L}$$

Cuando no hay obstáculos $\mu = 1$.

En la ecuación anterior, V_m es la velocidad media del agua en la sección, en m/s. Está definida por:

$$V_m = \frac{Q_d}{A}$$

Estas ecuaciones deben aplicarse para varias líneas verticales de la sección del cruce. La profundidad en cada una de ellas es una función de la profundidad inicial d_0. Al unir todas las profundidades d_s se tiene el perfil de la sección teórica erosionada.

De acuerdo al estudio de suelos que se presenta en el Anexo 4.1, nos encontramos ante un suelo no cohesivo específicamente estratos granulares tipo arenas y gravas limosa o arcillosas de origen aluvial y suelos residuales de esquistos de color negro y rocas esquistosas con presencia de cuarzos. Se realiza el calculo de la socavación generalizada con un $D_{84} = 3/4"$, acorde a las recomendaciones dadas por la especialidad de geotecnia.

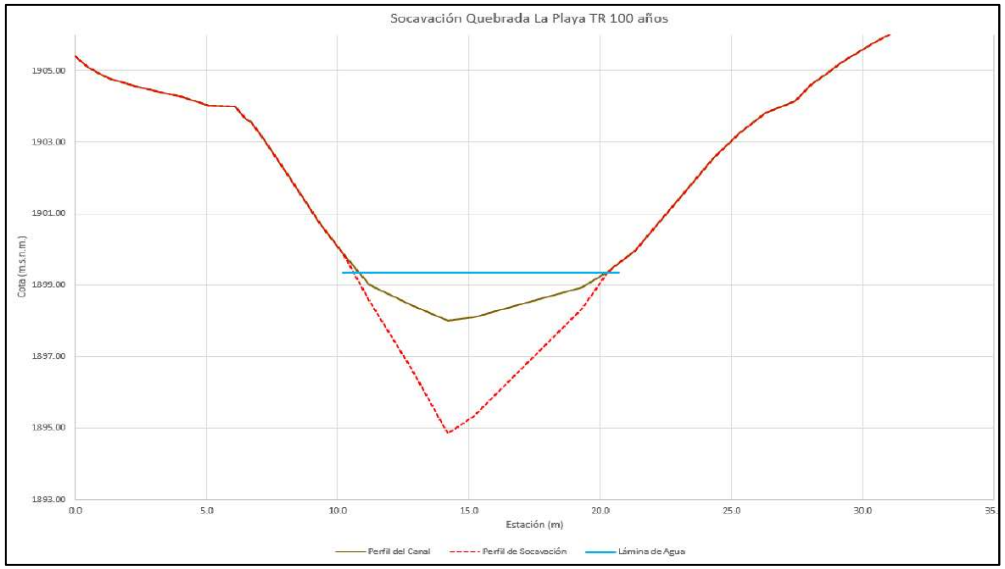
Con los anteriores datos y tomando la ecuación para suelos no cohesivos se procede a calcular la socavación generalizada para la Quebrada La Playa. Los resultados se presentan en la Tabla 26 y se dibuja el perfil de socavación que se presenta en el Figura 8-1. Perfil de Socavación Generalizada Suelos No Cohesivos – Puente El Molino

Tabla 26. Cálculo de la Socavación Generalizada Suelos No Cohesivos – Puente El Molino

No. ESTACIÓN	NOMBRE	ANCHO SUPERFICIAL (m)	LÁMINA DE AGUA d_0 (m)	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL (m^2)	CAUDAL Diseño (m^3/s)	PERIODO DE RETORNO (años)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	ANCHO EFECTIVO DEL CAUCE Be (km)	LAMINA DE AGUA MEDIA dm (m)	D_{84} (m)	β	CLARO ENTRE OBSTACULOS L (m)	μ	α	SOCAVACIÓN TEÓRICA ds (m)	SOCAVACIÓN TEÓRICA ds (m)	SOCAVACIÓN ADOPTADA ds (m)	SOCAVACIÓN MÁXIMA GENERALIZADA ds (m)
16	Quebrada La Playa	9.38	0.34	7.44	35.00	100	4.70	9.38	0.79	0.01905	0.9947	9.38	0.81	6.81	0.78933	0.79	0.80	0.46
17	Quebrada La Playa	9.38	0.90	7.44	35.00	100	4.70	9.38	0.79	0.01905	0.9947	9.38	0.81	6.81	2.69546	2.70	2.70	1.80
18	Quebrada La Playa	9.38	1.34	7.44	35.00	100	4.70	9.38	0.79	0.01905	0.9947	9.38	0.81	6.81	4.45372	4.45	4.50	3.16
19	Quebrada La Playa	9.38	1.24	7.44	35.00	100	4.70	9.38	0.79	0.01905	0.9947	9.38	0.81	6.81	4.03856	4.04	4.00	2.76
20	Quebrada La Playa	9.38	0.41	7.44	35.00	100	4.70	9.38	0.79	0.01905	0.9947	9.38	0.81	6.81	0.99963	1.00	1.00	0.59

***Elaboró: 19-46 S.A.S.**
***Fuente: Elaboración Propia**

Figura 8-1. Perfil de Socavación Generalizada Suelos No Cohesivos – Puente El Molino



***Elaboró: AQUADATOS S.A.S.**
***Fuente: AQUADATOS S.A.S.**

9. CONCLUSIONES

A continuación, se presentan las conclusiones del informe de estudio hidrológico, hidráulico y socavación de crecientes en la zona de proyecto específicamente en el punto donde se proyecta la construcción del Puente El Molino en la vereda La Playa en el Corregimiento de Santa Barbara en el municipio de La Vega del departamento del Cauca.

- ✓ El punto de descarga objeto de estudio como se ha mencionado anteriormente, se encuentre ubicada en las coordenadas N 2°02’27.8’’, W 76°50’08’2’’ en la Vereda La Playa del Municipio La Vega, Cauca. La cuenca contempla un área de drenaje igual 3.14km².

- ✓ Para la cuenca hidrográfica, los caudales máximos instantáneos teóricos de escorrentía superficial producidos por sus respectivas áreas de drenaje se han calculado con base al Método del hidrograma unitario sintético del Soil Conservation Service del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, a los cuales se les especifico el hietograma de lluvia efectiva de diseño.

- ✓ Con base a la información secundaria recopilada del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambiental, IDEAM. Se identifican las estaciones activas aferentes a la zona de proyecto y se identifican las estaciones medidoras de precipitación que tienen influencia en la cuenca hidrográfica de estudio.

- ✓ Al realizar el trazado de los polígonos de Thiessen se observa que la cuenca hidrográfica se encuentra influenciada únicamente por la estación La Vega, la cual entró en funcionamiento en el año 1971 y conserva un registro de datos de más de 40 años.

- ✓ Para la definición de lluvia de diseño para la cuenca, se empleó un análisis de distribución espacial de la lluvia empleando polígonos de Thiessen y el factor de reducción de lluvia, tal y como fue descrito en el numeral 6.5.6

- ✓ Para la definición del tiempo de concentración en la cuenca hidrográfica se empleó la media de los tiempos de concentración teóricos calculados con las fórmulas teóricas presentadas..

NOMBRE	ÁREA CUENCA (km²)	TC SELEC (minutos)	T Lag (minutos)
Cuenca	3.14	21.27	12.76

- ✓ El curva número CN se definió a partir del análisis de coberturas de suelo presente en la zona y en la cuenca hidrográfica para ello se implementa la metodología Corine Land Cover Colombia (CLC), descrita en el numeral 6.5.7 Con el análisis mencionado, se determinó el curva número y la abstracción inicial de la cuenca.

CUENCA	CN PONDERADO	ABSTRACIÓN INICIAL (mm)
Cuenca	79.50	13.10

- ✓ Mediante la aplicación del modelo de computador HEC-HMS, y con las características de la lluvia total espacial, de la curva CN, el área de drenaje y del tiempo de rezago para la cuenca hidrográfica analizada, se calcularon las crecientes de diseño aferentes a la corriente producida por la cuenca, para periodos de retorno de 2, 5, 10, 15, 25, 50 y 100 años. Encontrando como resultado los siguientes caudales:

NOMBRE	ÁREA (km^2)	LONGITUD DEL CAUCE (km)	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN SELECCIONADO (min)	CN	FACTOR DE REDUCCIÓN POR LLUVIA ESPACIAL ADOPTADO	CAUDAL (m^3/s)					
						T= 2 AÑOS	T= 5 AÑOS	T= 10 AÑOS	T= 25 AÑOS	T= 50 AÑOS	T= 100 AÑOS
Cuenca	3.14	2.75	21.27	79.5	0.87	5.90	10.00	13.90	20.80	27.20	35.00

- ✓ Con la aplicación del modelo computacional HEC-RAS se llevaron a cabo los cálculos hidráulicos para la corriente de la Quebrada La Playa, teniendo en cuenta los levantamientos topográficos recibidos por está consultoría. Se ha definido un coeficiente de rugosidad de Manning igual a 0.05 para el cuerpo de agua en análisis.

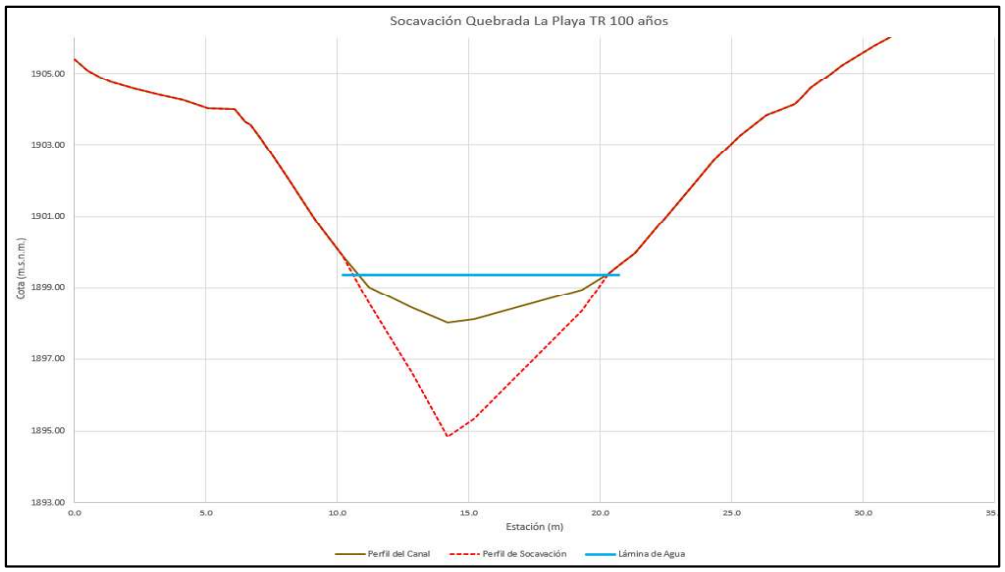
- ✓ En la siguiente tabla se presentan los resultados de la modelación hidráulica para un periodo de retorno de 100 años para la sección donde se proyecta El Puente El Molino

ESTACIÓN	CAUDAL (m^3/s)	COTA MÍNIMA DEL CANAL (m.s.n.m.)	COTA SUPERFICIE DE AGUA (m.s.n.m.)	LÁMINA DE AGUA (m)	COTA LÍNEA DE ENERGÍA (m.s.n.m.)	PENDIENTE LÍNEA ENERGÍA (m/m)	VELOCIDAD (m/s)	ÁREA DE FLUJO (m^2)	ANCHO SUPERFICIAL (m)	NÚMERO DE FROUDE
73	35.00	1898.00	1899.34	1.34	1900.46	0.0802	4.70	7.4400	9.38	1.69

- ✓ Para el cálculo de la socavación generalizada para suelos no cohesivos, se empleó el tamaño de paticula $D_{84} = 3/4"$, conforme a lo indicado por la especialidad de geotecnia.

- ✓ De acuerdo con el perfil de socavación calculado, se puede apreciar que, para un periodo de retorno de 100 años, se presenta valores de socavación altos en el fondo

del cauce, sin embargo, la lámina de agua no llega a afectar la estructura de cimentación del Puente, la cual está localizada en cota 1903 msnm.



10. RECOMENDACIONES

10.1 GÁLIBO

El Manual de Drenaje para carreteras del Instituto Nacional de Vías se ha elaborado fundamentalmente como una guía para uso en los análisis hidrológicos e hidráulicos relacionados con la red vial nacional y ha sido redactado para uso por parte de los profesionales vinculados con el diseño, la construcción y el mantenimiento de la infraestructura del drenaje vial. El documento brinda un conocimiento básico de la hidrología y la hidráulica vial y se encuentra ilustrado con numerosos ejemplos.

En el capítulo 4 Drenaje Superficial, en el numeral 4.5 Puentes, 4.5.4 Estimación de los niveles de agua, 4.5.4.3 Gálibo, el manual menciona que el gálibo es la menor distancia entre la lámina de agua correspondiente al caudal de diseño y el canto inferior de las vigas del puente. El Manual de diseño geométrico del INVIAS (Referencia 4.12) señala en su sección 7.1.1. “Gálibo”, los siguientes valores:

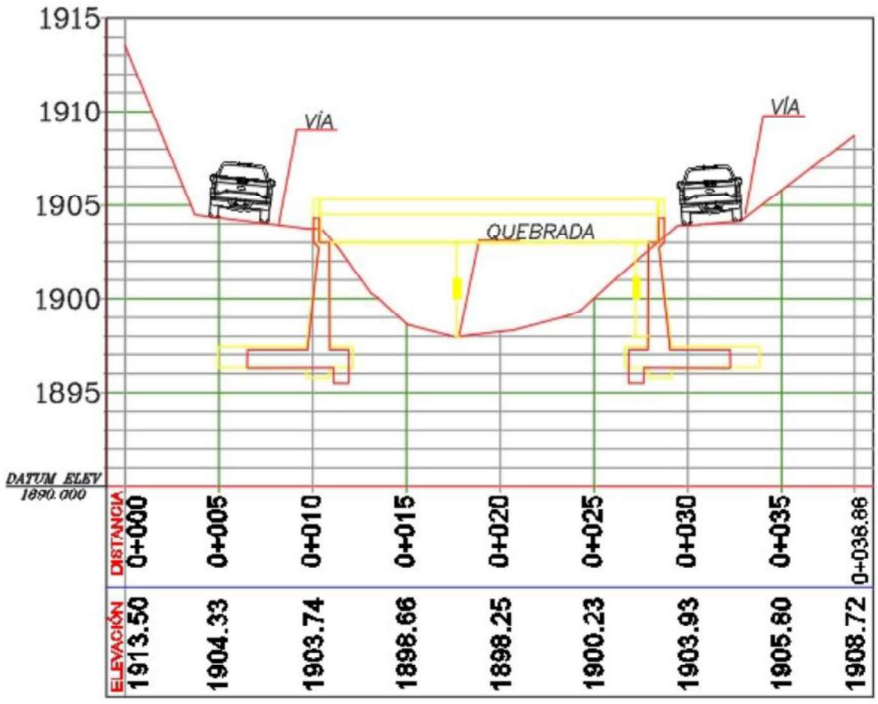
− Sobre corrientes de agua relativamente limpias en toda época: mínimo dos metros (2.00 m) por encima del Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias (N.A.M.E.).

− Sobre corrientes de agua que en algunos períodos transportan desechos, troncos y otros objetos voluminosos: mínimo dos metros con cincuenta centímetros (2.50 m) por encima del N.A.M.E.

− Sobre cursos hídricos navegables. Dependerá del calado máximo de navegación, por lo que el valor debe ser definido por el Ministerio de Transporte.

Si se categoriza a la quebrada La Playa como una corriente de agua que en algunos períodos transporta desechos, troncos y otros objetos, considerando un escenario que se encuentra del lado de la seguridad, según el Manual de Drenaje para carreteras del INVIAS, el gálibo mínimo es de dos metros con cincuenta centímetros (2.50 m) por encima del Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias correspondiente a la cota de lámina de agua para un período de retorno de 100 años la cual tiene un valor de 1899.34 m.s.n.m.

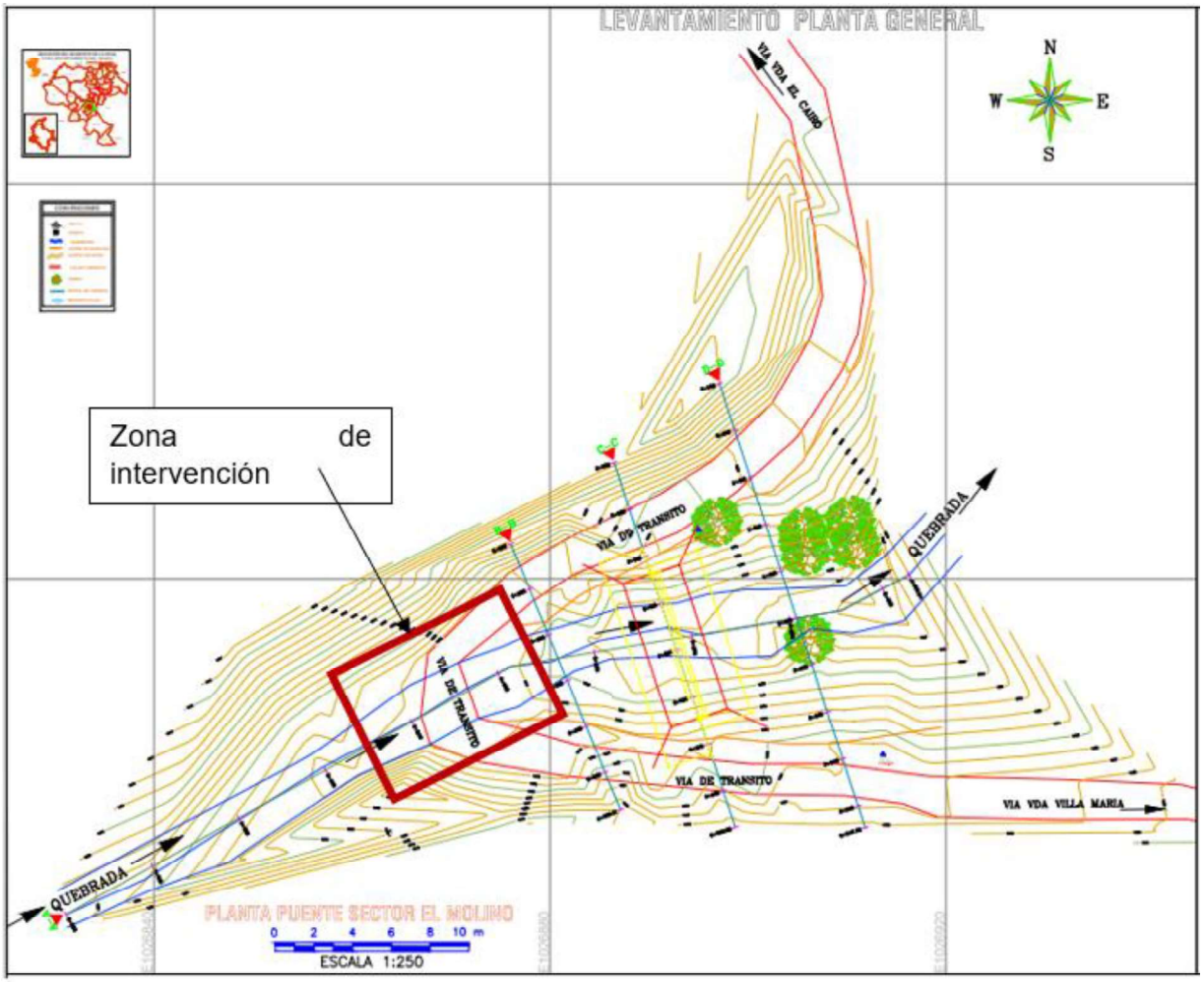
A continuación, se presenta la disposición del puente proyectado en la sección transversal de la quebrada de acuerdo con la información recibida:



De acuerdo con la configuración anterior, se obtiene que el puente proyectado tendrá una cota de canto inferior de vigas de 1903.00 m.s.n.m. Si se compara esta cota con la cota del Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias correspondiente a la cota de lámina de agua para un período de retorno de 100 años la cual tiene un valor de 1899.34 m.s.n.m. se puede concluir que la configuración propuesta cumple con el gálibo mínimo recomendado por la normativa nacional.

10.2 EXCAVACIÓN VÍA EXISTENTE

Para garantizar una transición fluida y eficiente en la sección hidráulica de la quebrada La Playa, se sugiere realizar excavaciones en la intersección del cauce con la vía existente que va a ser reemplazada por la estructura proyectada, de manera que se modifique la sección del cauce en este punto, buscando dar una pendiente continua y aumentando el área transversal del río para de esta forma garantizar la continuidad de la sección del cauce y permitir así un comportamiento adecuado en el flujo de agua. A continuación, se presenta de manera gráfica la zona en la que se requiere el encauzamiento del cuerpo de agua:



10.3 PROTECCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA

La quebrada La Playa es un cuerpo de agua que se encuentra en una zona de diferencias topográficas considerables, por lo cual, su pendiente es alta y la velocidad del flujo tiene valores considerablemente elevados en comparación con cauces situados en zonas planas. Estos cuerpos de agua con altas pendientes pueden transportar desechos, troncos y otros objetos voluminosos. La energía cinética generada por la pendiente pronunciada del río puede

ser lo suficientemente fuerte como para mover objetos grandes y pesados a lo largo de su curso. Estos objetos pueden ser arrastrados por corrientes de agua intensas durante eventos climáticos extremos y pueden representar riesgos para la infraestructura cercana. A raíz de estas características del cuerpo de agua en estudio, se recomienda incorporar protecciones a la infraestructura proyectada con el fin de realizar una gestión adecuada de estos objetos y de esta forma garantizar la seguridad de la infraestructura, la salud del ecosistema fluvial y de las comunidades que transitan cerca al río.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ Breinl, K., Lun, D., Müller-Thomy, H., & Blöschl, G. (2021). Understanding the relationship between rainfall and flood probabilities through combined intensity duration frequency analysis. Journal of Hydrology 602.
- ✓ Chow, V. T. (1984). Handbook of Applied Hydrology. McGraw Hill Book Company.
- ✓ Chow, V. T., Maidment, D., & Mays, L. (1988). Applied Hydrology. (C. E. Series, Ed.) New York, USA: McGraw-Hill International Editions.
- ✓ Codensa, E. (02 de 2022). https://www.enel.com.co/es/prensa/banco-de-imagenes/plantasde-generacion.html.Obtenido de https://www.enel.com.co/es/prensa/banco-deimagenes/plantas-de-generacion.html
- ✓ Dahmen, E. R., & Hall, M. J. (s.f.). Screening of hydrological data: Tests for stationarity and . 1990: Wageningen: International Institute for land reclamation and.
- ✓ Enel Codensa. (2011). Manejo de Embalses en la Segunda Temporada de lluvias 2011. Manejo de Embalses en la Segunda Temporada de lluvias 2011. Bogotá, Colombia.
- ✓ Escobar, J. L., Gaviria, A., & Molina , A. (1987). Evaluación y aplicación de la teoría del Hidrograma Unitario Geomorfoclimático a la cuenca de la quebrada Piedras Blancas. (A. J. Delgado, Ed.)
- ✓ Guajardo-Panes, R., Granados-Ramírez, G., & Sánchez-Cohen, I. (2017). Validación espacial de datos climatológicos y pruebas de homogeneidad: caso Veracruz, México. Tecnología y Ciencias del Agua, 157-177.
- ✓ Huff, F. A. (1967). Time Distribution of Rainfall in Heavy Storms. IWSC 1973.
- ✓ Huff, F. A. (1990). Time Distributions of Heavy Rainstorms in Illinois. ILLINOIS STATE WATER SURVEY, ISWS/CIR-173/90.
- ✓ Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (s.f.). Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Perú.
- ✓ Monsalve Sáenz, G. (1995). Hidrología en la Ingeniería. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- ✓ Ortiz Vera, O. (2004). EVALUACION HIDROLÓGICA. HIDRORED, 2-7.
- ✓ Pizarro, H., Wilches, S., & Alzate , C. (2014). Estudio de precipitaciones máximas en el Valle de Aburrá. Medellín: Empresas Públicas de Medellín, E.S.P.
- ✓ Ponce, V. M. (1989). Engineering Hydrology, Principles and Practices. New Jersey, USA: Prentice Hall.
- ✓ Remeneiras, G. (1974). Tratado de Hidrología Aplicada. Barcelona, España: Editores Técnicos Asociados S.A.
- ✓ Vargas M, R., & Diaz-Granados, M. (1998). Curvas Sintéticas Regionalizadas de IntensidadDuración-Frecuencia para Colombia. Bogotá: Universidad de Los Andes.
- ✓ Viglione , A., & Blöschl, G. (2008). On the role of storm duration in the mapping of rainfall to flood return periods. Hydrology and Earth System Sciences, 3420-3447.
- ✓ Wijngaard, J., Klein Tank, A., & Konnen, G. (s.f.). Homogeneity of the 20th century european daily temperature. 679–692. International Journal of Climatology

12. ANEXOS

ANEXO 1. INFORMACIÓN RECOPILADA

1.1 IDEAM

- 1.1.1 Estaciones Meteorológicas Consultadas IDEAM
- 1.1.2 Estaciones Meteorológicas – La Vega

1.2 IGAC

- 1.2.1 Carto25000_387IB_AC_

ANEXO 2. HIDROLOGÍA

2.1 Modelo HEC-HMS
2.2 Memorias de Cálculo

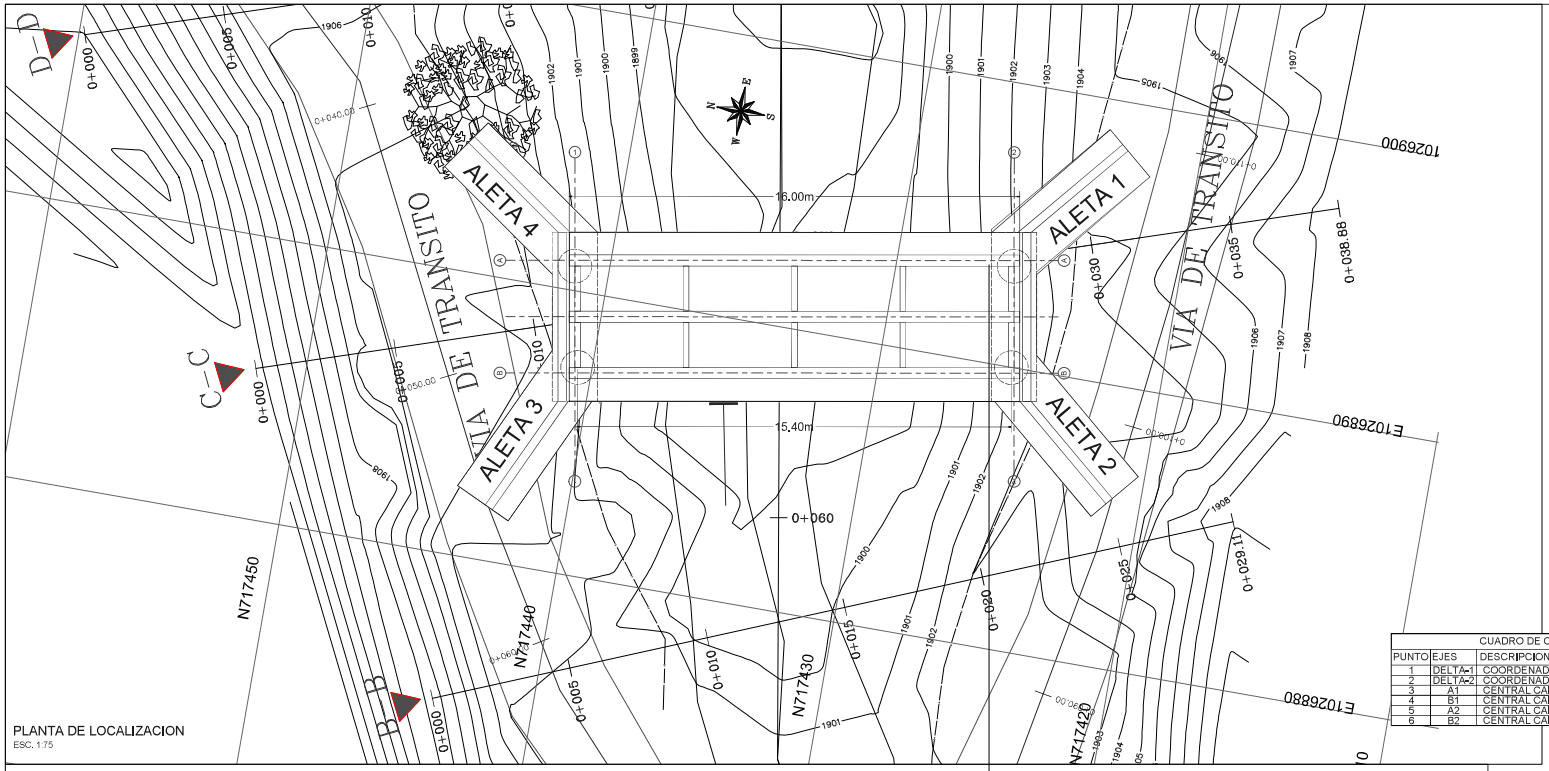
- 2.2.1 Estaciones Pluviométricas
- 2.2.2 Caja y Bigotes (Box Plot) – Pmax
- 2.2.3 Curvas IDF
- 2.2.4 Curvas de Masas
- 2.2.5 Incrementos de Precipitación
- 2.2.6 Hietogramas Puntuales
- 2.2.7 Calculo Morfometría Cuencas
- 2.2.8 Características y Tiempo de Concentración
- 2.2.9 Factor de Reducción
- 2.2.10 Hietogramas Espaciales
- 2.2.11 Tabla Características Cuencas
- 2.2.12 Factores CN
- 2.2.13 Caudales Máximos HEC-HMS

ANEXO 3. HIDRÁULICA

3.1 Topografía
3.2 Modelo HEC-RAS
3.3 Resultados Modelación Hidráulica

ANEXO 4. SOCAVACIÓN

4.1 ESTUDIO DE SUELOS PUENTE VILLA MARIA
4.2 Calculo Socavación



CUADRO DE COORDENADAS				
PUNTO	EJES	DESCRIPCION	NORTE	ESTE
1	DELTA-1	COORDENADAS	717445,000	1026894,998
2	DELTA-2	COORDENADAS	717422,206	1026913,648
3	A1	CENTRAL CAISSON	717441,228	1026892,037
4	B1	CENTRAL CAISSON	717440,508	1026888,508
5	A2	CENTRAL CAISSON	717425,870	1026894,728
6	B2	CENTRAL CAISSON	717425,339	1026891,167

ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

- CONCRETO: f'c=28 MPa (TABLERO Y VIGAS)
- CONCRETO: f'c=24 MPa (ESTRIBOS)
- CONCRETO PARA CICLOPEO f'c=21 MPa
- ACERO DE REFUERZO: fy =420 MPa
- TORNILLOS Y PERNOS A325(50) (SAE -G5) fy =350 MPa
- LAMINAS, PERFILES TUBULARES Y ANGULOS NTC 4005 (GRADO 50) fy =350 MPa
- SOLDADURA E-60XX-E-70XX
- RECUBRIMIENTOS MINIMO DE 5 cm EXCEPTO CARAS EN CONTACTO CON EL TERRENO, DONDE EL RECUBRIMIENTO MINIMO SERIA DE 7,5 cm
- SOLADO DE LIMPIEZA e= 0,05 m f'c 12,5 Mpa
- EN CASO DE ENCONTRAR CONDICIONES DE SUELO DIFERENTE A LAS PREVISTAS EN EL PRESENTE DISEÑO SE DEBE CONSULTAR A LOS PROFESIONALES CORRESPONDIENTES

PARÁMETROS DE DISEÑO

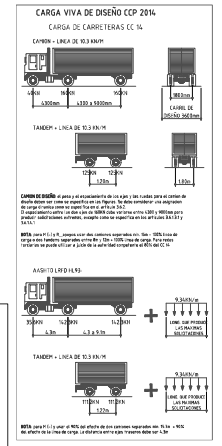
- ESTUDIO DE SUELO: ING. MARÍA LIGIA YARCE GEOTOP

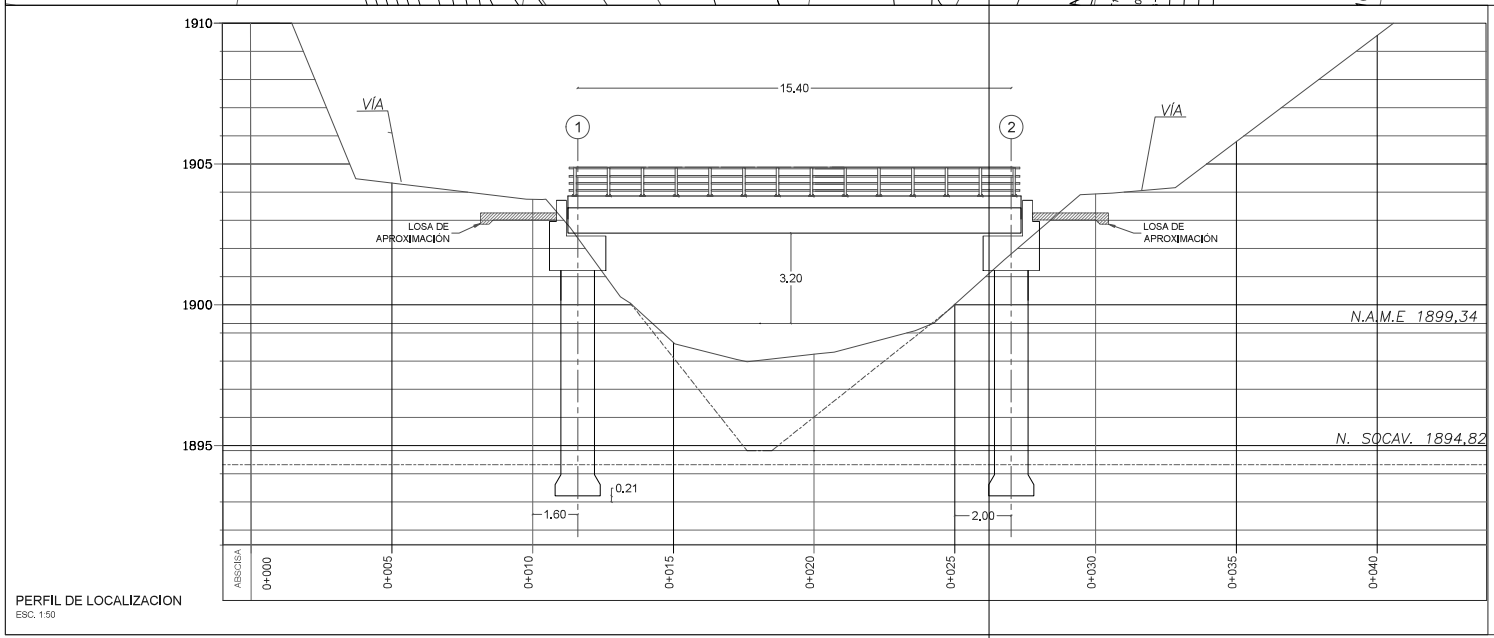
SUELO

- ESFUERZO ADMISIBLE SUELO: 0,31 MPa
- LA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE 2,0 m
- PERFIL DEL SUELO = TIPO D
- Ka =0,48
- Kp =6,00
- PROFUNDIDAD DE DESPLANTE -2,0 m
- γ SUELO DE RELLENO= 1,8 kN/m3
- ϕ SUELO DE RELLENO= 32°
- ϕ SUELO DE FUNDACIÓN= 36°

SISMO

- PERFIL DEL SUELO = TIPO D
- PGA = 0,25
- Fpga = 1,3
- Fa = 1,40
- Ss = 0,50





NOTAS:

1. TODAS LAS MEDIDAS Y NIVELES ESTAN DADAS EN METROS, EXCEPTO DONDE SE INDIQUE UNA UNIDAD DIFERENTE.
2. EL CONTRATISTA DEBERA GARANTIZAR LA ESTABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS Y REDES DE SERVICIOS EXISTENTES.
3. EL CONTRATISTA DE LA CONSTRUCCION DEBERA VERIFICAR TODAS LAS DIMENSIONES, NIVELES Y CANTIDADES DEL PROYECTO.
4. LA COTA INFERIOR DE CIMENTACIÓN DE LAS ZAPATAS DEBERAN SER CONFIRMADA EN CAMPO POR EL INGENIERO DE SUELOS.
5. CUALQUIER MODIFICACION REALIZADA EN OBRA DEBERA SER INFORMADA AL INTERVENTOR PARA SU RESPECTIVA REVISION Y APROBACION.
6. EL EJE ESTRUCTURAL DEL PUENTE DEBERA SER REPLANTEADO CON BASE EN LOS PLANOS DE DISEÑO VIAL EN CASO DE EXISTIR UN DISEÑO GEOMETRICO DE LA VIA.
7. LA UBICACION FINAL DE LOS MUROS DE ACOMPAÑAMIENTO LA PODRA VARIAR EN OBRA EL CONSTRUCTOR, QUIEN DEBERA INFORMAR AL INGENIERO CALCULISTA PARA SU DISEÑO
8. LOS NIVELES FINALES DE RASANTE DEBERÁN SER DEFINIDOS POR EL INGENIERO ENCARGADO DEL DISEÑO GEOMETRICO DE LA VIA.
9. LA ESTABILIDAD DE LA OBRA DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCION SERA RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA DE LA CONSTRUCCION. LOS PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION SERAN PROPUESTOS POR EL CONTRATISTA Y APROBADOS POR LA INTERVENTORIA.

MATERIALES:

1. CONCRETO REFORZADO:(DISEÑO POR CARGA ULTIMA)
   CONCRETO: f'c=280 kg/cm² PARA VIGA, Y TABLERO.
   CONCRETO: f'c=240 kg/cm² PARA CAISSONS Y CABEZAL.
   RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS.
   REFUERZO fy=4200 kg/cm² QUE CUMPLA LA NORMA ICONTEC NT-2289 (ASTM A706)
   - RELACIÓN A/C > 0.46 PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES QUE NO ESTEN SOMETIDOS A LA INTEMPERIE COMO PILOTES, ENCEPADOS Y ESTRIBOS.
   - RELACIÓN A/C < 0.45 PARA DEMAS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PUENTE.
2. APOYOS: LAMINAS ASTM A36, Fy=2500 kg/cm² Y NEOPRENO A 60.

NORMAS DE DISEÑO:

- CODIGO COLOMBIANO DE DISEÑO SISMICO DE PUENTES VERSION 2014.
- AMERICAN WELDING SOCIETY (AWS) VERSION 2004 D1.5
- AMERICANRAIWAY ENGINEERING MAINT ENALE OF WAY ASSOCIATION (AREMA) VERSION 2001.
- MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS (INVIAS).
- CARGA VIVA DE DISEÑO CAMIÓN CC-14

DISEÑO

Nombre: FELIX A. CAJAS M.
M.P. 19202 - 16840
ING CIVIL
Magister Scientiae Estructuras
UNIVERSIDAD NACIONAL COLOMBIA

PROYECTO

CONSTRUCCIÓN DE PUENTE VEHICULAR
VILLA MARÍA
MUNICIPIO DE LA VEGA
DEPARTAMENTO DEL CAUCA

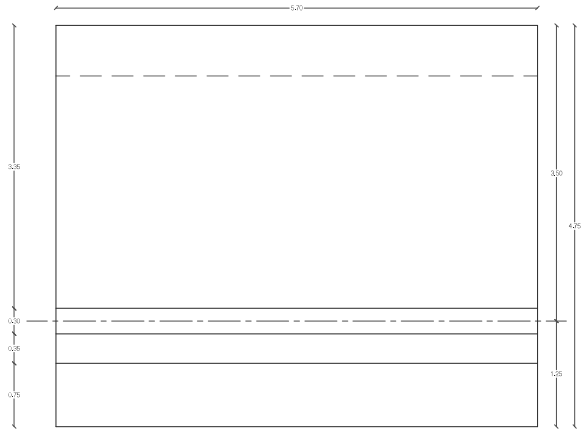
PROPIETARIO

CONTIENE

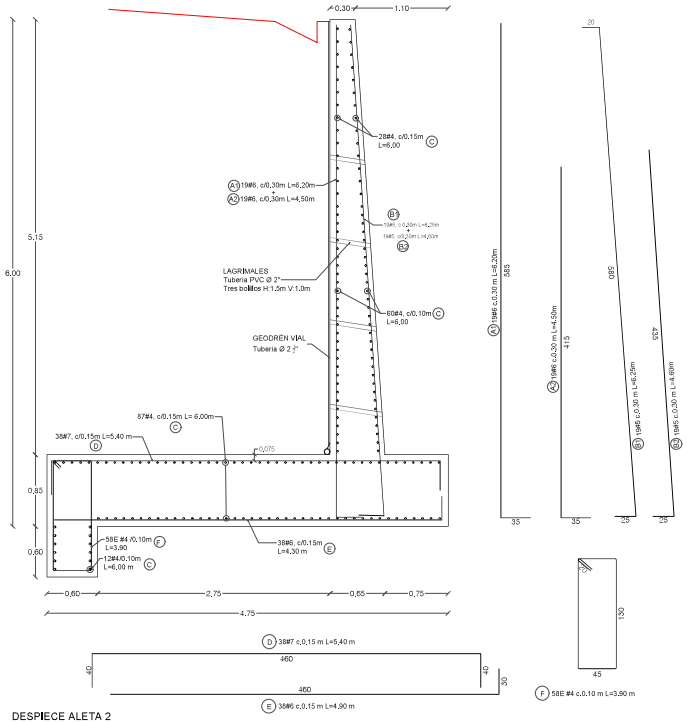
- PLANTA DE LOCALIZACIÓN DEL PUENTE
- PERFIL DE LOCALIZACIÓN DEL PUENTE
- NOTAS GENERALES

DIGITALIZO

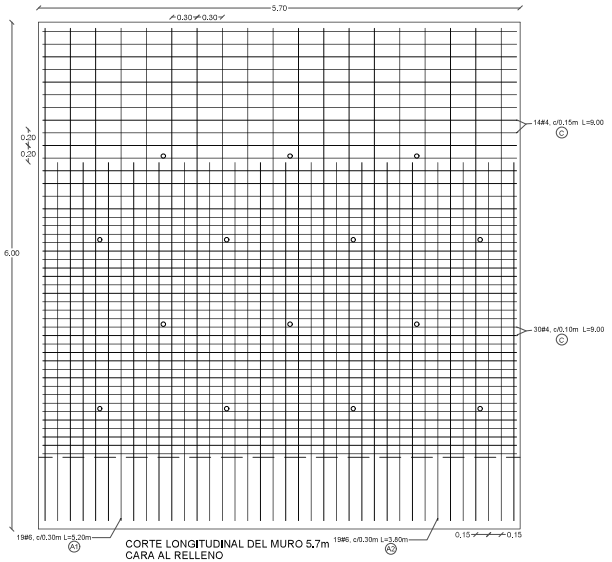
ESCALA	FECHA	PLANO No.
INDICADAS	ABRIL DE 2024	E1/E8



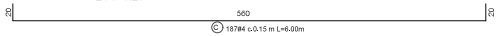
PLANTA ALETA 2
ESC. 1:25

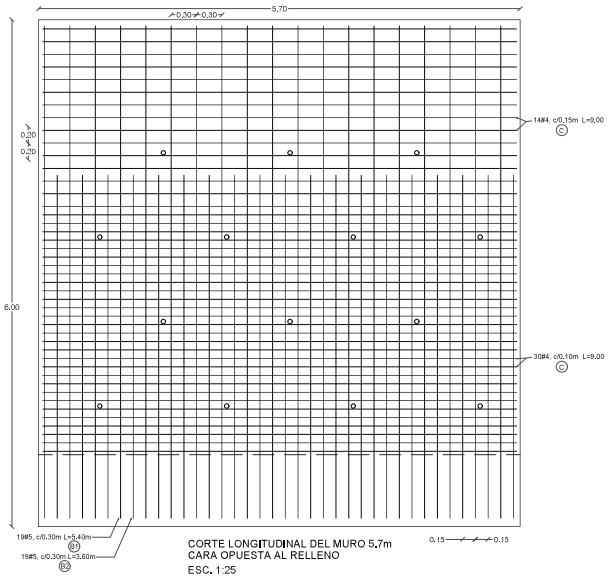


DESPIECE ALETA 2
ESC. 1:25



ESC. 1:25





ESC. 1:25

LISTA DE ACEROS ALETA 1							
TIPO	Ø	ESPAC.	CANT.	L.UNID	L. TOTAL	PESO kg.	FORMA
A1	#6	0.30	19	6.20	117.80	263.87	5.85 / 35
A2	#6	0.30	19	4.50	85.50	191.52	4.15 / 35
B1	#5	0.30	19	6.25	118.75	184.06	30 / 5.80 / 30
B2	#5	0.30	19	4.60	87.40	135.47	30 / 4.35
C	#4	0.15	187	6.00	1122.00	1115.27	20 / 5.80 / 20
D	#7	0.15	38	5.40	205.20	623.81	40 / 4.80 / 40
E	#6	0.15	38	4.90	186.20	417.09	4.80 / 30
F	#4	0.10	58	3.90	226.20	224.84	45° / 20 / 1.30
TOTAL PESO [KG]						3155.93	
VOLUMEN DE CONCRETO [m3]						38.99	
CUANTIA [KG/m3]						80.94	

DISEÑO:

Nombre: FELIX A. CAJAS M.
M.P. 19202 - 16840
ING CIVIL
Magister Scientiae Estructuras
UNIVERSIDAD NACIONAL COLOMBIA

PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN DE PUENTE VEHICULAR
VILLA MARIA
MUNICIPIO DE LA VEGA
DEPARTAMENTO DEL CAUCA

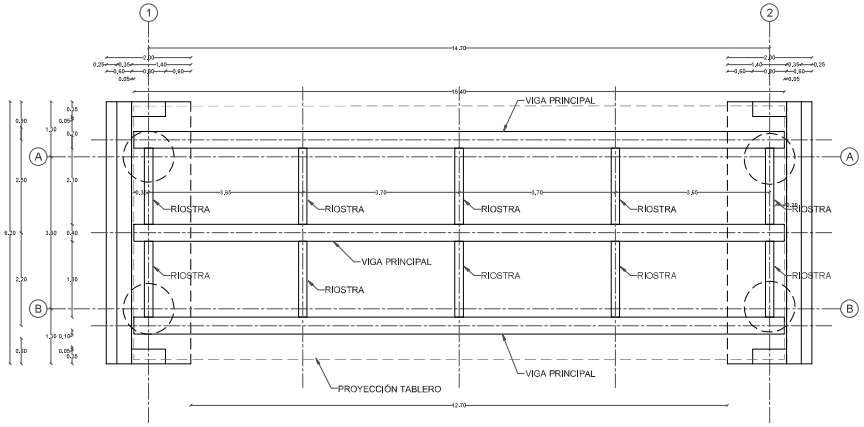
PROPIETARIO:

CONTIENE:

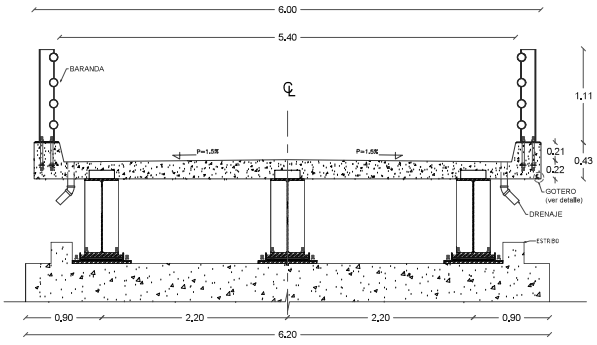
GEOMETRÍA ALETA 6m
DESPIECES ALETA 6m

DIGITALIZÓ:

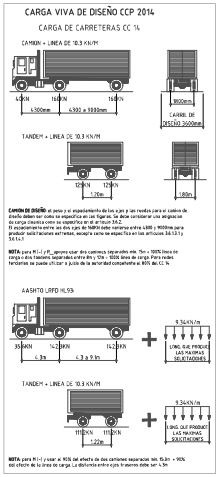
ESCALA	FECHA	PLANO No.
INDICADAS	ABRIL DE 2024	E8/E8

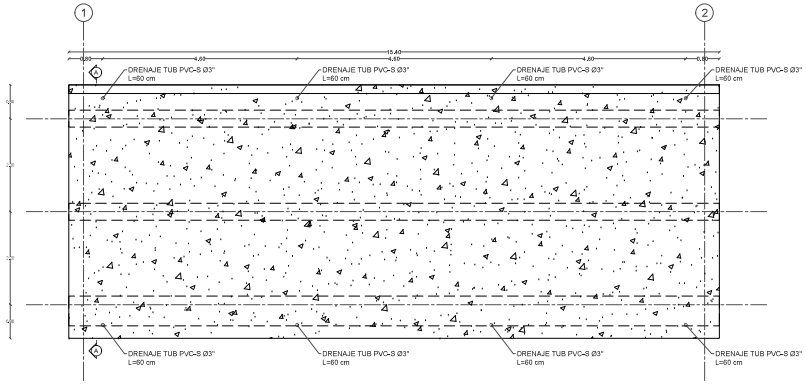


PLANTA GEOMETRÍA PUENTE
ESC. 1:50



CORTE A-A
ESC. 1:25





PLANTA TABLERO
ESC. 1:50

LONGITUDES DE TRASLAPO RECOMENDADAS PARA MUROS Y COLUMNAS — f_y = 420 MPa

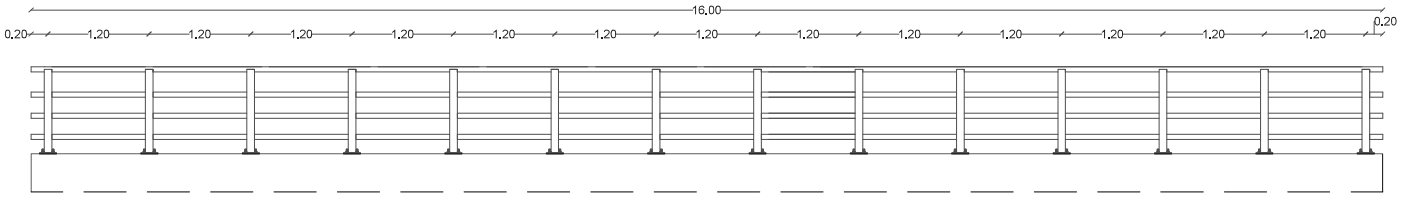
BARRA		fc 21 MPa	fc 24 MPa	fc 28 MPa
BARRA	Ø	mm	mm	mm
# 2	1/4"	460	460	408
# 3	3/8"	690	690	608
# 4	1/2"	890	890	784
# 5	5/8"	1100	1008	956
# 6	3/4"	1300	1308	1160
# 7	7/8"	1550	1450	1350
# 8	1"	1750	1608	1530

BARRAS DE REFUERZO PRINCIPAL
DIMENSIONES PARA EL DOBLAMIENTO DE GANCHOS ESTANDAR

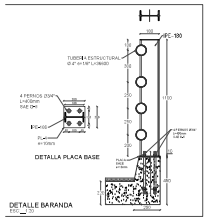
DESIGNACIÓN DE LA BARRA	Ø	DIMENSIONES EN mm			
		r	d	c	TOTAL
# 2	1/4"	50	90	190	155
# 3	3/8"	58	90	190	155
# 4	1/2"	100	90	190	200
# 5	5/8"	100	90	190	200
# 6	3/4"	100	90	220	300
# 7	7/8"	108	108	260	305
# 8	1"	100	108	380	400

BARRAS DE REFUERZO TRANSVERSAL (ESTRIBOS)
DIMENSIONES PARA EL DOBLAMIENTO DE GANCHOS ESTANDAR

DESIGNACIÓN DE LA BARRA	Ø	DIMENSIONES EN mm			
		r	d	c	TOTAL
# 2	1/4"	50	90	190	155
# 3	3/8"	58	90	190	155
# 4	1/2"	100	90	190	200
# 5	5/8"	100	90	190	200



ALZADO BARANDA
ESC. 1:50



DISEÑO:

Nombre: FELIX A. CAJAS M.
M.P. 19202 - 16840
ING CIVIL
Magister Scientiae Estructuras
UNIVERSIDAD NACIONAL COLOMBIA

PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN DE PUENTE VEHICULAR
VILLA MARIA
MUNICIPIO DE LA VEGA
DEPARTAMENTO DEL CAUCA

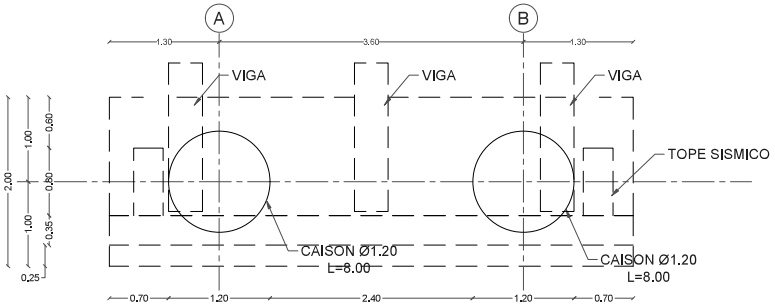
PROPIETARIO:

CONTIENE:

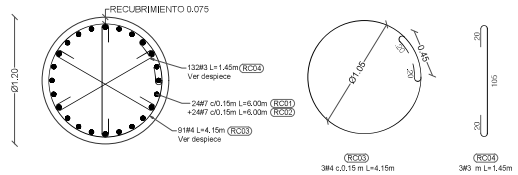
- PLANTA DEL TABLERO
- CORTES SUPERESTRUCTURA
- BARANDA METÁLICA

DIGITALIZO:

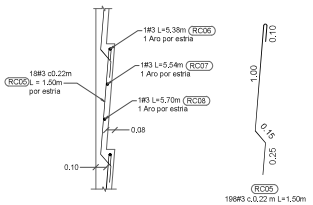
ESCALA	FECHA	PLANO No.
INDICADAS	ABRIL DE 2024	E2/E8



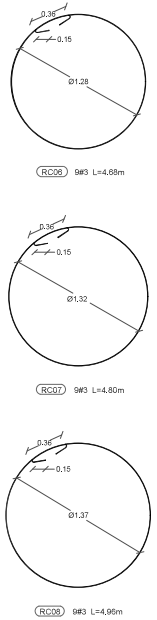
PLANTA CAISONS
ESC. 1:25



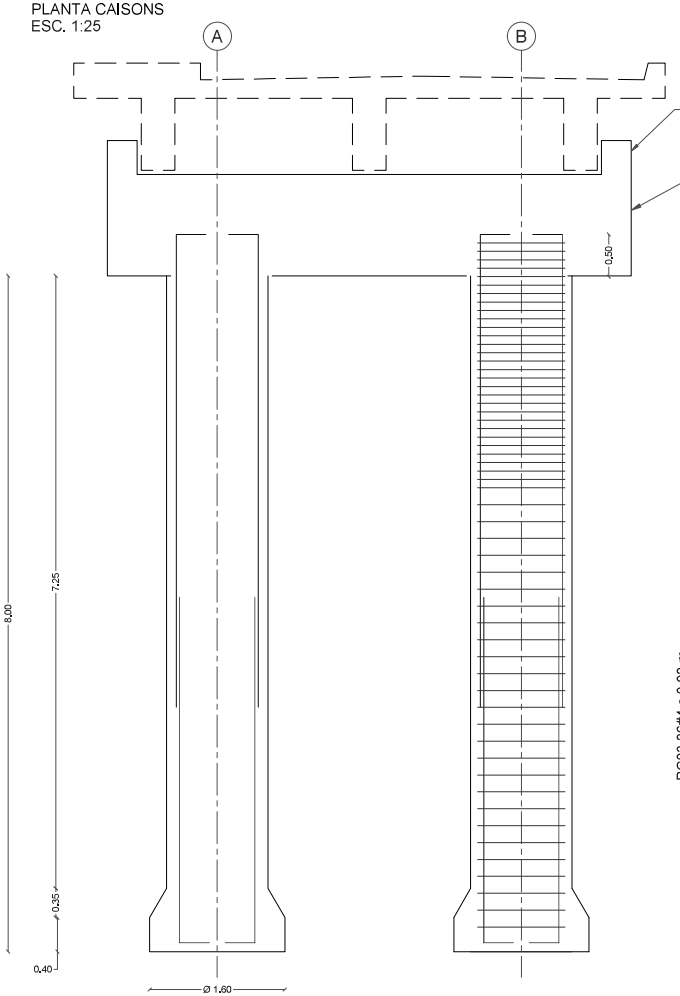
SECCION DE CAISSON
ESC. 1:20



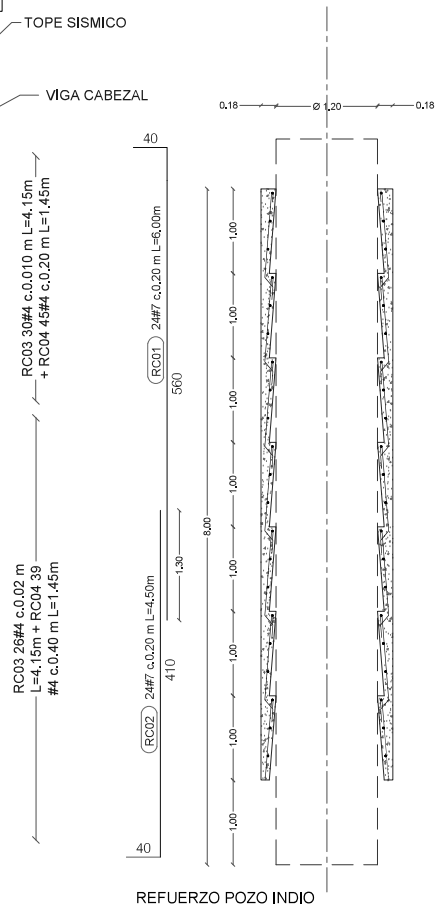
REFUERZO BARRA POZO INDIO
ESC. 1:20



REFUERZO ANILLOS POZO IN
ESC. 1:25



ALZADO CAISONS
ESC. 1:25



REFUERZO POZO INDIO
ESC. 1:25

CUADRO DE CANTIDADES CAISONS PARA UNA UNIDAD (SON 4)

REEF.	#	CANT	L. UNIT (m)	L. TOT (m)	PESO TOT (Kg)	FIGURADO
RC01	7	24	6.00	144.00	438.35	
RC02	7	24	4.50	108.00	328.77	
RC03	4	56	4.15	232.40	231.01	
RC04	3	84	1.45	121.80	121.07	
RC05	3	126	1.50	189.00	129.16	
RC06	3	21	4.68	98.28	54.95	
RC07	3	21	4.80	100.8	56.36	
RC08	3	21	4.96	104.16	58.24	
PESO TOT (Kg)					1417.91	
VOLUMEN DE CONCRETO m3					12.30	
CUANTIA kg/m3					92.73	

ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

- CONCRETO: fc=28 MPa (TABLERO Y VIGAS)
- CONCRETO: fc=24 MPa (ESTRIBOS)
- CONCRETO PARA CICLOPEO f´c=21 MPa
- ACERO DE REFUERZO: fy =420 MPa
- TORNILLOS Y PERNOS A325(50) (SAE –G5) fy =350 MPa
- LAMINAS, PERFILES TUBULARES Y ANGULOS NTC 4005 (GRADO 50) fy =350 MPa
- SOLDADURA E-60XX-E-70XX
- RECUBRIMIENTOS MÍNIMO DE 5 cm EXCEPTO CARAS EN CONTACTO CON EL TERRENO, DONDE EL RECUBRIMIENTO MÍNIMO SERÍA DE 7.5 cm
- SOLADO DE LIMPIEZA e= 0.05 m f'c 12.5 Mpa
- EN CASO DE ENCONTRAR CONDICIONES DE SUELO DIFERENTE A LAS PREVISTAS EN EL PRESENTE DISEÑO SE DEBE CONSULTAR A LOS PROFESIONALES CORRESPONDIENTES

DISEÑO:
Nombre: FELIX A. CAJAS M.
M.P. 19202 - 16840
ING CIVIL
Magister Scientiae Estructuras
UNIVERSIDAD NACIONAL COLOMBIA

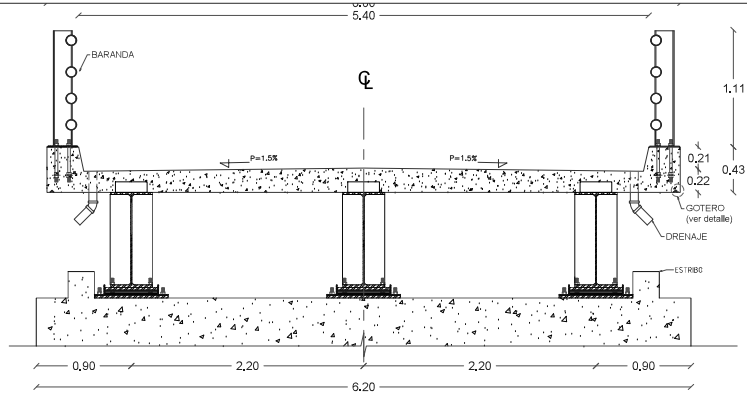
PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN DE PUENTE VEHICULAR
VILLA MARIA
MUNICIPIO DE LA VEGA
DEPARTAMENTO DEL CAUCA

PROPIETARIO:

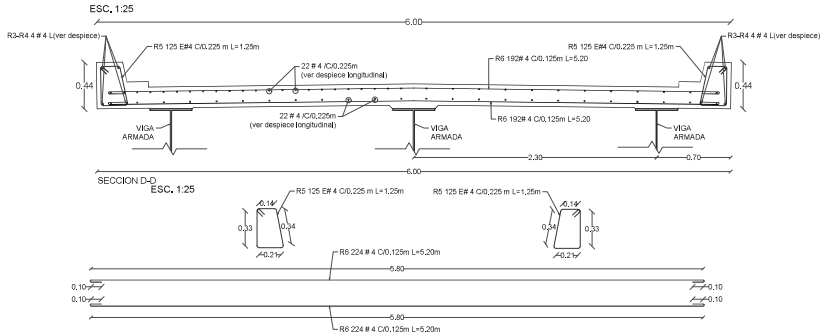
CONTIENE:
- GEOMETRÍA PILOTES
- DESPIECE PILOTES
- DETALLE POZO INDIO

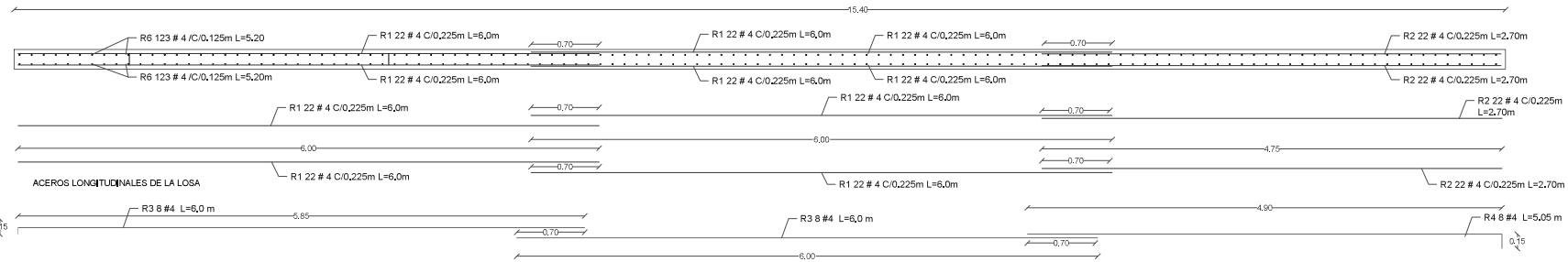
DIGITALIZO:

ESCALA	FECHA	PLANO No.
INDICADAS	ABRIL DE 2024	E3/E8

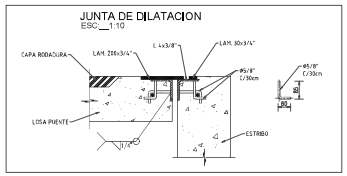


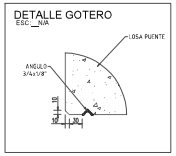
CORTE TRANSVERSAL SUPERESTRUCTURA PUENTE
ESC. 1:20

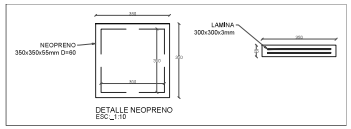




ACEROS LONGITUDINALES DE LOS BORDILLOS
ESC. 1:25







CUADRO DE HIERROS LOSA 28M CANTIDAD PARA UNA UNIDAD (1)						
REF.	FIGURADO	#	CANT.	L. UNIT (m)	L. TOT (m)	PESO TOT (Kg)
R1	6.00	#4	176	6.00	1056	1051.78
R2	2.70	#4	44	2.70	118.8	118.09
R3	6.0	#4	32	6.0	192	191.23
R4	2.85 / 1.5	#4	8	3.0	24	23.86
R5	0.14 / 0.34 / 0.36 / 0.20	#3	250	1.25	312.5	311.25
R6	4.80 (.15 .15)	#4	384	5.10	1958.4	1950.57
				PESO TOT (Kg)		3646.78

VOLUMEN DE CONCRETO m3	28.32
CUANTIA kg/m3	128.78

ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

- CONCRETO: f'c=28 MPa (TABLERO Y VIGAS)
-CONCRETO: f'c=24 MPa (ESTRIBOS)
- CONCRETO PARA CICLOPEO f'c=21 MPa
- ACERO DE REFUERZO: fy =420 MPa
- TORNILLOS Y PERNOS A325(50) (SAE -G5) fy =350 MPa
- LAMINAS, PERFILES TUBULARES Y ANGULOS NTC 4005 (GRADO 50) fy =350 MPa
- SOLDADURA E-60XX-E-70XX
-RECUBRIMIENTOS MINIMO DE 5 cm EXCEPTO CARAS EN CONTACTO CON EL TERRENO, DONDE EL RECUBRIMIENTO MINIMO SERÍA DE 7,5 cm
-SOLADO DE LIMPIEZA e= 0,05 m f'c 12,5 Mpa
-EN CASO DE ENCONTRAR CONDICIONES DE SUELO DIFERENTE A LAS PREVISTAS EN EL PRESENTE DISEÑO SE DEBE CONSULTAR A LOS PROFESIONALES CORRESPONDIENTES

DISEÑO:

Nombre: FELIX A. CAJAS M.
M.P. 19202 - 16840
ING CIVIL
Magister Scientiae Estructuras
UNIVERSIDAD NACIONAL COLOMBIA

PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN DE PUENTE VEHICULAR
VILLA MARIA
MUNICIPIO DE LA VEGA
DEPARTAMENTO DEL CAUCA

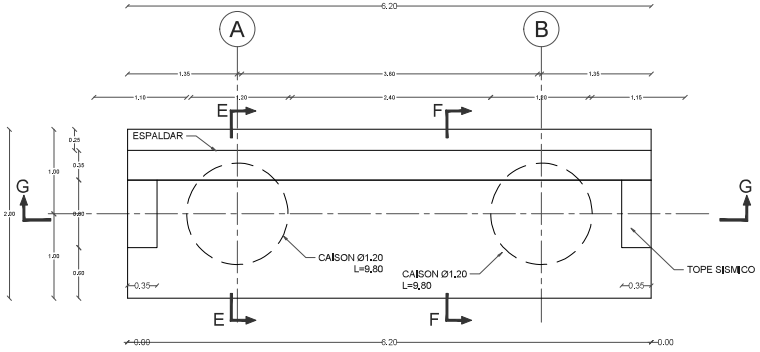
PROPIETARIO:

CONTIENE:

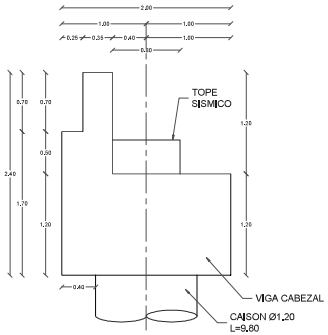
•CORTES Y DESPIECES DEL TABLERO
•DETALLE GENERALES TABLERO

DIGITALIZO:

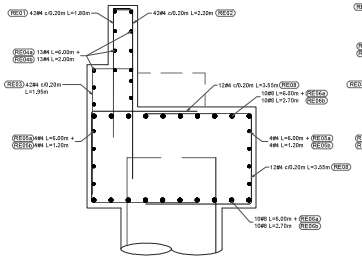
ESCALA:	FECHA:	PLANO No:
INDICADAS	ABRIL DE 2024	E4/E8



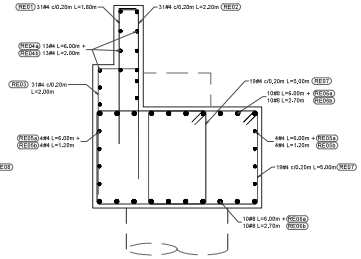
PLANTA VIGA CABEZAL
ESC. 1:25



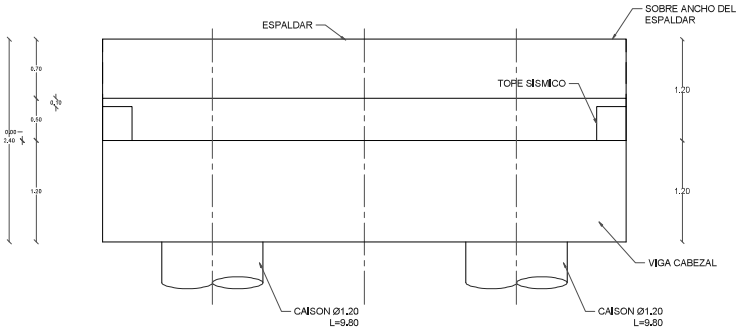
ALZADO EJE TRANSVERSAL VIGA CABEZAL
ESC. 1:25



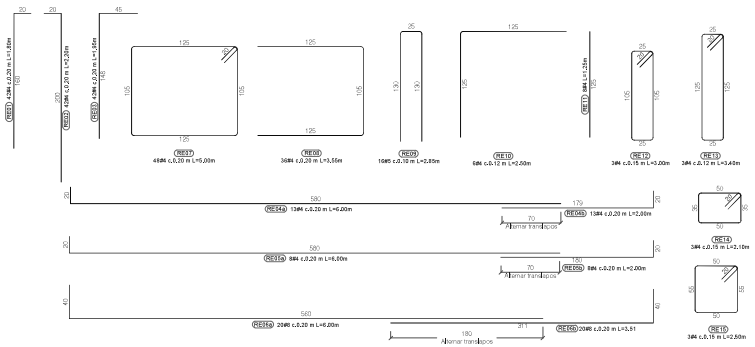
CORTE E-E
ESC. 1:25

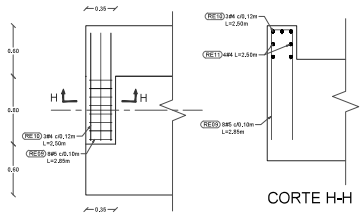


CORTE F-F
ESC. 1:25

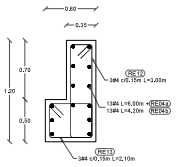


ALZADO EJE LONGITUDINAL VIGA CABEZAL
ESC. 1:25



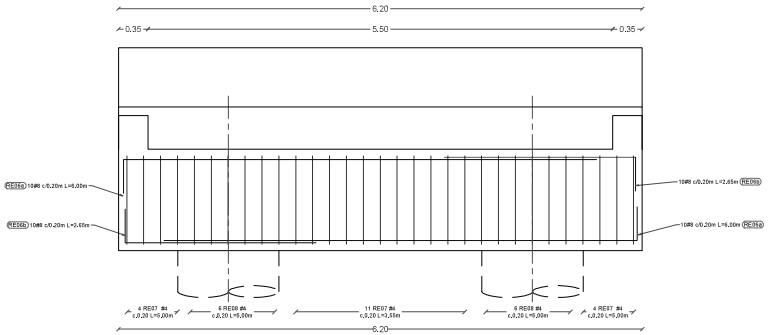


DETALLE REFUERZO TOPE SISMICO (SON 2)
ESC. 1:25



DETALLE REFUERZO
SOBRE ANCHO ESPALDAR
ESC. 1:25

CUADRO DE CANTIDADES VIGA CABEZAL CANTIDADES PARA UNA UNIDAD (SON 2)						
REEF.	#	CANT	L. UNIT (m)	L. TOT (m)	PESO TOT (Kg)	FIGURADO
RE01	4	42	1.80	75.60	75.15	
RE02	4	42	2.20	92.40	91.85	
RE03	4	42	1.95	81.90	81.40	
RE04a	4	13	6.00	78.00	77.53	
RE04b	4	13	2.00	26.00	25.84	
RE05a	4	8	6.00	48.00	47.71	
RE05b	4	8	2.00	16.00	15.91	
RE06a	8	20	6.00	120.00	476.76	
RE06b	8	20	3.51	70.20	279.23	
RE07	4	19	5.00	95.00	94.43	
RE08	4	12	3.55	42.60	42.34	
RE09	5	16	2.85	45.60	70.77	
RE10	4	6	2.50	15.00	14.91	
RE11	4	8	1.25	10.00	9.94	
PESO TOT (Kg)					1403.47	
VOLUMEN DE CONCRETO m3					18.59	
CUANTIA kg/m3					75.50	



CORTE G-G DESPIECE VIGA CABEZAL
ESC. 1:25

Nombre: FELIX A. CAJAS M.
M.P. 19202 - 16840
ING CIVIL
Magister Scientiae Estructuras
UNIVERSIDAD NACIONAL COLOMBIA

DISEÑO:

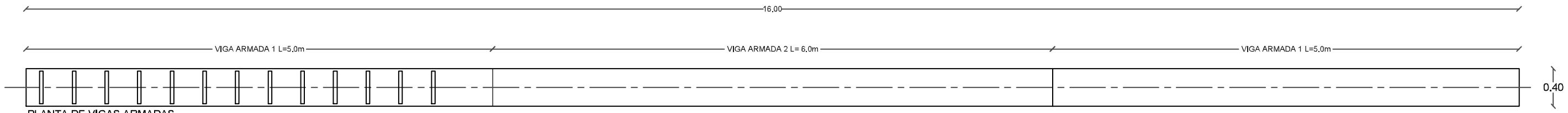
PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN DE PUENTE VEHICULAR
VILLA MARIA
MUNICIPIO DE LA VEGA
DEPARTAMENTO DEL CAUCA

PROPIETARIO:

CONTIENE:
-PLANTA VIGA CABEZAL
-ALZADO VIGA CABEZAL
-DESPIECE VIGA CABEZAL

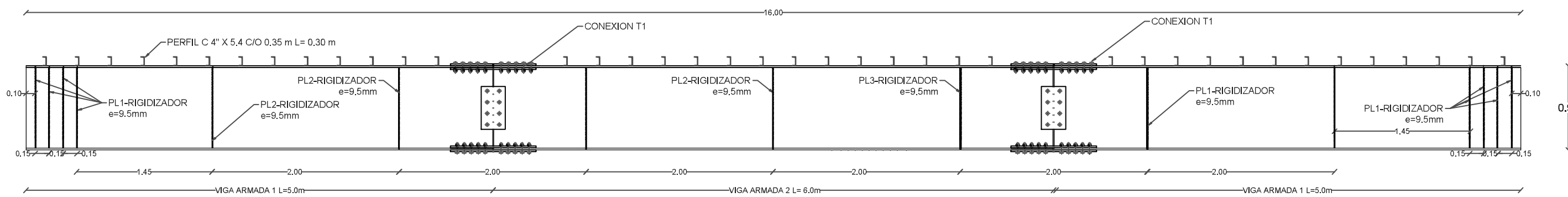
DIGITALIZO:

ESCALA	FECHA	PLANO No.
INDICADAS	ABRIL DE 2024	E5/E8



PLANTA DE VIGAS ARMADAS

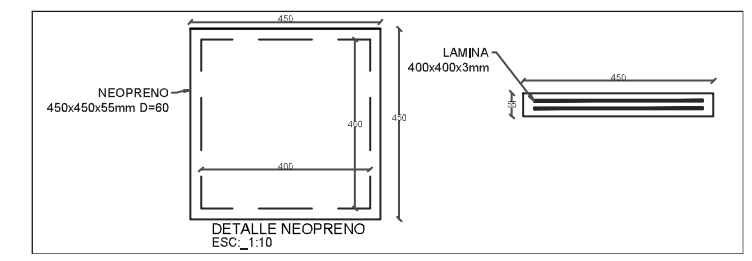
ESC. 1:25



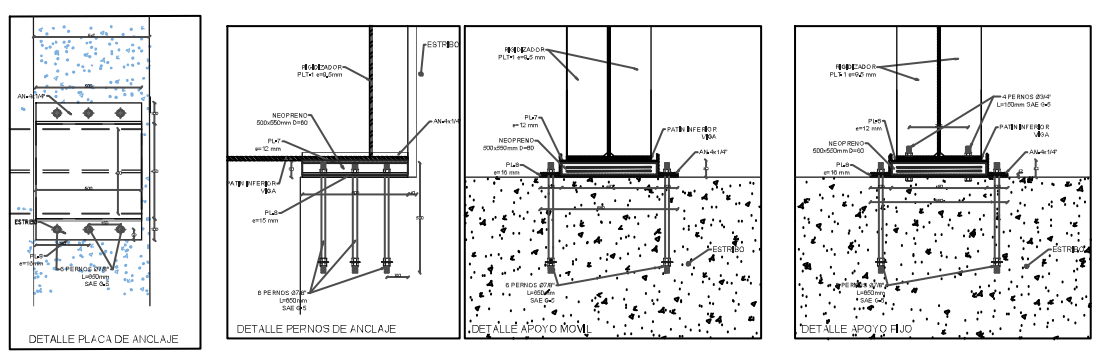
PERFIL DE VIGAS ARMADAS
ESC. 1:25

ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

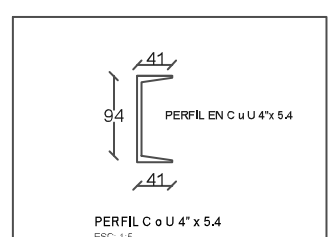
- CONCRETO: f'c=28 MPa (TABLERO Y VIGAS)
- CONCRETO: f'c=24 MPa (ESTRIBOS)
- CONCRETO PARA CICLOPEO f'c=21 MPa
- ACERO DE REFUERZO: fy =420 MPa
- TORNILLOS Y PERNOS A325(50) (SAE -G5) fy =350 MPa
- LAMINAS, PERFILES TUBULARES Y ANGULOS NTC 4005 (GRADO 50) fy =350 MPa
- SOLDADURA E-60XX-E-70XX
- RECUBRIMIENTOS MÍNIMO DE 5 cm EXCEPTO CARAS EN CONTACTO CON EL TERRENO, DONDE EL RECUBRIMIENTO MÍNIMO SERÍA DE 7,5 cm
- SOLADO DE LIMPIEZA e= 0.05 m f'c 12.5 Mpa
- EN CASO DE ENCONTRAR CONDICIONES DE SUELO DIFERENTE A LAS PREVISTAS EN EL PRESENTE DISEÑO SE DEBE CONSULTAR A LOS PROFESIONALES CORRESPONDIENTES



DETALLE NEOPRENO
ESC. 1:10



DETALLE PLACA DE ANCLAJE
DETALLE PERNOS DE ANCLAJE
DETALLE APOYO MOVIL
DETALLE APOYO FIJO
DETALLE CONEXION APOYOS VIGA
ESC. 1:20



PERFIL C o U 4" x 5.4
ESC: 1:5

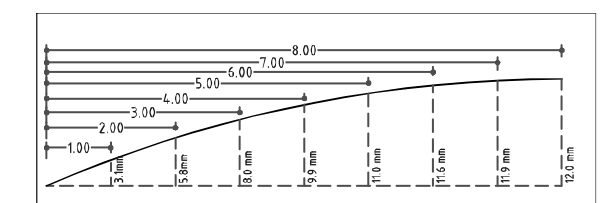
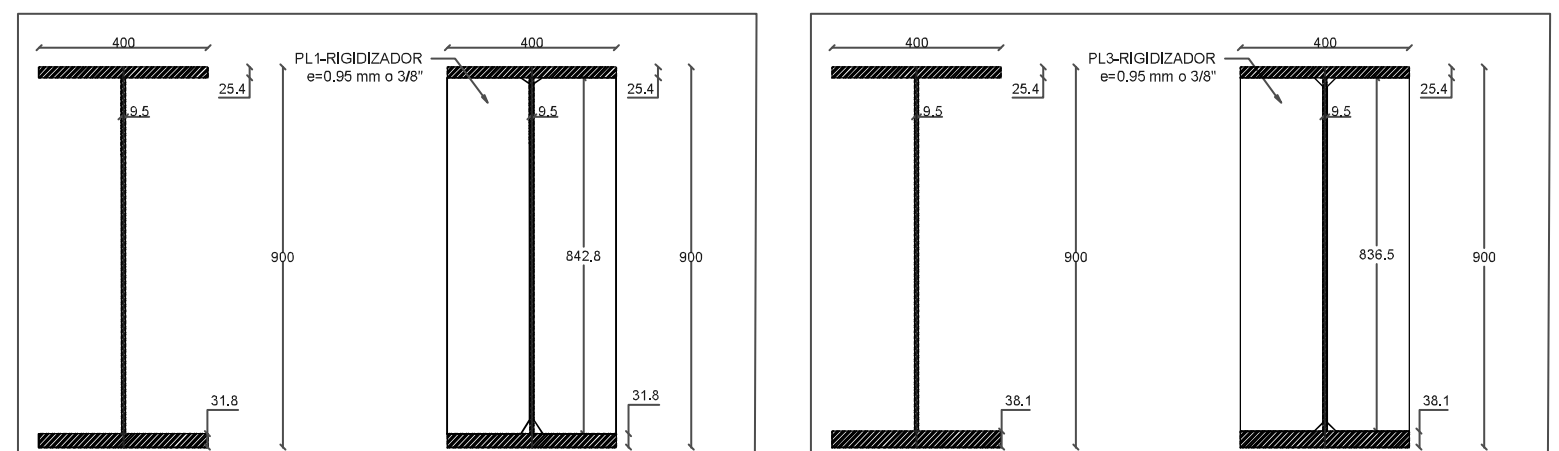


DIAGRAMA DE CAMBER



SECCIÓN VIGA ARMADA 1
ESC. 1:10

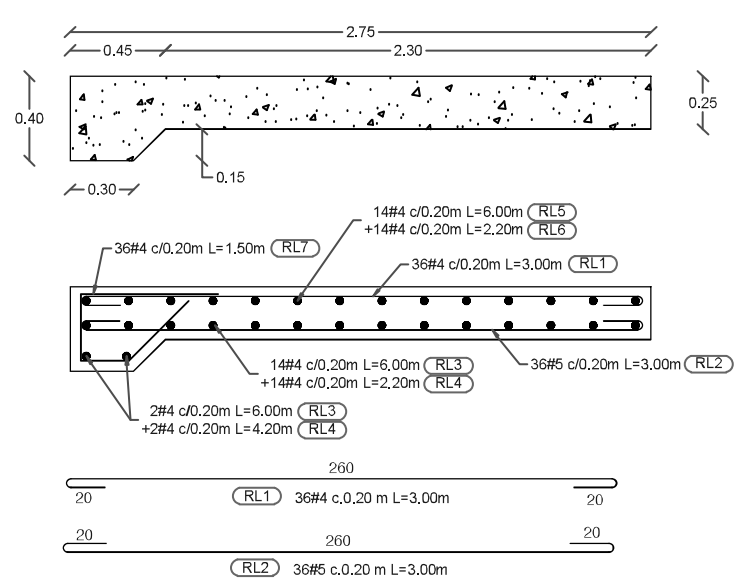
SECCIÓN VIGA ARMADA 1 CON RIGIDIZADOR

SECCIÓN VIGA ARMADA 2
ESC. 1:10

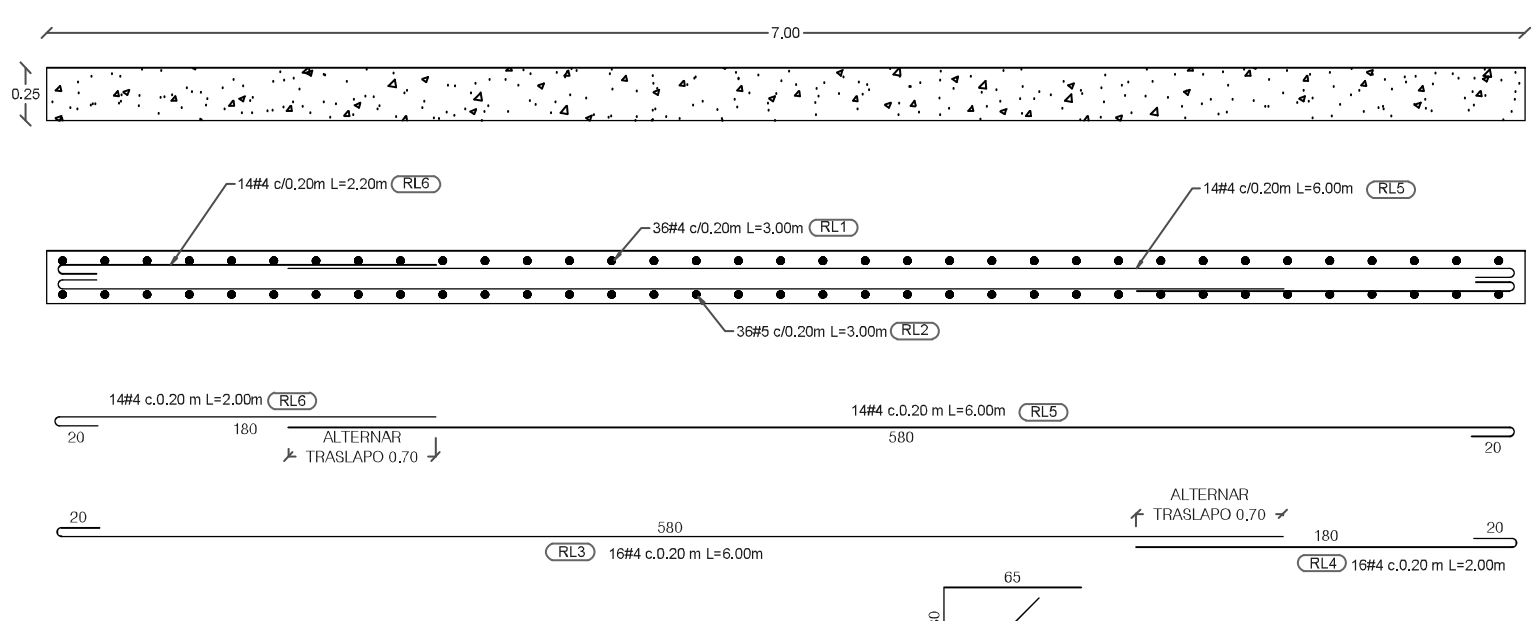
SECCIÓN VIGA ARMADA 2 CON RIGIDIZADOR

CUADRO DE CANTIDADES LOSA DE APROXIMACION PARA UNA UNIDAD (SON 2)

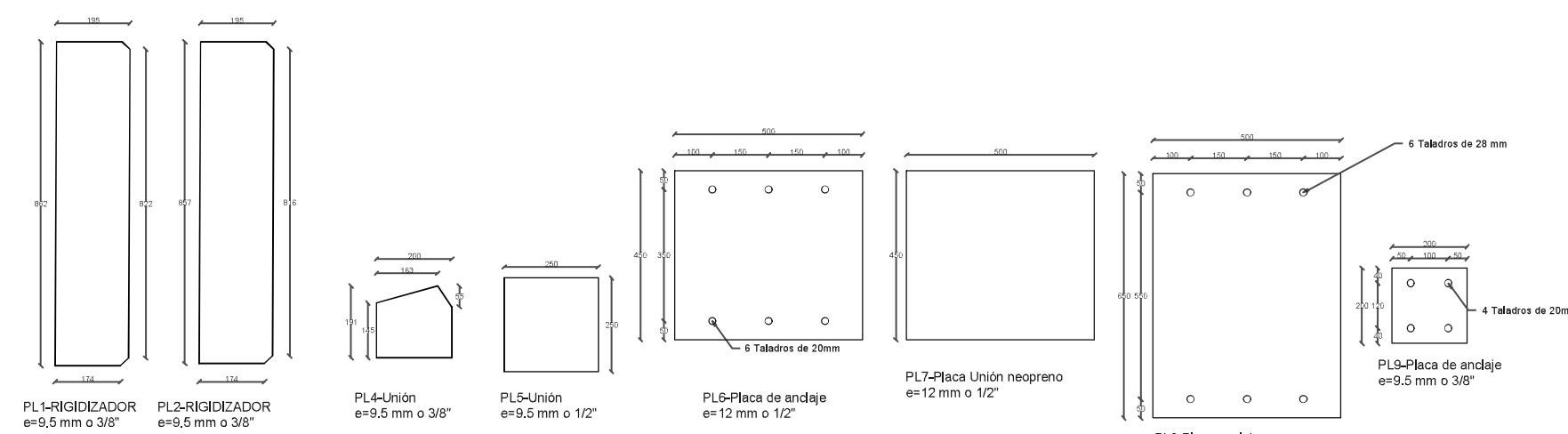
REEF.	#	CANT.	L. UNIT (m)	L. TOT (m)	PESO TOT (Kg)	FIGURADO
RL1	4	36	3.00	108.00	107.35	.20 2.60 .20
RL2	5	36	3.00	108.00	167.62	.20 2.60 .20
RL3	4	16	6.00	96.00	95.42	.20 5.80
RL4	4	16	2.00	32.00	31.80	1.80 .20
RL5	4	14	6.00	84.00	83.50	5.80 .20
RL6	4	14	2.20	30.80	30.62	.20 2.00
RL7	4	36	1.50	54.00	53.67	.65 .35 .20 .30
PESO TOT (Kg)					569.98	
VOLUMEN DE CONCRETO m3					5.20	
CUANTIA kg/m3					109.61	



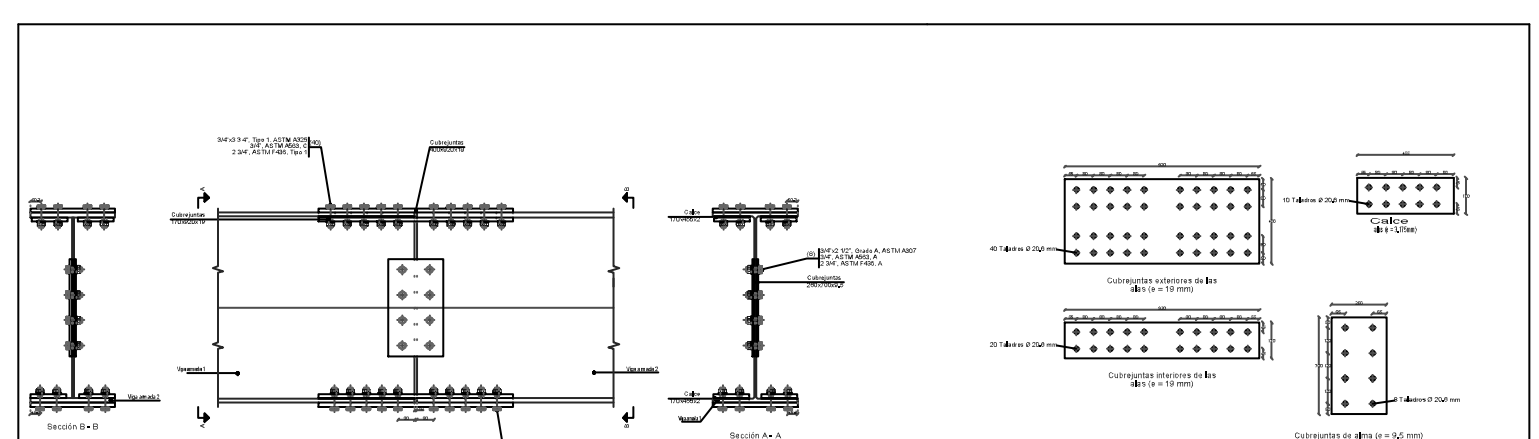
DESPIECE TRANVERSAL LOSA DE APROXIMACIÓN
ESC. 1:20



DESPIECE LONGITUDINAL LOSA DE APROXIMACIÓN
ESC. 1:20



DETALLE DE PLATINAS
ESC. 1:10 Unidades en mm



DETALLE CONEXION T1
ESC. 1:10

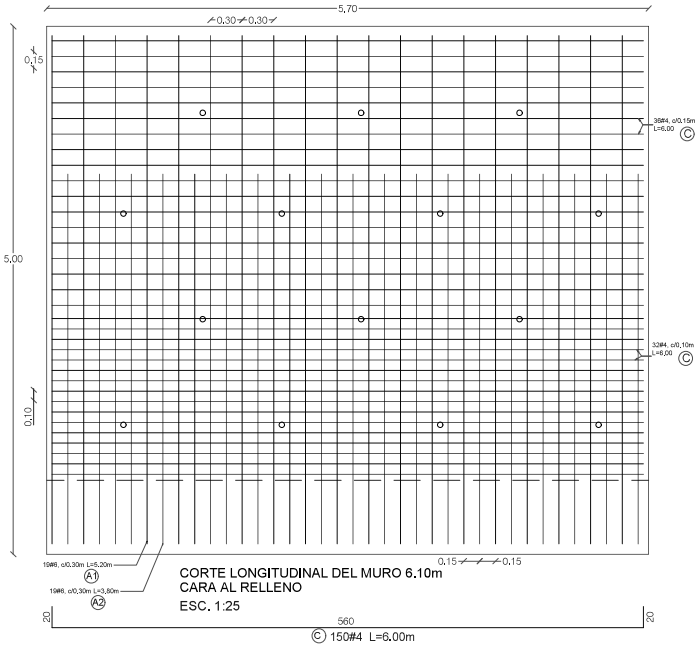
DETALLE PLATINAS
ESC. 1:10

DISEÑO	Nombre: FELIX A. CAJAS M. M.P.19202 - 16840 ING CIVIL Magister Scientiae Estructuras UNIVERSIDAD NACIONAL COLOMBIA
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE PUENTE VEHICULAR VILLA MARIA MUNICIPIO DE LA VEGA DEPARTAMENTO DEL CAUCA
PROPIETARIO:	
CONTIENE:	-DESPIECE VIGA PRINCIPAL -DESPIECE VIGA DE APROXIMACIÓN
DIGITALIZÓ:	

ESCALA	FECHA	PLANO No.
INDICADAS	ABRIL DE 2024	E6/E8

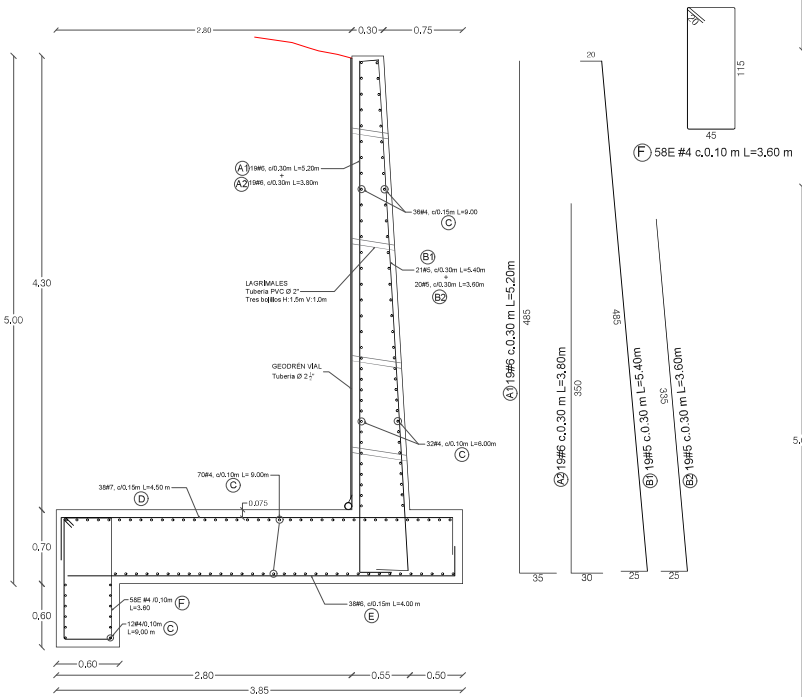


PLANTA ALETA 2
ESC. 1:20

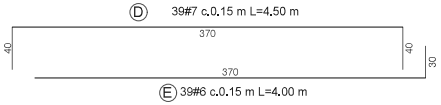


CORTE LONGITUDINAL DEL MURO 6.10m
CARA AL RELLENO
ESC. 1:25

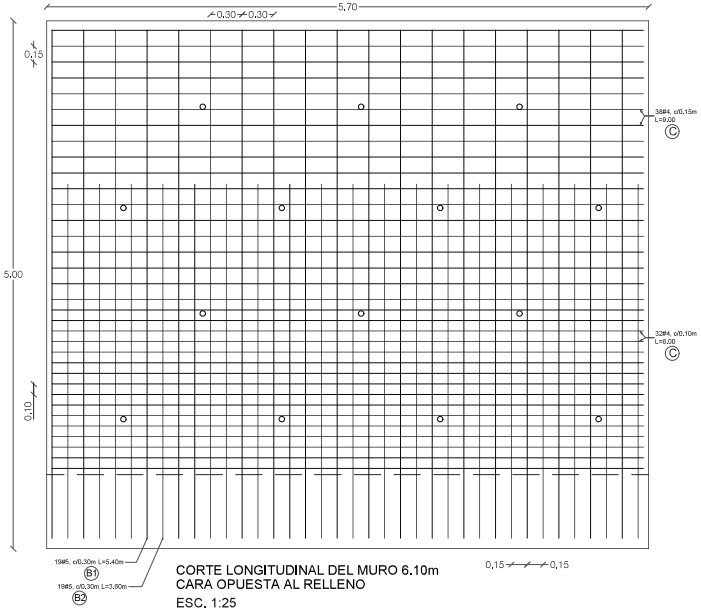
LISTA DE ACEROS ALETA 2							
TIPO	Ø	ESPAC.	CANT.	L.UNID	L. TOTAL	PESO kg.	FORMA
A1	#6	0.30	21	5.20	161.2	361.25	.35 / 4.85
A2	#6	0.30	20	3.80	114.0	255.48	.30 / 3.50
B1	#5	0.30	21	5.40	167.4	260.52	.25 / 4.85 / .20
B2	#5	0.30	20	3.60	108.0	192.09	.25 / 3.35
C	#4	0.10	150	6.00	1350.0	1344.60	.20 / 5.60 / .20
D	#7	0.15	41	4.50	274.5	837.29	.40 / 7.50 / .40
E	#6	0.15	41	4.00	244.0	546.80	3.70 / .30
F	#4	0.10	61	3.60	327.6	326.29	.45 / 20 / 1.15
TOTAL PESO [KG]						4124.32	
VOLUMEN DE CONCRETO [m3]						29.78	
CUANTIA [KG/m3]						93.46	



F 58E #4 c.0.10 m L=3.60 m



DESPIECE ALETA 1
ESC. 1:20



CORTE LONGITUDINAL DEL MURO 6.10m
CARA OPUESTA AL RELLENO
ESC. 1:25

DISEÑO

Nombre: FELIX A. CAJAS M.
M.P. 19202 - 16840
ING CIVIL
Magister Scientiae Estructuras
UNIVERSIDAD NACIONAL COLOMBIA

PROYECTO

CONSTRUCCIÓN DE PUENTE VEHICULAR
VILLA MARIA
MUNICIPIO DE LA VEGA
DEPARTAMENTO DEL CAUCA

PROPIETARIO

CONTIENE

GEOMETRÍA ALETA 5m
DESPIECES ALETA 5m

DIGITALIZO

ESCALA	FECHA	PLANO No.
INDICADAS	ABRIL DE 2024	E7/E8

FELIX ALBERTO CAJAS MUÑOZ
MAGISTER SCIENTIAE ESTRUCTURAS
UNIVERSIDAD NACIONAL

M.P. 19202 - 16840

Popayán 18 de mayo de 2024

INGENIERO:
ANTONIO VALBUENA
CIUDAD

ASUNTO: RESPUESTA; SOLICITUD DE JUSTIFICACIÓN DEL USO DE TRES VIGAS PRINCIPALES PARA EL PUENTE

REF: PUENTE VILLA MARÍA LA VEGA - CAUCA

Cordial saludo.

Atendiendo la inquietud del revisor del proyecto estructural, referente a la utilización de tres vigas principales para soportar el tablero principal; me permito realizar las aclaraciones y/o adiciones correspondientes:

- El código colombiano de puentes CCP-14, basa su filosofía de diseño en el método LRFD, esta filosofía se puede resumir en la ecuación 1.3.2.1-1 de la Norma.

$$\sum \eta_i \gamma_i Q_i \leq \phi R_n = R_r \qquad (1.3.2.1\text{-}1)$$

En esta ecuación interviene el factor η_i, dicho factor se determina como muestra la ecuación 1.3.2.1-2, teniendo en cuenta parámetros como: la ductilidad, la redundancia y la importancia operativa.

$$\eta_i = \eta_D \eta_R \eta_I \geq 0{,}95 \qquad (1.3.2.1\text{-}2)$$

η_D = factor relacionado con la ductilidad, según lo especificado en el Artículo 1.3.3
η_R = factor relacionado con la redundancia, según lo especificado en el Artículo 1.3.4
η_I = factor relacionado con la importancia operativa según lo especificado en el Artículo 1.3.5

- La redundancia en una estructura está directamente relacionada con la capacidad que está estructura tiene para redistribuir los esfuerzos cuando uno de sus elementos principales falle.
- En puentes simplemente apoyados con dos vigas, no existe redundancia en los elementos principales, y el fallo accidental de uno de los elementos implica necesariamente el colapso de la estructura.

FELIX ALBERTO CAJAS MUÑOZ
MAGISTER SCIENTIAE ESTRUCTURAS
UNIVERSIDAD NACIONAL

M.P. 19202 - 16840

- El CCP-14 en su numeral 1.3.4, establece que se deben priorizar estructuras redundantes sobre aquellas que no lo sean.

1.3.4 — Redundancia — Estructuras con múltiples trayectorias de carga y estructuras continuas deben ser usadas, a menos que existan motivos justificados para no hacerlo.

Para el estado límite de resistencia:

$\eta_R \geq 1.05$ para miembros no redundantes
$= 1.00$ para niveles convencionales de redundancia, elementos de cimentación donde ϕ representa la redundancia, como se especifica en el Artículo 10.5
$= 0.95$ para niveles excepcionales de redundancia más allá de vigas continuas y una sección transversal cerrada a la torsión

Para todos los demás estados límite:

$\eta_R = 1.00$

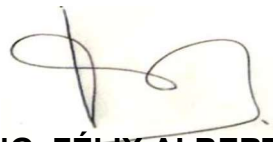
El *Manual for Bridge Evaluation* (2008) define la redundancia en los puentes como "la capacidad de un sistema estructural de un puente para soportar cargas después del daño o la falla de uno o más de sus miembros." Los factores proporcionados para los puentes segmentados en hormigón post-tensado en sistemas viga-cajón se encuentran en el Apéndice E del Manual Guía.

La confiabilidad del sistema abarca la redundancia considerando el sistema de los componentes y los miembros interconectados. La ruptura o la fluencia de un componente individual puede o no significar el colapso o la falla de toda la estructura o sistema (Nowak, 2000). Los índices de confiabilidad para sistemas completos son tema de investigaciones en curso y se prevee que abarcarán ductilidad, redundancia y de correlación entre miembros.

- De acuerdo con la filosofía de la norma se debe priorizar la solución que brinde mayor grado de confiabilidad en las estructuras, y en un país en donde se tienen registros de atentados terroristas contra la infraestructura vial, una estructura redundante garantiza que a pesar de que esta sea afectada por un acto vandálico todavía siga siendo utilizada después de que alguno de sus elementos principales llegue a fallar.
- Otra razón para preferir el uso de tres vigas principales sobre dos vigas, radica en el hecho de que al repartir la carga del puente sobre tres elementos principales y no dos, estos elementos pueden ser fabricados con una sección menor, lo que facilita enormemente su manejo y montaje en obra.

En conclusión la utilización de un modelo de tres vigas sobre un modelo de dos vigas es más eficiente porque permite reducir los factores de carga exigidos por la norma y es a su vez más confiable al permitir que la estructura siga funcionando aun cuando una de sus vigas pueda fallar por acciones no previstas en el código colombiano.

Cordialmente:



ING. FÉLIX ALBERTO CAJAS MUÑOZ
MAGISTER SCIENTIAE ESTRUCTURAS
UNIVERSIDAD NACIONAL

CONSTANCIA DE ACTUALIZACIÓN DE LOS APLICATIVOS PARA EL CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LOS PROYECTOS

En ejercicio del control sobre el cumplimiento de todas las obligaciones contractuales relacionadas con la ejecución de los Contratos y/o Convenios asignados a esta Unidad Ejecutora, de acuerdo con lo establecido en la normatividad vigente, en especial, el Manual de Contratación e Interventoría del Instituto Nacional de Vías - INVIAS y lo estipulado en la Resolución de delegación de funciones y/o contrato de prestación de servicios profesionales, se deja constancia del estado actualizado de los aplicativos para el control y seguimiento de los proyectos así:

No. De Contrato y/o Convenio: 3178 de 2023

Objeto: "MEJORAMIENTO Y MANTENIMEINTO DEL CORREDOR VIAL TERCIARIO VEREDAS LA PLAYA Y VILLA MARIA MUNICIPIO DE LA VEGA - CAUCA PROGRAMA COLOMBIA RURAL"

Se marca con una (X)

	ACTUALIZADO	
APLICATIVO	**SI**	**NO APLICA**
SECOP:	X	
SICO:	X	
SEPRO:	X	
CIFRA:		X
GESPROY:		X

Nota: Imprimir pantallazo de cada uno de los aplicativos y evidenciar fecha de impresión a la fecha de esta certificación.

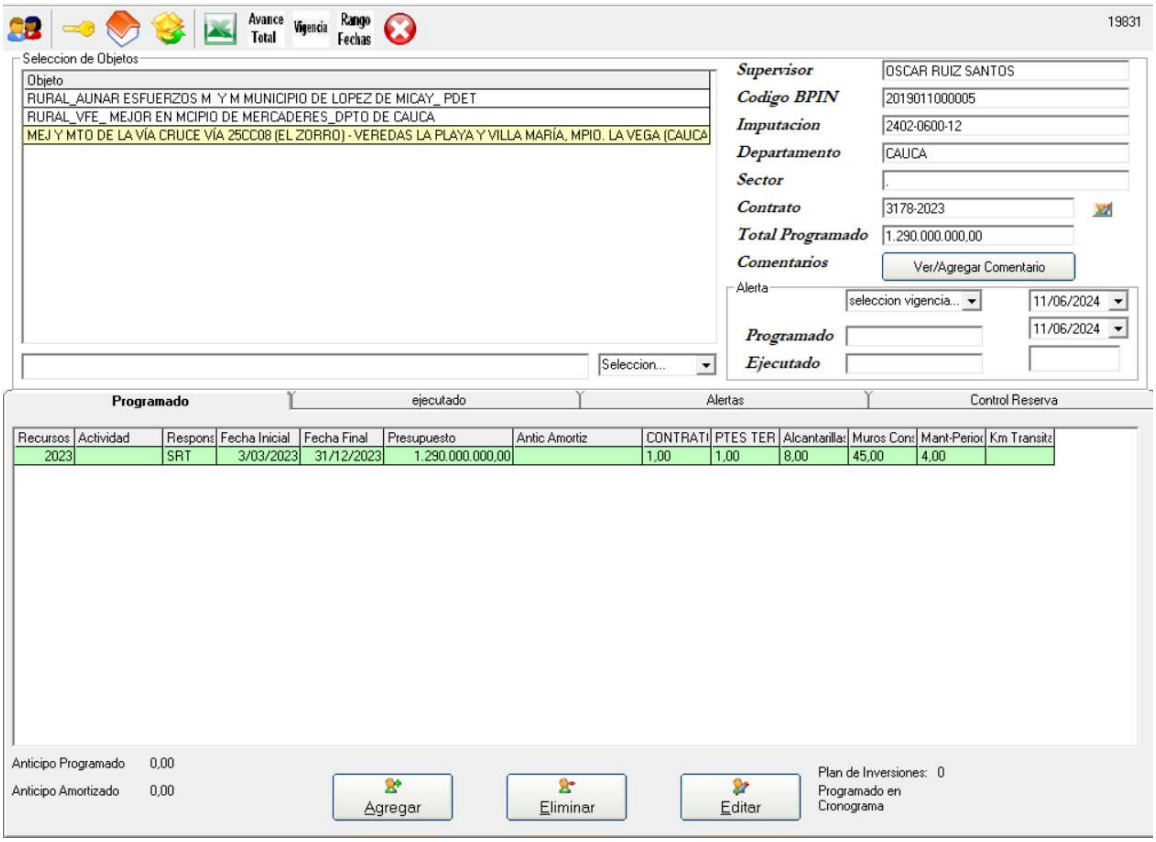
Dado en Bogotá, a los 12 días del mes de junio del año 2024.

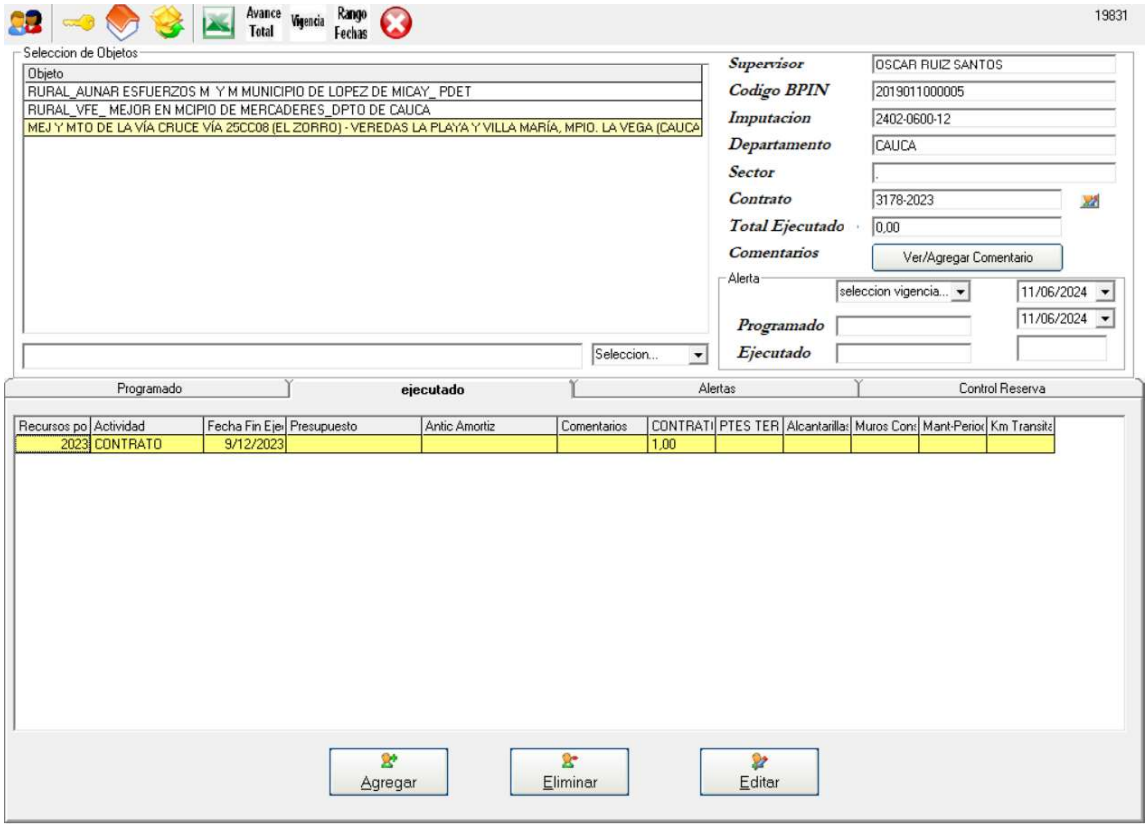
Firmado digitalmente por MARY LORENA SAYAGO BOTELLO

Nombre**: MARY LORENA SAYAGO BOTELLO**
Ordenador del Pago
Subdirección: **Vías Regionales**
Instituto Nacional de Vías - INVIAS

Nombre**: MONICA M. BENAVIDES G.**
Vo. Bo. Gestora líder coordinación Grupo 4
Subdirección: **Vías Regionales**
Instituto Nacional de Vías - INVIAS

Nombre**: MONICA M. BENAVIDES G.**
Gestor del Proyecto
Subdirección: **Vías Regionales**
Instituto Nacional de Vías **–** INVIAS


Avance Total
Vigencia
Rango Fechas
19831
Seleccion de Objetos
Objeto
RURAL_AUNAR ESFUERZOS M Y M MUNICIPIO DE LOPEZ DE MICAY_ PDET
RURAL_VFE_ MEJOR EN MCIPIO DE MERCADERES_DPTO DE CAUCA
MEJ Y MTO DE LA VÍA CRUCE VÍA 25CC08 (EL ZORRO) - VEREDAS LA PLAYA Y VILLA MARÍA, MPIO. LA VEGA (CAUCA
Supervisor
OSCAR RUIZ SANTOS
Codigo BPIN
2019011000005
Imputacion
2402-0600-12
Departamento
CAUCA
Sector
Contrato
3178-2023
Total Programado
1.290.000.000,00
Comentarios
Ver/Agregar Comentario
Alerta
seleccion vigencia...
11/06/2024
11/06/2024
Programado
Ejecutado
Seleccion...
Programado
ejecutado
Alertas
Control Reserva
Recursos
Actividad
Respons
Fecha Inicial
Fecha Final
Presupuesto
Antic Amortiz
CONTRATI
PTES TER
Alcantarillas
Muros Cons
Mant-Perioc
Km Transita
2023
SRT
3/03/2023
31/12/2023
1.290.000.000,00
1,00
1,00
8,00
45,00
4,00
Anticipo Programado
0,00
Anticipo Amortizado
0,00
Agregar
Eliminar
Editar
Plan de Inversiones: 0
Programado en Cronograma


Avance Total
Vigencia
Rango Fechas
19831
Seleccion de Objetos
Objeto
RURAL_AUNAR ESFUERZOS M Y M MUNICIPIO DE LOPEZ DE MICAY_ PDET
RURAL_VFE_ MEJOR EN MCIPIO DE MERCADERES_DPTO DE CAUCA
MEJ Y MTO DE LA VÍA CRUCE VÍA 25CC08 (EL ZORRO) - VEREDAS LA PLAYA Y VILLA MARÍA, MPIO. LA VEGA (CAUCA
Supervisor
OSCAR RUIZ SANTOS
Codigo BPIN
2019011000005
Imputacion
2402-0600-12
Departamento
CAUCA
Sector
Contrato
3178-2023
Total Ejecutado
0,00
Comentarios
Ver/Agregar Comentario
Alerta
seleccion vigencia...
11/06/2024
11/06/2024
Programado
Ejecutado
Seleccion...
Programado
ejecutado
Alertas
Control Reserva
Recursos po
Actividad
Fecha Fin Ejec
Presupuesto
Antic Amortiz
Comentarios
CONTRATI
PTES TER
Alcantarillas
Muros Cons
Mant-Perioc
Km Transita
2023
CONTRATO
9/12/2023
1,00
Agregar
Eliminar
Editar

MINISTERIO DE TRANSPORTE

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS

Oficina Asesora Jurídica

FICHA TECNICA

Número de Contrato: **3178** **Fecha:** **07 de septiembre de 2023**

Contratista: CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES DARLEV LTDA.

Objeto: ¿MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DEL CORREDOR VIAL TERCIARIO VEREDAS LA PLAYA Y VILLA MARIA MUNICIPIO DE LA VEGA ¿ CAUCA PROGRAMA COLOMBIA RURAL¿

PROCESO DE SELECCION

No Proceso:

Res Adj:

Fecha:

Secuencia	Documento	Observaciones
1	DOCUMENTOS DE LA CARPETA	PRESUPUESTO OFICIAL
2	CERTIFICADO DISP. PRESUPUESTAL	N° 66823 DEL 17-03-2023
3	OFICIO	2023I-VBOG-013942 REGISTRO CUENTA CONTRATO
4	OFICIO	023I-VBOG-014361SOLICITUD POSTULACION SUPERVISOR PARA LOS CONTRATOS 3551-2023 Y 3178-2023
5	DOCUMENTOS DE LA CARPETA	ENLACE WEB DEL PROCESO SECOP
6	REGISTRO PRESUPUESTAL	N° 1139923 DEL 13-10-2023
7	DOCUMENTOS DE LA CARPETA	ANTECEDENTES ANTONIO JOSE VALBUENA RUIZ
8	DOCUMENTOS DE LA CARPETA	ANTECEDENTES CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES DARLEV SAS
9	FOTOCOPIA DE LA CEDULA	DOCUMENTO IDENTIDAD ANTONIO JOSE VALBUENA RUIZ
10	DOCUMENTOS DE LA CARPETA	CAMARA DE COMERCIO CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES DARLEV SAS
11	FORMULARIO REGISTRO UNICO TRIBUTARIO-RUT	FORMULARIO DEL REGISTRO UNICO TRIBUTARIO DE ANTONIO JOSE VALBUENA RUIZ
12	FORMULARIO REGISTRO UNICO TRIBUTARIO-RUT	FORMULARIO DEL REGISTRO UNICO TRIBUTARIO DE CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES DARLEV SAS
13	CERTIFICACION BANCARIA	CUENTA DE AHORROS N° 4752000611 DEL BANCO SCOTIABANK COLPATRIA
14	DOCUMENTOS DE LA CARPETA	CERTIFICACIÓN PAGOS DE SEGURIDAD SOCIAL Y APORTES LEGALES
15	DOCUMENTOS DE LA CARPETA	ANEXO TECNICO
16	DOCUMENTOS DE LA CARPETA	ADENDA N°1 LICITACION PUBLICA- LP-DEO-SVR-026-2023
17	OFICIO	RESOLUCIÓN 2491 DEL 24072023 ADJUDICACIÓN LICITACIÓN PUBLICA
18	DOCUMENTOS DE LA CARPETA	LICITACION PUBLICA No. LP-DEO-SVR-026-2023

19	DOCUMENTOS DE LA CARPETA	CARTA DE PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA
20	DOCUMENTOS DE LA CARPETA	PLIEGO DEFINITIVO PROCESO
21	CERTIFICADO DISP. PRESUPUESTAL	OFERTA ECONOMICA CONSULTORIA
22	DOCUMENTOS DE LA CARPETA	ESTUDIOS PREVIOS
23	OFICIO	RESOLUCIÓN 1806 DEL 31052023 APERTURA LICITACIÓN PÚBLICA
24	OFICIO	2023I-VBOG-001029 DISTRIBUCIÓN DE LOS RECURSOS DEL PRODUCTO DEL CDP N°66823
25	DOCUMENTOS DE LA CARPETA	GARANTIA DE SERIEDAD
26	DOCUMENTOS DE LA CARPETA	CERL PROCESO DE SELECCIÓN
27	DOCUMENTOS DE LA CARPETA	RUP DARLEV 23-05-23
28	DOCUMENTOS DE LA CARPETA	ACREDITACIÓN MIPYME LA VEGA
29	DOCUMENTOS DE LA CARPETA	FORMATO 9 APOYO A INDUSTRIA NACIONAL Y CERT DE EXISTENCIA
30	DOCUMENTOS DE LA CARPETA	ACTA APROBACIÓN DE POLIZA
31	ORDEN DE INICIACION	2023S-VBOG-029934 DEL 2023-12-19 11:41:44
32	OFICIO	MEMORANDO 2023I-VBOG-039724 - APROBACIÓN ANEXO 2 DE LA PÓLIZA DE CUMPLIMIENTO No. 21-44-101426791, QUE AMPARA EL CONTRATO PRINCIPAL

TOTAL ANEXOS	32

Identificación del contrato

ID del contrato en SECOP	CO1.PCCNTR.5245179
Versión del contrato	3
Estado de contrato	En ejecución
Fecha de generación del estado	24/07/2023 9:52:21 PM *((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*
Número del contrato	3178-2023
Objeto del contrato	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DEL CORREDOR VIAL TERCIARIO VEREDAS LA PLAYA Y VILLA MARIA MUNICIPIO DE LA VEGA - CAUCA PROGRAMA COLOMBIA RURAL
Tipo de Contrato	Obra
¿Asociado a otro contrato?	☐Sí ☑No
Duración del contrato	116 Días
Fecha de inicio de contrato	19/12/2023 12:00:00 PM *((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*
Fecha de terminación del contrato	13 días para terminar *(24/06/2024 11:59:00 PM(UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*
Tiempo adiciones en días	109 días
Liquidación	☑Sí ☐No *
Fecha de inicio de liquidación	13 días para terminar *(25/06/2024 12:00:00 AM(UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*
Fecha fin de liquidación	24/12/2026 11:59:00 PM *((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*
Obligaciones Ambientales	☐Sí ☑No *
Obligaciones pos consumo	☐Sí ☑No *
Reversión	☐Sí ☑No *

Información de la Entidad Estatal contratante

INVIAS

COLOMBIA, Bogotá

0 Recomendación (es)

Información del Proveedor contratista

CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES DARLEV SAS

COLOMBIA, Bogotá
Número de documento 8301048448

Cuenta bancaria del proveedor

Proveedor	Nombre del banco	Tipo de cuenta	Número de cuenta
CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES DARLEV SAS	SCOTIABANK COLPATRIA	Ahorros	4752000611

Aprobación del contrato

Aprobador – Proveedor

Aprobado por: *ANTONIO JOSE VALBUENA RUIZ* ***Fecha de aprobación:*** *7/09/2023 11:04:24 AM ((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*

Aprobador – Entidad Estatal

Aprobado por: *Paola Andrea Roa Mora* ***Fecha de aprobación:*** *7/09/2023 11:33:40 AM ((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*

Contrato Firmado: CO1_PCCNTR_5245179_Firmado
Contrato en ejecución: CO1_PCCNTR_5245179_En ejecución

Documentos Tipo

Documentos Tipo	Sí	Documentos tipo adoptados por la ANCP-CCE en virtud de la Ley 2022 del 2020
Sector:	Infraestructura de transporte	

Sentencia T-302 de 2017

Contrato asociado a las órdenes impartidas por la Corte Constitucional en la Sentencia T-302 de 2017	☐Sí ☑No	Sentencia que declara el estado de Cosas Inconstitucionales en relación con los derechos de los niños del pueblo Wayúu.

Condiciones ejecución y entrega

Condiciones de entrega:	A definir
El contrato puede ser prorrogado	☐Sí ☐No

Configuración financiera - Configuraciones generales

¿Se requieren emisiones de códigos de autorización?	☐Sí ☑No

Configuración financiera - Garantías

¿Solicitud de garantías?	☑Sí ☐No
Garantías por	

lotes, grupos o etapas	☐Sí ☑No			
Seriedad de la oferta	☑Sí ☐No			
	☑% del presupuesto oficial estimado del Proceso de Contratación o de la oferta	10,00		
Cumplimiento	☑Sí ☐No			
	☑ Buen manejo y correcta inversión del anticipo			
	☑% del anticipo	100,00	Fecha de vigencia (desde)	31/07/2023 2:00:00 PM *((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*
	☐Valor de la garantía		Fecha de vigencia (hasta)	24/12/2026 11:59:00 PM *((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*
	☑ Cumplimiento del contrato			
	☑% del valor del contrato	10,00	Fecha de vigencia (desde)	31/07/2023 2:00:00 PM *((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*
	☐Valor de la garantía		Fecha de vigencia (hasta)	24/12/2026 11:59:00 PM *((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*
	☑ Pago de salarios			
	☑% del valor del contrato	20,00	Fecha de vigencia (desde)	31/07/2023 2:00:00 PM *((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*
	☐Valor de la garantía		Fecha de vigencia (hasta)	24/06/2027 11:59:00 PM *((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*
	☑ Estabilidad y calidad de la obra			
	☑% del valor del contrato	30,00	Fecha de vigencia (desde)	31/12/2023 11:59:00 PM *((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*
	☐Valor de la garantía		Fecha de vigencia (hasta)	24/06/2029 11:59:00 PM *((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*
	☑ Calidad de la revisión, actualización y/o modificación y/o ajustes de los estudios y diseños			
	☑% del valor del contrato	20,00	Fecha de vigencia (desde)	31/12/2023 11:59:00 PM *((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*
	☐Valor de la garantía		Fecha de vigencia (hasta)	24/06/2029 11:59:00 PM *((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*
Responsabilidad civil extra contractual	☑Sí ☐No			
	☑No. de SMMLV	200		
Fecha límite para entrega de garantías:	7/08/2023 6:59:00 PM *((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*		Fecha de entrega de garantías:	16/02/2024 10:41:20 AM *((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*

Garantías del proveedor:

Id de la garantía	Justificación	Tipo de garantía	Valor	Emisor	Fecha fin	Estado
CO1.WRT.13206071	Cumplimiento - Buen manejo y correcta inversión del anticipo ⚠	Contrato de seguro	1.357.448.739,50 COP	SEGUROS DEL ESTADO	2/01/2029 *((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*	Pendiente Detalle
CO1.WRT.13613323	Cumplimiento - Buen manejo y correcta inversión del anticipo ⚠	Contrato de seguro	1.357.448.739,50 COP	SEGUROS DEL ESTADO	2/01/2029 *((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*	Pendiente Detalle
CO1.WRT.13206250	Responsabilidad civil extra contractual	Contrato de seguro	232.000.000,00 COP	Seguros del estado	2/01/2024 *((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*	Caducado Detalle
CO1.WRT.13205860	Cumplimiento - Buen manejo y correcta inversión del anticipo ⚠	Contrato de seguro	1.357.448.739,50 COP	Seguros del estado	2/01/2029 *((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*	Aprobada Detalle
CO1.WRT.13204320	Cumplimiento - Cumplimiento del contrato	Garantía bancaria	11.602.812,45 COP	Seguros del estado SA	2/01/2029 *((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*	Pendiente Detalle

1 2 3 »

Configuración financiera - Pago de anticipos

Definir Plan de Pagos? ☐Sí ☑No

Condiciones de facturación y pago

Forma de pago

Plazo de pago de la factura

Comentarios

Número del Contrato CO1.PCCNTR.5245179
Proveedor CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES DARLEV SAS
Creado por
Agregado en -
Comentario

Anexos del contrato

Descripción	Nombre
No existen resultados que cumplan con los criterios de búsqueda especificados	

Dirección de notificaciones

Dirección de notificaciones Calle 25 G No. 73B-90
Ubicación CO-DC-11001 - Bogotá
País COLOMBIA
Departamento Distrito Capital de Bogotá

Municipio Bogotá
Dirección Calle 25 G No. 73B-90
Código postal 110931

	Grados (°)	Minutos (')	Segundos (")
Latitud:	0	0	0
Longitud:	0	0	0

Municipio de ejecución del contrato

ID	Dirección	Ubicación
1	Corredor terciario Cruce vía 25CC08 (El Zorro) – Veredas La Playa y Villa María del Municipio de La Vega (Cauca)	COLOMBIA > Cauca > La Vega

1 CO1.PCCNTR.5245179

1.1 Incluya el precio como lo indique la Entidad Estatal

							Precio total estimado	Incluya el precio como lo indique la Entidad Estatal
							1,290,000,000,00	1,233,865,375,00
Ref. Artículo	Código UNSPSC	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario estimado	Precio unitario	Precio total estimado	Incluya el precio como lo indique la Entidad Estatal
1	72103300	MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DEL CORREDOR VIAL TERCIARIO VEREDAS LA PLAYA Y VILLA MARIA MUNICIPIO DE LA VEGA CAUCA PROGRAMA COLOMBIA RURAL	1,00	UN	1.290.000.000,00	1.233.865.375,00	1.290.000.000,00	1.233.865.375,00

Documentos del contrato

Descripción	Nombre del documento	Detalle
3178-2023_LP-DEO-SVR-026-2023_MINUTA.pdf	3178-2023_LP-DEO-SVR-026-2023_MINUTA.pdf	(detalle)
3178-2023_DOCUMENTOS_ANEXOS.zip	3178-2023_DOCUMENTOS_ANEXOS.zip	(detalle)

Asignaciones para el seguimiento

Ordenador del Gasto	Paola Andrea Roa Mora	Tipo de documento	Cédula de Ciudadanía	Número de documento	52357344	Guardar y notificar
Supervisor		Tipo de documento		Número de documento		Guardar y notificar

Asignaciones Ordenador del pago

Ordenador del pago		Tipo de documento		Número de documento	Guardar y notificar

Agregar usuario

Histórico de asignaciones

Posición	Nombre	Fecha de seguimiento	Cambiado por
Ordenador del Gasto	Paola Andrea Roa Mora	7/09/2023 11:33:40 AM *((UTC-05:00) Bogotá, Lima, Quito)*	Paola Andrea Roa Mora

Información presupuestal

Proyecto del Plan Marco para la Implementación del Acuerdo de Paz o asociado al Acuerdo de Paz ☐Sí ☑No * Gasto Posconflicto como aquel relacionado con el Plan Marco de Implementación (CONPES 3932) derivado de intervenciones en cumplimiento del Acuerdo.

Destinación del gasto Inversión

Fuente de los recursos:

	Valor
Presupuesto General de la Nación - PGN	1.233.865.375
Sistema General de Participaciones - SGP	0
Sistema General de Regalías - SGR	0
Recursos Propios (Alcaldías y Gobernaciones)	0
Recursos de Crédito	0
Otros Recursos (Especie, Privados, Cooperación, Propios Entidades Autónomas)	0
Total	1.233.865.375

Validación Código BPIN

	Código BPIN	Año	Estado
☐	2018011000933	2023	Validado

Entidad Estatal registrada en el SIIF ☑Sí ☐No

Código de autorización

Código unidad/subunidad ejecutora 24-02-00

CDP/Vigencias Futuras (Recuerde que es necesario agregar al menos un CDP o una AVF Extraordinaria si es el caso)

Código	Tipo	Estado	Saldo	Saldo a comprometer	Código unidad/subunidad ejecutora

☐	66823	CDP	No validado	1.290.000.000 COP	1.233.865.375 COP	24-02-00	Editar

Saldo de CDP 1.290.000.000 COP
Saldo de vigencias futuras 0 COP
Saldo total a comprometer 1.233.865.375 COP
Última consulta a SIIF Exito
Fecha de consulta SIIF 12/05/2023 3:17 PM

Compromiso presupuestal de gastos

⚠ **Hay códigos de compromiso dónde el valor total de la facturas es menos que el valor de compromiso. Por favor verifique si necesita liberar el valor restante**

	Código compromiso	Tipo	Fecha compromiso	Estado compromiso	Valor compromiso AVF/CDP	Monto por consumir	Monto presupuestal a liberar	Código Posición de Gasto	Consulta Ejecución
☐	1139923	Presupuestal (CDP)	13/10/2023 12:00 AM	Generado	1.233.865.375 COP	1.233.865.375 COP	-	C-2402-0600-12-0-2402041-02 C-2402-0600-12-0-2402112-02	SIIF Detalle Editar

Saldo de compromisos CDP 1.233.865.375 COP
Saldo de compromisos AVF 0 COP
Saldo total comprometido 1.233.865.375 COP
Última consulta a SIIF Exito
Fecha de consulta SIIF 19/12/2023 2:12 PM

Modificación del Contrato

Ref. de Modificación	Tipo de modificación	Fecha de modificación	Fecha de Aprobación	Estado	Versión	Versión previa	Cambios
CO1.CTRMOD.14968708	Modificar el contrato	7/03/2024 5:30 PM *(UTC -5 horas)*	7/03/2024 9:30 PM *(UTC -5 horas)*	Publicado	3	Ver	Detalle
CO1.CTRMOD.14944771	Reactivar el contrato	5/03/2024 3:03 PM *(UTC -5 horas)*	5/03/2024 4:22 PM *(UTC -5 horas)*	Publicado	2		Detalle
CO1.CTRMOD.14630437	Suspender el contrato	3/02/2024 2:11 PM *(UTC -5 horas)*	3/02/2024 2:13 PM *(UTC -5 horas)*	Publicado	2		Detalle
CO1.CTRMOD.14630436	Modificar el contrato	3/02/2024 2:07 PM *(UTC -5 horas)*	3/02/2024 2:11 PM *(UTC -5 horas)*	Publicado	2	Ver	Detalle
CO1.CTRMOD.14618768	Reactivar el contrato	1/02/2024 3:53 PM *(UTC -5 horas)*	1/02/2024 3:53 PM *(UTC -5 horas)*	Publicado	1		Detalle
CO1.CTRMOD.14322231	Suspender el contrato	29/12/2023 10:29 PM *(UTC -5 horas)*	29/12/2023 11:44 PM *(UTC -5 horas)*	Publicado	1		Detalle

MINISTERIO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES - MINTIC

CERTIFICA QUE

Una vez consultada la base de datos de deudores alimentarios morosos **REDAM**, el(la) ciudadano(a) con número de identificación CC 1068747 **NO SE ENCUENTRA INSCRITO EN EL REGISTRO DE DEUDORES ALIMENTARIOS MOROSOS**

Esta certificación es válida en todo el Territorio Nacional, siempre y cuando el tipo y número consignados en el respectivo documento de identificación, coincidan con los aquí registrados.

Se expide en Bogotá el 06/06/2024 03:49 PM

Código Verificación: **N1GREP3M2Z**

Válida hasta: **04/09/2024**

Dirección de Gobierno Digital

MINISTERIO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES - MINTIC

CONTRALORÍA
GENERAL DE LA REPÚBLICA

LA CONTRALORÍA DELEGADA PARA RESPONSABILIDAD FISCAL , INTERVENCIÓN JUDICIAL Y COBRO COACTIVO

CERTIFICA:

Que una vez consultado el Sistema de Información del Boletín de Responsables Fiscales 'SIBOR', hoy jueves 06 de junio de 2024, a las 15:59:47, el número de identificación, relacionado a continuación, NO SE ENCUENTRA REPORTADO COMO RESPONSABLE FISCAL.

Tipo Documento	Cédula de Ciudadanía
No. Identificación	1068747
Código de Verificación	1068747240606155947

Esta Certificación es válida en todo el Territorio Nacional, siempre y cuando el tipo y número consignados en el respectivo documento de identificación, coincidan con los aquí registrados.

De conformidad con el Decreto 2150 de 1995 y la Resolución 220 del 5 de octubre de 2004, la firma mecánica aquí plasmada tiene plena validez para todos los efectos legales.

YEZID LOZANO PUENTES
Contralor Delegado

Generó: WEB

POLICÍA NACIONAL
DE COLOMBIA

Consulta en línea de Antecedentes Penales y Requerimientos Judiciales

La Policía Nacional de Colombia informa:
Que siendo las 04:26:43 PM horas del 06/06/2024, el ciudadano identificado con:
Cédula de Ciudadanía Nº **1068747**
Apellidos y Nombres: **VALBUENA RUIZ ANTONIO JOSE**

NO TIENE ASUNTOS PENDIENTES CON LAS AUTORIDADES JUDICIALES
de conformidad con lo establecido en el artículo 248 de la Constitución Política de Colombia.

En cumplimiento de la Sentencia SU-458 del 21 de junio de 2012, proferida por la Honorable Corte Constitucional, la leyenda "NO TIENE ASUNTOS PENDIENTES CON LAS AUTORIDADES JUDICIALES" aplica para todas aquellas personas que no registran antecedentes y para quienes la autoridad judicial competente haya decretado la extinción de la condena o la prescripción de la pena.

Esta consulta es válida siempre y cuando el número de identificación y nombres, correspondan con el documento de identidad registrado y solo aplica para el territorio colombiano de acuerdo a lo establecido en el ordenamiento constitucional.

Si tiene alguna duda con el resultado, consulte las **preguntas frecuentes** o acérquese a las instalaciones de la **Policía Nacional** más cercanas.

Dirección: Avenida El Dorado # 75 – 25
barrio Modelia, Bogotá D.C.
Atención administrativa: Lunes a Viernes
8:00 am a 12:00 pm y 2:00 pm a 5:00 pm
Línea de atención al ciudadano: 5159700
ext. 30552 (Bogotá)
Resto del país: 018000 910 112
E-mail: dijin.araic-atc@policia.gov.co

Presidencia de la República
Ministerio de Defensa Nacional
Portal Único de Contratación
GOV.CO
Todos los derechos reservados.

PROCURADURIA GENERAL DE LA NACION

CERTIFICADO DE ANTECEDENTES

CERTIFICADO ORDINARIO No. 248380888

PIB
16:09:36

Bogotá DC, 06 de junio del 2024

La PROCURADURIA GENERAL DE LA NACIÓN certifica que una vez consultado el Sistema de Información de Registro de Sanciones e Inhabilidades (SIRI), el(la) señor(a) ANTONIO JOSE VALBUENA RUIZ identificado(a) con Cédula de ciudadanía número 1068747:

NO REGISTRA SANCIONES NI INHABILIDADES VIGENTES

ADVERTENCIA: La certificación de antecedentes contiene las anotaciones de las sanciones o inhabilidades que se encuentren vigentes. Cuando se trate de nombramiento o posesión en cargos que exijan para su desempeño ausencia de antecedentes, se certificarán todas las anotaciones que figuren en el registro. Anterior, de acuerdo a los incisos 3o. y 4o. del artículo 238 Ley 1952 de 2019.

NOTA: El certificado de antecedentes disciplinarios es un documento que contiene las anotaciones e inhabilidades generadas por sanciones penales, disciplinarias, inhabilidades que se deriven de las relaciones contractuales con el estado, de los fallos con responsabilidad fiscal, de las decisiones de pérdida de investidura y de las condenas proferidas contra servidores, ex servidores públicos y particulares que desempeñen funciones públicas en ejercicio de la acción de repetición o llamamiento en garantía. **Este documento tiene efectos para acceder al sector público, en los términos que establezca la Constitución Politica y la ley particular o demás disposiciones vigentes.** El Sistema SIRI reporta como antecedentes solamente las sanciones con debida ejecutoria recibidas de las autoridades nacionales colombianas. En caso de nombramiento o suscripción de contratos con el Estado, es responsabilidad de la Entidad, validar la información de antecedentes del aspirante en la página web: https://www.procuraduria.gov.co/Pages/certificado-antecedentes.aspx

CARLOS ARTURO ARBOLEDA MONTOYA
Jefe División de Relacionamiento Con El Ciudadano

ATENCIÓN :
ESTE CERTIFICADO CONSTA DE 01 HOJA(S), SOLO ES VALIDO EN SU TOTALIDAD. VERIFIQUE QUE EL NUMERO DEL CERTIFICADO SEA EL MISMO EN TODAS LAS HOJAS.

PROCURADURIA GENERAL DE LA NACION

CERTIFICADO DE ANTECEDENTES

CERTIFICADO ORDINARIO No. 248380988

PIB
16:10:27

Bogotá DC, 06 de junio del 2024

La PROCURADURIA GENERAL DE LA NACIÓN certifica que una vez consultado el Sistema de Información de Registro de Sanciones e Inhabilidades (SIRI), la persona CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES DARLEV S.A.S. identificado(a) con NIT número 8301048448:

NO REGISTRA SANCIONES NI INHABILIDADES VIGENTES

ADVERTENCIA: La certificación de antecedentes contiene las anotaciones de las sanciones o inhabilidades que se encuentren vigentes. Cuando se trate de nombramiento o posesión en cargos que exijan para su desempeño ausencia de antecedentes, se certificarán todas las anotaciones que figuren en el registro. Anterior, de acuerdo a los incisos 3o. y 4o. del artículo 238 Ley 1952 de 2019.

NOTA: El certificado de antecedentes disciplinarios es un documento que contiene las anotaciones e inhabilidades generadas por sanciones penales, disciplinarias, inhabilidades que se deriven de las relaciones contractuales con el estado, de los fallos con responsabilidad fiscal, de las decisiones de pérdida de investidura y de las condenas proferidas contra servidores, ex servidores públicos y particulares que desempeñen funciones públicas en ejercicio de la acción de repetición o llamamiento en garantía. **Este documento tiene efectos para acceder al sector público, en los términos que establezca la Constitución Politica y la ley particular o demás disposiciones vigentes.** El Sistema SIRI reporta como antecedentes solamente las sanciones con debida ejecutoria recibidas de las autoridades nacionales colombianas. En caso de nombramiento o suscripción de contratos con el Estado, es responsabilidad de la Entidad, validar la información de antecedentes del aspirante en la página web: https://www.procuraduria.gov.co/Pages/certificado-antecedentes.aspx

CARLOS ARTURO ARBOLEDA MONTOYA
Jefe División de Relacionamiento Con El Ciudadano

ATENCIÓN :
ESTE CERTIFICADO CONSTA DE 01 HOJA(S), SOLO ES VALIDO EN SU TOTALIDAD. VERIFIQUE QUE EL NUMERO DEL CERTIFICADO SEA EL MISMO EN TODAS LAS HOJAS.

CONTRALORÍA
GENERAL DE LA REPÚBLICA

LA CONTRALORÍA DELEGADA PARA RESPONSABILIDAD FISCAL , INTERVENCIÓN JUDICIAL Y COBRO COACTIVO

CERTIFICA:

Que una vez consultado el Sistema de Información del Boletín de Responsables Fiscales 'SIBOR', hoy jueves 06 de junio de 2024, a las 16:14:53, el número de identificación de la Persona Jurídica, relacionado a continuación, NO SE ENCUENTRA REPORTADO COMO RESPONSABLE FISCAL.

Tipo Documento	Número de identificación tributario
No. Identificación	830104844
Código de Verificación	830104844240606161452

Esta Certificación es válida en todo el Territorio Nacional, siempre y cuando el tipo y número consignados en el respectivo documento de identificación, coincidan con los aquí registrados.

De conformidad con el Decreto 2150 de 1995 y la Resolución 220 del 5 de octubre de 2004, la firma mecánica aquí plasmada tiene plena validez para todos los efectos legales.

YEZID LOZANO PUENTES
Contralor Delegado

Generó: WEB

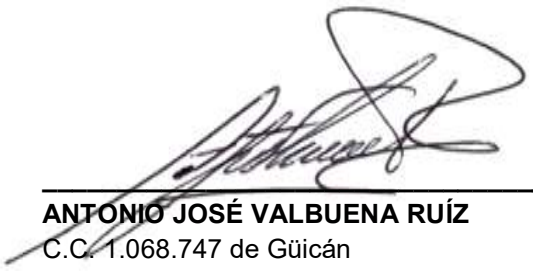
FORMATO 6- PAGOS DE SEGURIDAD SOCIAL Y APORTES LEGALES

ARTÍCULO 50 LEY 789 DE 2002
(PERSONAS JURÍDICAS)

ANTONIO JOSÉ VALBUENA RUÍZ, identificado con cédula de ciudadanía No. 1.068.747 de Güicán, en mi condición de representante legal de **CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES DARLEV SAS** identificada con el NIT 830.104.844-8,, bajo la gravedad de juramento, certifico el pago de los aportes de salud, riesgos laborales, pensiones y aportes a las Cajas de Compensación Familiar, al Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, al Servicio Nacional de Aprendizaje y al Fondo Nacional de Formación Profesional para la Industria de Construcción (artículo 65 de la Ley 1819 de 2016 y el artículo 3 del Decreto 1047 de 1983*),* pagados por la compañía durante los últimos seis (6) meses. Lo anterior, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 50 de la Ley 789 de 2002.

Conforme con el artículo 65 de la Ley 1819 de 2016, bajo la gravedad de juramento manifiesto que me encuentro exonerado del pago de los aportes parafiscales a favor del Servicio Nacional del Aprendizaje (SENA), del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) y las cotizaciones al Régimen Contributivo de Salud, las sociedades y personas jurídicas y asimiladas contribuyentes declarantes del impuesto sobre la renta y complementarios, correspondientes a los trabajadores que devenguen, individualmente considerados, menos de diez (10) salarios mínimos mensuales legales vigentes.

En constancia, se firma en Bogotá, a los seis (6) días del mes de junio de 2024.



ANTONIO JOSÉ VALBUENA RUÍZ
C.C. 1.068.747 de Güicán
Rep. Legal CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES DARLEV SAS

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 20 de mayo de 2024 Hora: 09:05:52
Recibo No. AA24896213
Valor: $ 7,900

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2489621334392

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

CON FUNDAMENTO EN LA MATRÍCULA E INSCRIPCIONES EFECTUADAS EN EL REGISTRO MERCANTIL, LA CÁMARA DE COMERCIO CERTIFICA:

NOMBRE, IDENTIFICACIÓN Y DOMICILIO

Razón social: CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES DARLEV S.A.S.
Nit: 830.104.844-8 Administración : Direccion Seccional De Impuestos De Bogota
Domicilio principal: Bogotá D.C.

MATRÍCULA

Matrícula No. 01191867
Fecha de matrícula: 27 de junio de 2002
Último año renovado: 2024
Fecha de renovación: 27 de marzo de 2024
Grupo NIIF: Grupo II.

UBICACIÓN

Dirección del domicilio principal: Cl 74 15 - 80 Int 2 Ofc 612
Municipio: Bogotá D.C.
Correo electrónico: construccionesdarlevsas@gmail.com
Teléfono comercial 1: 3214923901
Teléfono comercial 2: 3152663420
Teléfono comercial 3: No reportó.

Dirección para notificación judicial: Cl 74 15 - 80 Int 2 Ofc 612
Municipio: Bogotá D.C.
Correo electrónico de notificación: construccionesdarlevsas@gmail.com
Teléfono para notificación 1: 3214923901
Teléfono para notificación 2: 3152663420
Teléfono para notificación 3: No reportó.

La persona jurídica SI autorizó para recibir notificaciones personales a través de correo electrónico, de conformidad con lo establecido en los artículos 291 del Código General del Procesos y 67 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

Constanza del Pilar Puentes Trujillo

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 20 de mayo de 2024 Hora: 09:05:52
Recibo No. AA24896213
Valor: $ 7,900

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2489621334392

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

CONSTITUCIÓN

Por Documento Privado del 18 de junio de 2002 , inscrito en esta Cámara de Comercio el 27 de junio de 2002, con el No. 00833198 del Libro IX, se constituyó la sociedad de naturaleza Comercial denominada CONSTRUCTORA ANTOVAL E U.

Por documento privado de Bogotá D.C., del 24 de junio de2002, se aclaró el documento de constitución.

REFORMAS ESPECIALES

Por Documento Privado del 28 de agosto de 2003 , inscrito en esta Cámara de Comercio el 1 de septiembre de 2003, con el No. 00895499 del Libro IX, la sociedad cambió su denominación o razón social de CONSTRUCTORA ANTOVAL E U a CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES DARLEV EU.

Por escritura pública No. 02219 del 3 de septiembre de 2005 de la notaría 52 de Bogotá D.C., inscrita el 21 de septiembre de 2005 bajo el Número 1012424 del Libro IX, la empresa unipersonal se convirtió en sociedad limitada bajo el nombre de CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES DARLEV LIMITADA.

Por Escritura Pública No. 0002397 del 20 de septiembre de 2005 de Notaría 52 de Bogotá D.C., inscrito en esta Cámara de Comercio el 21 de septiembre de 2005, con el No. 01012424 del Libro IX, la sociedad cambió su denominación o razón social de CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES DARLEV EU a CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES DARLEV LIMITADA.

Por Acta No. Sin Núm. de la junta de socios, del 29 de noviembre de 2012, inscrita el 3 de diciembre de 2012 bajo el número 01686074 del Libro IX, la Sociedad de la referencia se transformó de sociedad limitada a sociedad por acciones simplificada bajo el nombre de CONSULTORÍA Y CONSTRUCCIONES DARLEV S.A.S.

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 20 de mayo de 2024 Hora: 09:05:52
Recibo No. AA24896213
Valor: $ 7,900

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2489621334392

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

Por Acta del 29 de noviembre de 2012 de Junta de Socios, inscrito en esta Cámara de Comercio el 3 de diciembre de 2012, con el No. 01686074 del Libro IX, la sociedad cambió su denominación o razón social de CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES DARLEV LIMITADA a CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES DARLEV S.A.S..

TÉRMINO DE DURACIÓN

La persona jurídica no se encuentra disuelta y su duración es indefinida.

OBJETO SOCIAL

La Sociedad tendrá como objeto principal las siguientes actividades 1. La prestación de servicios en todas las ramas de la ingeniería y la arquitectura. 2. La construcción de obras y montajes de ingeniería en todas las ramas y fases. 3. La ejecución de diseños y proyectos de ingeniería y arquitectura en todas sus fases. 4. La elaboración de estudios técnicos y económicos, en aspectos tales como A) Estudios de factibilidad y pre factibilidad. B) Análisis y evaluación de procesos y selección de tecnología apropiada. C) Asesoría en la presentación de ofertas, evaluación de ofertas, gestión de compras, contratación de estudios, diseños y obras, montajes. D) Ingeniería de riesgo y operatividad de plantas. 5. Gerencia de proyectos y obras 6. Asesoría en operación, mantenimiento de plantas y equipos. 7. Participación directa o como asociado en el negocio y fabricación, producción, compra y venta, importación, exportación, distribución y aplicación de todo tipo de productos, materias primas, materiales para los sectores de la construcción, servicios, transportes, industria y bienes de capital del comercio en general. 8. La supervisión, asesoría e interventoría en las labores de estudios, diseños, construcción y montajes. 9. La inversión en bienes inmuebles, urbanos y/o rurales y 1a adquisición, administración, arrendamiento, gravamen o enajenación de los mismos. 10. La negociación de bienes muebles, títulos valores de libre circulación en el mercado y toda clase de derechos de crédito. 11. La presentación o agenciamiento de firmas nacionales o extranjeras. 12. Tomar dinero en mutuo con o sin intereses y darlo con intereses en las condiciones permitidas a las personas jurídicas que no tienen ese objeto como propio. 13.

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 20 de mayo de 2024 Hora: 09:05:52
Recibo No. AA24896213
Valor: $ 7,900

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2489621334392

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

Suscribir acciones o adquirir cuotas de interés social en Sociedades que faciliten o contribuyen al desarrollo de sus operaciones; o incorporarse o fusionarse con ellas. 14. Celebrar e1 contrato comercial de cambio de todas sus manifestaciones tales como: girar, endosar, protestar, avalar, dar y recibir letras de cambio, pagares o cualquier otro acto de comercio sobre títulos valores en general, y celebrar toda clase de operaciones con entidades crediticias. Parágrafo primero: en el desarrollo de su objeto social, la Sociedad podrá asociarse con otra u otras personas naturales o jurídicas que desarrollen el mismo o similar objeto social o que se relaciones directa o indirectamente con este. Parágrafo segundo: en el desarrollo de sus funciones, y con los requisitos que señala la ley y los estatutos, el gerente podrá comprar, vender, contratar, tramitar, licitar, nombrar apoderados judiciales y extrajudiciales, comprometer, arbitrar, compensar, desistir, confundir, novar, interponer todo género de recursos compadecer en los juicios que promuevan contra la Sociedad, o que ella deba promover, recibir o dar dineros en mutuo; celebrar contrato de cambio en todas sus manifestaciones y firmar letras pagares, cheques, ejecutar préstamos bancarios, girar cheques, negociarlos, aceptarlos, endosarlos, tenerlos , prestarlos, cobrarlos y pagarlos; exigir, cobrar y percibir cualquier cantidad de dinero que se adeude a la Sociedad o que ella tenga derecho u obligación de cobrar; condonar deudas, y, en fin desarrollar todas las actividades que el desempeño de su cargo y el logro del objeto social requieran.

CAPITAL

* CAPITAL AUTORIZADO *

Valor : $900.000.000,00
No. de acciones : 900,00
Valor nominal : $1.000.000,00

* CAPITAL SUSCRITO *

Valor : $60.000.000,00
No. de acciones : 60,00
Valor nominal : $1.000.000,00

* CAPITAL PAGADO *

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 20 de mayo de 2024 Hora: 09:05:52
Recibo No. AA24896213
Valor: $ 7,900

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2489621334392

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

Valor : $60.000.000,00
No. de acciones : 60,00
Valor nominal : $1.000.000,00

REPRESENTACIÓN LEGAL

La Representación Legal de la Sociedad por acciones simplificada estará a cargo de una persona natural o jurídica, Accionista o no, quien tendrá suplente, designados para un término de indefinido por la Asamblea General De Accionistas.

FACULTADES Y LIMITACIONES DEL REPRESENTANTE LEGAL

La Sociedad será gerencia, administrada y representada legalmente ante terceros por et Representante Legal, quien no tendrá restricciones de contratación por razón de la naturaleza ni de la cuantía de los actos y/o contratos que celebre. Por lo tanto, se entenderá que el Representante Legal podrá celebrar o ejecutar todos los actos y contratos o formar parte de uno o varios consorcios o uniones temporales que desarrollen el objeto social o que se relacionen directamente con la existencia y el funcionamiento de la Sociedad, y en General con el objeto social que versa en el artículo 2 de los presentes estatutos. El Representante Legal se entenderá investido de los más amplios poderes para actuar en todas las circunstancias en nombre de la Sociedad, con excepción de aquellas facultades que, de acuerdo con los estatutos, se hubieren reservado tos Accionistas. En las relaciones frente a terceros, la Sociedad quedará obligada por tos actos y contratos celebrados por el representante legal. Le está prohibido al Representante Legal y a los demás administradores de la Sociedad, obtener cualquier tipo de garantía de sus obligaciones personales.

NOMBRAMIENTOS

REPRESENTANTES LEGALES

Por Acta del 29 de noviembre de 2012, de Junta de Socios, inscrita en esta Cámara de Comercio el 3 de diciembre de 2012 con el No. 01686074

del Libro IX, se designó a:

CARGO	NOMBRE	IDENTIFICACIÓN
Representante Legal	Antonio Jose Valbuena Ruiz	C.C. No. 1068747

Por Acta No. 01 del 8 de abril de 2024, de Asamblea de Accionistas, inscrita en esta Cámara de Comercio el 11 de abril de 2024 con el No. 03087476 del Libro IX, se designó a:

CARGO	NOMBRE	IDENTIFICACIÓN
Representante Legal Suplente	David Ricardo Valbuena Baron	C.C. No. 1015412708

REFORMAS DE ESTATUTOS

Los estatutos de la sociedad han sido reformados así:

DOCUMENTO	INSCRIPCIÓN
Doc. Priv. del 28 de agosto de 2003 de la $dato.var_origen_doc	00895499 del 1 de septiembre de 2003 del Libro IX
Doc. Priv. del 3 de diciembre de 2003 de la $dato.var_origen_doc	00911745 del 19 de diciembre de 2003 del Libro IX
E. P. No. 0002397 del 20 de septiembre de 2005 de la Notaría 52 de Bogotá D.C.	01012424 del 21 de septiembre de 2005 del Libro IX
Acta del 29 de noviembre de 2012 de la Junta de Socios	01686074 del 3 de diciembre de 2012 del Libro IX

RECURSOS CONTRA LOS ACTOS DE INSCRIPCIÓN

De conformidad con lo establecido en el Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo y la Ley 962 de 2005, los actos administrativos de registro, quedan en firme dentro de los diez (10) días hábiles siguientes a la fecha de inscripción, siempre que no sean objeto de recursos. Para estos efectos, se informa que para la Cámara de Comercio de Bogotá, los sábados NO son días hábiles.

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 20 de mayo de 2024 Hora: 09:05:52
Recibo No. AA24896213
Valor: $ 7,900

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2489621334392

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

Una vez interpuestos los recursos, los actos administrativos recurridos quedan en efecto suspensivo, hasta tanto los mismos sean resueltos, conforme lo prevé el artículo 79 del Código de Procedimiento Administrativo y de los Contencioso Administrativo.

A la fecha y hora de expedición de este certificado, NO se encuentra en curso ningún recurso.

CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES ECONÓMICAS - CIIU

Actividad principal Código CIIU: 4290
Actividad secundaria Código CIIU: 7010
Otras actividades Código CIIU: 4210, 7730

TAMAÑO EMPRESARIAL

De conformidad con lo previsto en el artículo 2.2.1.13.2.1 del Decreto 1074 de 2015 y la Resolución 2225 de 2019 del DANE el tamaño de la empresa es Microempresa

Lo anterior de acuerdo a la información reportada por el matriculado o inscrito en el formulario RUES:

Ingresos por actividad ordinaria $ 787.690.986
Actividad económica por la que percibió mayores ingresos en el período - CIIU : 4290

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Que, los datos del empresario y/o el establecimiento de comercio han sido puestos a disposición de la Policía Nacional a través de la consulta a la base de datos del RUES.

Los siguientes datos sobre RIT y Planeación son informativos: Contribuyente inscrito en el registro RIT de la Dirección de Impuestos, fecha de inscripción : 4 de abril de 2022. Fecha de envío de información a Planeación : 11 de abril de 2024. \n \n Señor

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 20 de mayo de 2024 Hora: 09:05:52
Recibo No. AA24896213
Valor: $ 7,900

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2489621334392

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

---

empresario, si su empresa tiene activos inferiores a 30.000 SMLMV y una planta de personal de menos de 200 trabajadores, usted tiene derecho a recibir un descuento en el pago de los parafiscales de 75% en el primer año de constitución de su empresa, de 50% en el segundo año y de 25% en el tercer año. Ley 590 de 2000 y Decreto 525 de 2009. Recuerde ingresar a www.supersociedades.gov.co para verificar si su empresa está obligada a remitir estados financieros. Evite sanciones.

El presente certificado no constituye permiso de funcionamiento en ningún caso.

****

Este certificado refleja la situación jurídica registral de la sociedad, a la fecha y hora de su expedición.

****

Este certificado fue generado electrónicamente con firma digital y cuenta con plena validez jurídica conforme a la Ley 527 de 1999.

****

Firma mecánica de conformidad con el Decreto 2150 de 1995 y la autorización impartida por la Superintendencia de Industria y Comercio, mediante el oficio del 18 de noviembre de 1996.



CONSTANZA PUENTES TRUJILLO