

**AUXILIAR DE INGENIERÍA EN RECURSOS HÍDRICOS EN LA EMPRESA
INGENIES IDECAM SAS.**



**PRESENTADO POR:
DAVID ESTEBAN ROSERO SINZA
Cód. 100415021801**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA
POPAYÁN-CAUCA
2023**

**AUXILIAR DE INGENIERÍA EN RECURSOS HÍDRICOS EN LA EMPRESA
INGENIERES IDECAM SAS**



**ANTEPROYECTO DE TRABAJO DE GRADO
PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
MODALIDAD PASANTÍA**

**PRESENTADO POR:
DAVID ESTEBAN ROSERO SINZA
Cód. 100415021801**

**DIRECTOR:
ING. ANDREA MARCELA BOLAÑOS RODRIGUEZ**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA
POPAYÁN-CAUCA
2023**

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	8
2	OBJETIVOS	9
2.1.	Objetivo general.....	9
2.2.	Objetivos específicos.....	9
2.3.	Justificación.....	9
3	ENTIDAD RECEPTORA	10
3.1.	Experiencia de la empresa	10
3.2.	Misión	11
3.3.	Visión	11
4	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	11
4.1.	Localización general del proyecto	12
5	METODOLOGÍA	13
5.1.	Duración	13
5.2.	Actividades	13
5.2.1.	Cronograma de actividades	13
6	ACTIVIDADES REALIZADAS	14
6.1.	Caracterización de la vía de estudio	14
6.2.	Registro fotográfico de la zona de estudio.....	15
6.3.	Localización de puntos críticos dentro del corredor	15
6.3.1.	Punto crítico 1 PR1+611.....	16
6.3.2.	Punto crítico 2 PR2+500.....	18
6.3.3.	Punto crítico 3 PR3+500.....	19
6.3.4.	Punto crítico 4 PR5+080.....	20
6.4.	Localización de puentes.....	20
6.4.1.	Puente 1 PR1+975 (coordenadas 2°37'16.08''n - 76°22'26.26''o)	21
6.4.2.	Puente 2 PR6+081 (coordenadas 2°38'53.13''n - 76°21'53.73''o)	22
6.4.3.	Puente 3 PR9+590 (coordenadas 2°40'30.21''n - 76°20'43.02''o)	23
6.5.	Salida de campo	24
7	ESTUDIO HIDROLÓGICO	27
7.1.	Recopilación y análisis de la información existente.....	27
7.1.1.	Toma de información secundaria	27
7.1.2.	Toma de información primaria	27

7.2. Registros de lluvias y temperaturas	28
7.3. Análisis de información estaciones pluviométricas	28
7.3.1.1. Estación Jambaló [26040240].....	29
7.3.1.2. Estación Pitayo [26040340]	29
7.3.1.3. Estación Silvia Pta. Eléctrica [26020020].....	31
7.4. Características de la zona	34
7.5. Determinación de caudales para obras menores	34
7.5.1. Determinación de caudales para obras mayores.....	36
7.6. Características de las cuencas en la zona de estudio	37
7.7. Características de la quebrada Manchay	37
7.8. Características de la quebrada Juanambú.....	41
7.8.1. Precipitaciones y caudales de diseño en los sectores de estudio.....	43
7.8.1.1. Características de los cauces principales	44
7.8.1.2. Análisis geomorfológico de la evolución de las quebradas Manchay Y Juanambú 44	
7.8.2. Análisis hidráulico	45
7.9. Evaluación de cada sector bajo caudales normales	51
7.9.1. Análisis de resultados sector crítico PR1+611.....	51
7.9.2. Análisis de resultados sector puente PR1+973	53
7.9.3. Análisis de resultados sector crítico PR2+500.....	55
7.9.4. Análisis de resultados sector crítico PR3+500.....	56
7.9.5. Análisis de resultados sector puente k6+081	57
7.9.6. Análisis de resultados sector puente k9+542	58
8 CONCLUSIONES	60
9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
10 REFERENCIAS PÁGINAS WEB	61
11 ANEXOS.....	62
• Carta de aceptación de la entidad	¡Error! Marcador no definido.
• ARL.....	62
• Certificación	62
• Resolución de pasantía	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Histograma de frecuencia estación Pitayo.....	30
Figura 2. Curvas IDF estación Pitayo.....	31
Figura 3. Histograma de frecuencia estación Silvia Pta Eléctrica.....	33
Figura 4. Curvas IDF estación Silvia.....	34
Figura 5 Secciones transversales HEC RAS.....	50

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:Logo de la empresa.....	10
Ilustración 2. Localización general del proyecto.....	12
Ilustración 3. Localización específica del proyecto.....	12
Ilustración 4. Perfil del tramo de intervención del proyecto.....	14
Ilustración 5. Localización punto crítico 1.....	16
Ilustración 6. Problemática en la zona alta del talud.....	17
Ilustración 7. Comportamiento del cauce de acuerdo con las curvas.....	17
Ilustración 8. Planta Puente existente PR1+975.....	21
Ilustración 9. Planta perfil Puente existente PR6+081.....	22
Ilustración 10. Planta perfil Puente existente PR9+590.....	24
Ilustración 11. Mapa de localización de estaciones pluviométricas.....	28
Ilustración 12. Datos estaciones pluviométricas dentro de la zona de zona de estudio.....	29
Ilustración 13 Esquema de las etapas de un río.....	44
Ilustración 14 Sección transversal K0+070 – Fuente: HEC-RAS.....	51
Ilustración 15 Sección transversal K0+080 – Fuente: HEC-RAS.....	51
Ilustración 16 Sección transversal K0+090 – Fuente: HEC-RAS.....	52
Ilustración 17 Sección transversal K0+100 – Fuente: HEC-RAS.....	52
Ilustración 18 Sección transversal K0+140 – Fuente: HEC-RAS.....	52
Ilustración 19 Sección transversal K0+085 – Fuente: HEC-RAS.....	54
Ilustración 20 Sección transversal K0+085 – Fuente: HEC-RAS.....	55
Ilustración 21. Sobre elevación de la lámina de agua en la zona de estudio.....	56
Ilustración 22. Esquema de implantación del box en el sector crítico PR3+500.....	56
Ilustración 23. Sección K0+050, elevación del agua Tr 25 años – PR3+500.....	57
Ilustración 24 Sección transversal K0+055 – Fuente: HEC-RAS.....	58
Ilustración 25 Sección transversal K0+090 – Fuente: HEC-RAS.....	59

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Tabla cronograma	13
Tabla 2. Estaciones Meteorológicas de referencia.....	28
<i>Tabla 3. Datos generales estación Pitayo (26040340).....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 4. Precipitaciones mensuales estación Pitayo (26040340).....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 5 Valores mínimos, promedios y máximos, estación de estudio.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 8. Datos generales estación Silvia Pta Eléctrica (26020020).....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 9. Precipitaciones mensuales estación Silvia Pta Eléctrica (26020020).....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 10 Valores mínimos, promedios y máximos, estación de estudio.....</i>	<i>33</i>
Tabla 9. Caudales de obras menores.....	34
Tabla 10 Cuadro resumen de los parámetros de las cuencas de estudio.....	36
Tabla 11 Clasificación del suelo para el método S.C.S	40
Tabla 12. Caracterización del material en el lecho del cauce quebrada Manchay	41
Tabla 13 Clasificación del suelo para el método S.C.S	43
Tabla 14. Caracterización del material del lecho del cauce sector PR9+542	43
Tabla 15. Resumen de caudales máximos de diseño	43
Tabla 16. Pendientes de los cauces en el punto de estudio.....	45
Tabla 17 Coordenadas (X, Y) del eje del canal	46
Tabla 18 Secciones transversales del cauce.....	48
Tabla 19. Condiciones rasante sector crítico PR1+611	52
Tabla 20 Resultados sección transversal K0+085 - Fuente: HEC-RAS	54
Tabla 21 Resultados generales de modelación en el canal bajo caudales normales.....	54
Tabla 22 Resultados sección transversal K0+085 - Fuente: HEC-RAS	55
Tabla 23. Condiciones rasante sector crítico PR2+500	56
Tabla 24. resultados modelación hidráulica caudal de diseño en PR3+500.....	57
Tabla 25. Cotas de estructura y lámina de agua sector crítico PR3+500.....	57
Tabla 26 Resultados sección transversal K0+055 - Fuente: HEC-RAS	58
Tabla 27 Resultados sección transversal K0+090 - Fuente: HEC-RAS	59
Tabla 28. cotas resultantes de la modelación hidráulica.....	59

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Estado actual del tramo entre el PR1+075 y el PR13+400	15
Fotografía 2 Punto de inestabilidad hidráulica PR1+611	16
Fotografía 3. Proceso de erosión y sedimentación aguas arriba del punto crítico PR1+611	18
Fotografía 4 Punto de inestabilidad hidráulica K2+430 – K2+510MD sentido de avance de la vía	18
Fotografía 5. Punto de inestabilidad hidráulica K2+430 – K2+510MD.....	19
Fotografía 6. Box punto crítico PR3+500.....	19
Fotografía 7 Box punto crítico PR3+500.....	20
Fotografía 8. Punto crítico PR5+080	20
Fotografía 9. Punto crítico PR5+080	20
Fotografía 10. Huella de inundación aguas arriba puente PR1+975	21
Fotografía 11 Puente PR1+975.....	22
Fotografía 12 Puente PR1+975, aleta volcada MI estructura de entrada.....	22
Fotografía 13. Puente PR6+081	23
Fotografía 14. Puente PR6+081, aguas arriba conjunción de cauces	23
Fotografía 15. Puente PR9+542.....	24
Fotografía 16. Puente PR9+542, Quebradas Juanambú y La Peña	24
Fotografía 17 Toma de datos en la salida de campo.....	25
Fotografía 18. Zona aguas arriba del punto de estudio, sector crítico PR1+611	38
Fotografía 19. Zona aguas arriba del punto de estudio, sector crítico PR1+611	38
Fotografía 20. Zona de estudio, sector crítico PR1+611	38
Fotografía 21. Zona de estudio, Muro en gavión sector crítico PR1+611	39
Fotografía 22. Socavación en la zona estudio aguas abajo, sector crítico PR1+611	39
Fotografía 23 Socavación en la zona estudio aguas arriba, sector crítico PR2+500	39
Fotografía 24. Zona aguas arriba sector crítico PR2+500	40
Fotografía 25. Quebradas Juanambú y La Peña.....	41
Fotografía 26. Quebrada Juanambú	42
Fotografía 27. Quebrada Juanambú, vegetación.....	42

1 INTRODUCCIÓN

En la vida cotidiana de la sociedad, son utilizadas muchas de las estructuras hidráulicas construidas en su entorno, las cuales cumplen como función satisfacer y proteger a la sociedad en sus necesidades diarias. Por lo cual es de mucha importancia el estudio y el diseño de cada una de estas estructuras para que los proyectos a construir sean óptimos en su funcionamiento.

El presente proyecto tiene como fin dar a conocer el proceso de práctica profesional de la Universidad del Cauca en su modalidad pasantía, de Ingeniería Civil, realizado en la empresa INGENIES IDECAM S.A.S, en el cargo de auxiliar hidráulico bajo el cargo de la especialista en recursos hídricos Carmen Elena Concha Gómez, para el desarrollo de este proyecto se tendrán en cuenta salidas de campo, identificación de obras existentes, ubicación de las nuevas obras y el estudio de puntos críticos en la zona, al igual que hacer estudio climatológico e hidrológico. Este proyecto se dará a cabo en Silvia-Jambaló, planteando estudios y diseños de diferentes estructuras hidráulicas, a su vez se presenta la metodología a seguir y el cronograma estipulado.

El diseño y el manejo de las aguas de escorrentía es el fundamento para los proyectos, permite tener un buen diseño de las redes y estructuras hidráulicas, este conlleva a que estructuras como: puentes, vías, edificios, hidroeléctricas o cualquier proyecto tenga un buen diseño de redes hidráulicas y conservando la función en su vida útil. Los diseños presentados en Silvia-Jambaló se espera evitar daños en las estructuras causados por aguas; cabe recalcar que en todo proyecto es de mucha importancia y se espera no tener inconvenientes tanto en la construcción como en la función de cualquier proyecto.

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Brindar apoyo en el diseño de las diferentes obras hidráulicas que se presentan a lo largo del proyecto “SILVIA-JAMBALÓ”

2.2. Objetivos específicos

- ✓ Apoyo en la identificación y estado de las obras hidráulicas existentes en el proyecto Silvia-Jambaló.
- ✓ Realizar el análisis hidrológico de la zona, para el cálculo de escorrentías de los diferentes tramos del proyecto.
- ✓ Apoyo en el diseño y reposición de las estructuras hidráulicas en el proyecto, por medio de programas especializados para dicho diseño (HEC-RAS Y HY8).

2.3. Justificación

La práctica Profesional es la oportunidad que brindan las empresas para ganar experiencia a los estudiantes en el ámbito laboral, permite la aplicación de conocimientos obtenidos a lo largo de la formación profesional en la Universidad del Cauca, ejerciendo en el diseño y diferentes procesos ingenieriles para demostrar las capacidades, destrezas y habilidades adquiridas.

De acuerdo a la Resolución No. 820 del 14 de octubre de 2014 emitida por la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca, brinda la oportunidad a los estudiantes de último semestre o con el 80% de créditos aprobados de las materias (incluyendo las asignaturas requeridas) puedan realizar su trabajo de grado bajo la modalidad de Práctica Profesional, para completar el 100% de formación académica y poder egresar de la universidad, obteniendo así el título profesional de Ingeniería Civil. Ésta se realizará de manera presencial en la empresa INGENIES IDECAM en la ciudad de Popayán Cauca en modalidad de pasantía, cumpliendo con 576 horas en el cargo de Auxiliar de Ingeniería Hidráulica.

En este proyecto el apoyo brindado se realizará en la actualización de estudios y diseños, mejoramiento y pavimentación de la vía 26CC03 Silvia – Jambaló, PR 1+075- PR 13+400, además se estudiarán sitios críticos y puentes, ubicados en los PR 1+611, PR 2+500, PR 3+500, PR 5+080, PR 14+100, PR 19+200, PR 24+550, PR 25+990 del departamento del Cauca. Se pretende mejorar el tránsito de la zona pavimentando ya que está en pésimas condiciones en cuanto a infraestructura y movilidad; lo cual afecta la salud y economía de los habitantes del sector, dificultando el transporte de los productos comerciales como es la papa, fresas, truchas, entre otros. Para esto se utilizarán programas como: Hec-Ras, Topo 3, AutoCAD y visores que permiten realizar el estudio, modelización hidráulica.

3 ENTIDAD RECEPTORA

Ilustración 1: Logo de la empresa



INGENIES IDECAM. Empresa constituida legalmente en el año 2018 y registrada en la Cámara de Comercio del Cauca, que nace de la unión de un equipo de emprendedores profesionales en el área de la construcción, proyectados a desarrollar y a mejorar las condiciones de habitabilidad, los entornos y calidad de vida de los habitantes, con arquitectura y altos estándares de calidad exigidos en nuestro país.

3.1.Experiencia de la empresa

- ✓ Planta de tratamiento: Puerto Tejada y Villa Rica, en el departamento del Cauca.
- ✓ Construcciones de estructura y mampostería: Hotel Business Center (propiedad de Gracol).
- ✓ Construcciones de estructura y mampostería de la nueva sede de la Facultad de Humanidades y la Facultad de Deportes de la Universidad del Cauca.
- ✓ Construcciones de estructura y mampostería del Parque Comercial Los Pinos.
- ✓ Urbanismos: Puente peatonal Rosas.
- ✓ Parcelación con vivienda: Las Vegas, La Gaviota, Las Margaritas y Kilómetro 7 vía Totoró en el departamento del Cauca.
- ✓ Muros de contención: vía vereda Márquez, vereda Guizabaló, Barondillo, Jambaló en el departamento del Cauca
- ✓ Cimentaciones profundas: pilotes de diámetro de 1 a 2 metros.
- ✓ Puentes vehiculares: Jambaló, en el departamento del Cauca.
- ✓ Consultorías viales y obras de arte.
- ✓ Interventorías: Obras de arte, centros de salud y coliseos.
- ✓ Maquinaria pesada.
- ✓ Concreto estampado.
- ✓ Construcción y remodelación de aulas escolares en Puerto Tejada, Cauca.
- ✓ Consultoría de diseño del Centro de Acopio de Guadalejo.
- ✓ Consultoría de diseño de la Casa Nasa Chá Chá (Edificación de 4 pisos).
- ✓ Consultoría de diseño de polideportivos y baterías sanitarias.
- ✓ Construcción de tramo de placa huella 230 metros en Cajibío, departamento del Cauca.
- ✓ Obras de drenaje y Box Culvert en Cajibío, departamento del Cauca.

3.2.Misión

Es mejorar el entorno, la calidad, el estilo de vida de los habitantes de la ciudad de Popayán y contribuir con el mejoramiento urbanístico de la misma, en forma competitiva y creativa, gestionando, diseñando, construyendo y controlando proyectos habitacionales y de infraestructura.

3.3.Visión

A mediano plazo, es ser una de las constructoras más importantes de la ciudad de Popayán, desarrollando y mejorando el control de calidad, la protección del medio ambiente y garantizando el bienestar de nuestro recurso humano.

4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Dentro de los Estudios y Diseños desarrollados para la concepción de obras de mejoramiento y pavimentación uno de los insumos fundamentales para los mismos es el componente de hidrología, hidráulica y de socavación. Mediante este volumen el cual tiene como objetivo principal el dimensionamiento de las obras de drenaje necesarias para evacuar de manera rápida y segura los caudales de escorrentía que son transportados por los drenajes naturales dentro de la zona de estudio y que son interceptados por el corredor a intervenir, la finalidad del diseño hidráulico es mediante las obras implementadas devolver el drenaje a su curso normal garantizando la estabilidad de la estructura de pavimento a implementar.

Para ello, es indispensable estudiar la hidrología de la zona, abarcando las características principales del relieve, el uso de los suelos, la vegetación y los aspectos climatológicos del sector de intervención para establecer con claridad aquellos parámetros que afectan el régimen de lluvias. Mediante los datos de lluvias de la estación pluviométrica o hidrológica ubicada dentro de la zona de estudio o cercana a ella se lleva a cabo el análisis de los mismos estableciendo el comportamiento de las lluvias a través de un periodo de tiempo mayor o igual a 15 años para definir de manera clara los periodos de lluvias y los periodos de sequía, además de poder construir las Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia asociadas a las lluvias máximas en 24 horas y con las áreas de drenaje previamente identificadas se determinan

la metodología de cálculo de caudales máximos a aplicar.

En el caso particular del proyecto de infraestructura vial el cual tiene como objeto la **“ACTUALIZACIÓN ESTUDIOS Y DISEÑOS MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACIÓN DE LA VÍA 26CC03 SILVIA – JAMBALÓ, PR 1+075-PR 13+400 SITIOS CRÍTICOS Y PUENTES, ADICIONALMENTE SITIOS CRÍTICOS UBICADOS EN LOS PRS 14+100, 19+200, 24+550 Y 25+990, DEPARTAMENTO DEL CAUCA”**, se requiere hacer el diseño de las obras de drenaje, tomando como referente el Manual de Drenaje Para Carreteras, expedido por el Instituto Nacional de Vías adscrito al Ministerio de Transporte en el año 2009 y la literatura existente necesaria de acuerdo con los criterios técnicos del Diseñador con el fin de garantizar el adecuado funcionamiento de las mismas y la estabilidad de la estructura de pavimento durante el periodo de diseño.

4.1. Localización general del proyecto

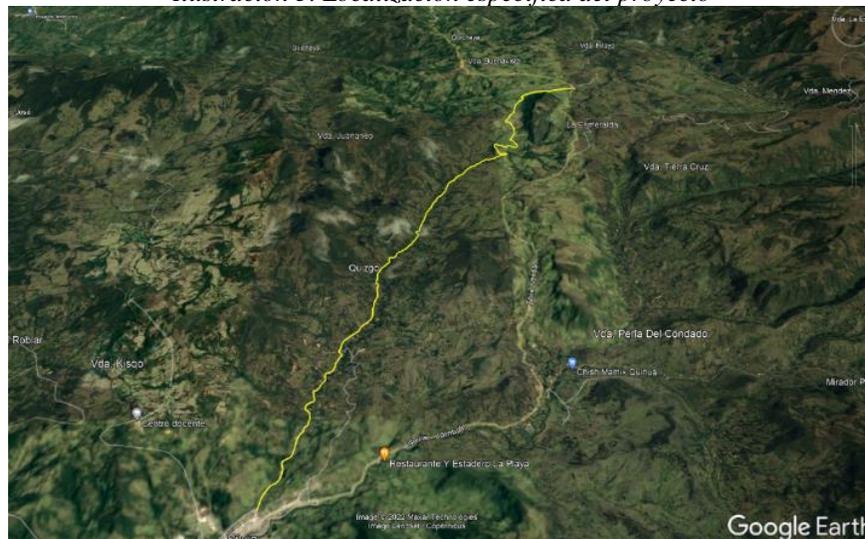
Silvia está situada en el nor-orienté del Departamento del Cauca, al suroccidente de Colombia, entre los $2^{\circ}47'37''$ y $2^{\circ}31'24''$ de latitud norte y entre los $76^{\circ}10'40''$ y $76^{\circ}31'05''$ de longitud al occidente del meridiano de Greenwich, sobre el flanco occidental de la cordillera central. La cabecera municipal está ubicada entre el río Piendamó y la quebrada Manchay sobre los $02^{\circ}36'50''$ norte y $76^{\circ}22'58''$ al oeste, a 2.600 metros de altitud. Dista de Popayán 59 Km. Su área es de 662,4 K. Dista de Popayán 59Km. Su área es de 662,4 Km², según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y de 656,7 Km² según el sistema de Información utilizado para la elaboración del Plan Básico de Ordenamiento Territorial.

Ilustración 2. Localización general del proyecto



El tramo de intervención corresponde a la vía secundaria 26CC03 que comunica a la cabecera municipal de Silvia con el municipio de Jambaló, específicamente desde el PR1+075 hasta el PR13+400. Las coordenadas correspondientes al tramo son: inicio $2^{\circ}36'53.38''$ latitud Norte y $76^{\circ}22'35.40''$ longitud Oeste y final $2^{\circ}41'35.85''$ latitud Norte y $76^{\circ}19'55.65''$ longitud Oeste.

Ilustración 3. Localización específica del proyecto



Fuente: Adaptación propia Google Earth

5 METODOLOGÍA

La práctica profesional se efectuará con modalidad presencial en INGENIES IDECAM en la ciudad de Popayán, para dar cumplimiento a las quinientas setenta y seis (576) horas exigidas por la Universidad del Cauca, como Auxiliar de ingeniería hidráulica en las actividades asignadas desde la dirección y supervisión de la ingeniera Andrea Marcela Bolaños, asignado por parte de la Universidad del Cauca, quien desempeña las funciones de director de pasantía. Por otro lado, en el transcurso de la pasantía tendré el acompañamiento y delegación de funciones por parte de la ingeniera especialista en recursos hídricos Carmen Elena Concha Gómez.

5.1. Duración

Para dar cumplimiento a las quinientas setenta y seis (576) horas exigidas por la Universidad del Cauca, se tiene previsto cumplir con una intensidad horaria semanal de cuarenta y ocho (48) horas. El cual se pronostica culminar la práctica profesional en tres (3) meses; sin embargo, la intensidad horaria puede estar sujeta a modificaciones de ser necesario.

5.2. Actividades

- ✓ Recibir inducción por parte del grupo de trabajo de la empresa INGENIES IDECAM, en el área de hidráulica.
- ✓ Aprendizaje de manejo de programas de modelación hidráulica según las obras de drenaje.
- ✓ Apoyo hacia la ingeniera Carmen Elena Concha Gómez en las diferentes actividades solicitadas y coordinadas por ella de acuerdo con la metodología de trabajo en el proyecto.
- ✓ Salidas de campo al área del proyecto Silvia-Jambaló. Para la identificación, reconocimiento y análisis de los diferentes aspectos presentados en el tramo a desarrollar.
- ✓ Procesamiento de información de las diferentes áreas para diseño, reposición y manejo de los recursos hídricos de las obras hidráulicas que se presenten en el proyecto.
- ✓ Realización de diseños de las estructuras hidráulicas proyectadas en el proyecto.
- ✓ Elaboración de planos de diseño de las estructuras de fase 3 en el proyecto
- ✓ Cálculo de cantidades de obras hidráulicas

5.2.1. Cronograma de actividades

El cronograma de actividades permite planificar y organizar el tiempo establecido en el proyecto de grado modalidad de pasantía, con base en actividades y metodología mencionada anteriormente se realizó el cronograma presentado en la siguiente tabla:

Tabla 1: Tabla cronograma

actividades	mes 1 (192 horas)				mes 2 (192 horas)				mes 3 (192 horas)			
	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4
inducción												
aprendizaje												
apoyo												
salidas de campo												
procesamiento												
diseños												
planos												
cantidades												

6 ACTIVIDADES REALIZADAS

En la semana de inducción se llevó a cabo el conocimiento de las instalaciones de la empresa, compañeros de trabajo y la metodología que se lleva a cabo para cumplir las diferentes actividades que se realizan en la empresa. Principalmente se me pone en contexto del alcance del proyecto que comprende la actualización de estudios y diseños, mejoramiento y pavimentación de la vía 26CC03 Silvia – Jambaló, PR 1+075- PR 13+400, además se dará el estudio a sitios críticos y puentes, ubicados en los PR 1+611, PR 2+500, PR 3+500, PR 5+080 del departamento del Cauca.

Por otro lado, se me da a conocer los programas que se va a manejar para el cálculo y modelamiento que se utilizan para el cumplimiento del alcance como lo son Excel, Word, HEC-RAS 6.3 y diferentes visores que se utilizan para la ubicación e información de donde se realiza el estudio, esto se lleva a cabo por parte de la especialista Carmen Helena Concha, la cual será mi guía para el aprendizaje y ejecución de las diferentes actividades a realizar.

6.1. Caracterización de la vía de estudio

El tramo de intervención presenta una topografía variable con pendientes longitudinales entre el 2% hasta el 14% y a media ladera se presentan pendiente entre 0.5% y 13%, por consiguiente, es un tramo vial entre ondulado y montañoso característico de la cordillera central con un ancho de calzada que varía entre 4.50 y 5.0m. Los desniveles topográficos son variables a lo largo del tramo y su estado también es variable lo cual se traduce en el estado de funcionamiento de las obras de drenaje y cruce que se encuentran a lo largo del tramo. Las cunetas se encuentran en tierra y la mayoría de las estructuras tipo alcantarillas son de 24”, las cuales se encuentran en regular estado de funcionamiento.

Ilustración 4. Perfil del tramo de intervención del proyecto



De acuerdo con el estudio inicial objeto de actualización, la vía correspondiente al proyecto de mejoramiento, es una vía secundaria la cual se encuentra en un afirmado carretable sobre una topografía montañosa, de acuerdo con las pendientes longitudinales que se establecen en la zona, a media ladera se tienen pendientes que varían entre 0.50% y 13%; el ancho de calzada varía entre 4.5m y 5.0m. Los desniveles topográficos son variables a lo largo del tramo y las obras de drenaje y cruce de cauces no evidencian un mantenimiento periódico, es válido anotar que incluso existen muchas obras que se encuentran tapadas por deslizamientos o debido a que la población en la zona las ha tapado con el objetivo de hacer disposición de estos drenajes para sus cultivos o uso doméstico.

La mayor parte del corredor cuenta con cunetas en tierra y solo un pequeño sector presenta bermas cunetas revestidas en concreto; la mayoría de alcantarillas son de 24” con un funcionamiento regular; sin embargo, existen unas cuantas alcantarillas de 36” las cuales tienen un funcionamiento hidráulico regular por la falta de mantenimiento y limpieza.

6.2.Registro fotográfico de la zona de estudio

En la Fotografía 1 se puede observar que el tramo de intervención se encuentra en afirmado en un estado aceptable; se puede evidenciar el bombeo transversal y la sección de las cunetas se encuentra bien definida en algunos de los tramos.

Fotografía 1 Estado actual del tramo entre el PR1+075 y el PR13+400



Sin embargo, el ancho de la calzada no es adecuado para el proyecto y existen tramos en los cuales las secciones de las cunetas no se encuentran bien definidas debido al poco mantenimiento preventivo o a la falta del mismo; las cunetas mediante la escorrentía van perdiendo su área hidráulica efectiva por acumulación de material de sedimentación hasta llegar al punto de que se queda sin sección.

También se observan los caminos o surcos dejados por el agua que ha desplazado el material fino hacia las cunetas dejando el material granular expuesto; en época de lluvias con el paso de los vehículos estos surcos se van profundizando haciendo cada vez más incómodo el tránsito, teniendo tiempos de desplazamientos más largos e inseguros.

6.3.Localización de puntos críticos dentro del corredor

Dentro del tramo de intervención vial, entre el PR1+075 al PR13+400, se encuentran cuatro puntos críticos identificados en los puntos de referencia PR1+611, PR2+500, PR3+500 y PR5+080; los tres primeros puntos críticos corresponden a puntos donde la calzada actual se ve afectada directamente por efectos del avance del cauce, generando inestabilidad en la banca. El otro punto crítico se encuentra por fuera del trazado vial y corresponden a problemas de movimientos de masa, deslizamientos de taludes o laderas que se han visto incrementados en un periodo de tiempo

debido a muchos efectos, incluido el cambio climático y el aumento de las precipitaciones. A continuación, se describen los puntos críticos a trabajar.

6.3.1. Punto crítico 1 PR1+611

En el tramo de intervención, se presenta una zona de inestabilidad debido a la interacción de la quebrada Manchay con el talud izquierdo del canal, el cauce de esta es en sentido de avance entre el K1+485 al K1+545, este talud es a su vez la ladera izquierda de la calzada. Sus coordenadas de inicio y fin son respectivamente: $2^{\circ}37'3.61''\text{N} - 76^{\circ}22'31.81''\text{O}$ y $2^{\circ}37'6.64''\text{N} - 76^{\circ}22'28.32''\text{O}$, su abscisa contractual es el PR1+611 sector denominado Urbano de acuerdo con el resguardo.

Ilustración 5. Localización punto crítico 1



En la Ilustración 5 se evidencia la dinámica normal del cauce en la cual busca la disipación de energía mediante la ampliación de su canal, la cual se hace más notoria en la curva cóncava del talud izquierdo. En épocas de crecientes el cauce presenta un arrastre de material bastante significativo y velocidades importantes generando problemas de erosión y sedimentación. Sin embargo, en el correspondiente análisis geomorfológico y dinámico del cauce en este punto se desarrollará una evaluación más detallada con el objetivo de establecer una solución adecuada a la problemática en conjunto con las recomendaciones en los volúmenes de Estabilidad de Taludes, Geotecnia y el volumen de Geología.

Fotografía 2 Punto de inestabilidad hidráulica PR1+611



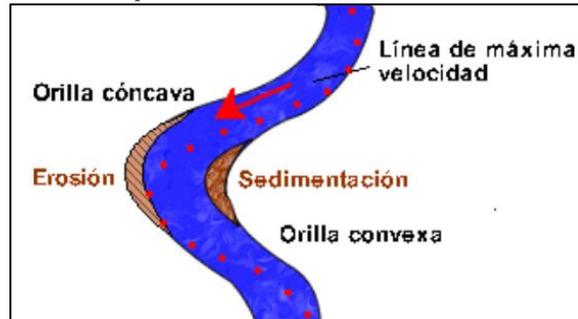
Realizando la revisión de las imágenes satelitales del visor del SIGOT del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, se puede observar que en la zona alta del talud derecho de la vía se encuentra un área bastante afectada por la falta de vegetación, adicionalmente se evidencian drenajes interrumpidos por vías particulares que llegan a predios comunitarios sin ningún manejo adecuado de las aguas de escorrentía, lo cual ayuda a que la problemática en esta zona se incremente.

Ilustración 6. Problemática en la zona alta del talud



En la Fotografía 2 se observa como el cauce en su avance normal golpea el talud izquierdo en su sentido de avance donde se genera una curva cóncava que en épocas de creciente evidencia un arrastre de material bastante significativo y velocidades importantes generando problemas de erosión y sedimentación.

Ilustración 7. Comportamiento del cauce de acuerdo con las curvas



Aguas arriba de este punto se encuentra una problemática en la cual se evidencia el desplazamiento del cauce hacia el costado derecho de avance, sin embargo, se constata con la vegetación de los taludes que en crecientes el talud de la izquierda es erosionado y por la planicie de la zona, el área de inundación llega hasta la calzada. Dicho comportamiento es típico en los ríos meándricos que tienen un comportamiento irregular divagando entre una ladera y otra. Sin embargo, estos conceptos y teorías serán abordadas y tratadas más adelante.

Fotografía 3. Proceso de erosión y sedimentación aguas arriba del punto crítico PR1+611



6.3.2. Punto crítico 2 PR2+500

En la zona de localización del punto crítico 2 entre el K2+430 al K2+510, se encuentran unos muros en concreto reforzados los cuales presentan socavación local en la cimentación de la estructura debido al aumento en la velocidad del cauce por el efecto de la contracción del cauce por la misma estructura, esta no es continua a lo largo del tramo permitiendo así que la morfodinámica del cauce tenga efectos negativos en las laderas, especialmente la ladera derecha del cauce la cual presenta problemas de erosión debido al arrastre de material, el cual se ve afectado por las diferentes prácticas realizadas por la comunidad en las zonas altas del cauce para extracción de material granular. Las coordenadas de localización geográfica son: 2°37'31" latitud Norte y 76°22'20.3" longitud Oeste su localización de acuerdo con el objeto contractual es el PR2+500.

Fotografía 4 Punto de inestabilidad hidráulica K2+430 – K2+510MD sentido de avance de la vía



En la Fotografía 5 se observa como el cauce en su avance normal golpea el talud derecho, donde se encuentra una curva cóncava que en épocas de creciente evidencia un arrastre de material bastante significativo y velocidades importantes generando problemas de erosión y sedimentación. En los dos puntos críticos localizados en el PR1+611 y el PR2+500 se presenta el mismo comportamiento, característico de los ríos jóvenes de alta montaña los cuales buscan disipar la energía ampliando su canal natural. La problemática en el punto se incrementa debido al poco o nulo mantenimiento que se le hace a las obras de drenaje existentes en la zona, las cuales se encuentran colmatadas y en mal estado.

Fotografía 5. Punto de inestabilidad hidráulica K2+430 – K2+510MD



6.3.3. Punto crítico 3 PR3+500

En la zona de localización de este punto crítico se encuentra un box coulvert existente, el cual presenta problemas de manejo de aguas debido a que las aletas son muy cortas y no llegan hasta el talud, haciendo que haya problemas de estabilidad en este. Las coordenadas de localización de este punto son: 2°38'12.04" latitud Norte y 76°22'09.30" longitud Oeste; de acuerdo con el abscisado contractual se encuentra en el PR3+500.

Fotografía 6. Box punto crítico PR3+500



Esta problemática se encuentra tanto en la estructura de entrada como en la estructura de salida, la cual es notoria al margen derecho de la calzada en la aleta derecha de la misma; el bajo o nulo mantenimiento sumado al mal direccionamiento de las aguas de escorrentía que deberían ir de la calzada a las cunetas y posteriormente a la obra de descarga no existen; lo cual genera empozamientos en la calzada e infiltración de aguas hacia el afirmado, sumado el paso de los vehículos que circulan por la misma como autos, chivas y camiones que transportan los productos agrícolas de la zona alta hacia el centro poblado más cercano, hacen que los problemas de estabilidad se incremente considerablemente.

Fotografía 7 Box punto crítico PR3+500



Adicionalmente en la estructura de salida se presenta un escalón y el agua sale con gran velocidad y golpea el talud derecho aumentando los problemas de inestabilidad.

6.3.4. Punto crítico 4 PR5+080

Este punto se encuentra localizado en las siguientes coordenadas geográficas 2°38'41.38" latitud Norte y 76°21'53.95" longitud Oeste, en este punto se encuentran unos escarpes menores en la banca que limita con la vía de acceso aledaña al sector en la cual se evidencia un pequeño deslizamiento y en la zona de arriba un posible movimiento del talud por pastoreo el cual se analizará de manera detallada en el volumen correspondiente.

Fotografía 8. Punto crítico PR5+080



Fotografía 9. Punto crítico PR5+080



6.4. Localización de puentes

En la Fotografía 11 se observa el puente el cual tiene una calzada no mayor a 6m; la estructura presenta barandas y bordillo de acompañamiento.

Fotografía 11 Puente PR1+975



En la Fotografía 12 se muestra como el tránsito regular del caudal en el cauce ha generado socavación de la estructura y volcamiento de la aleta izquierda en la entrada del puente.

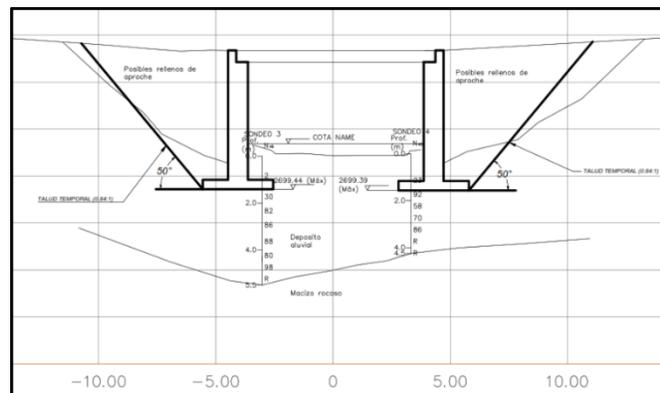
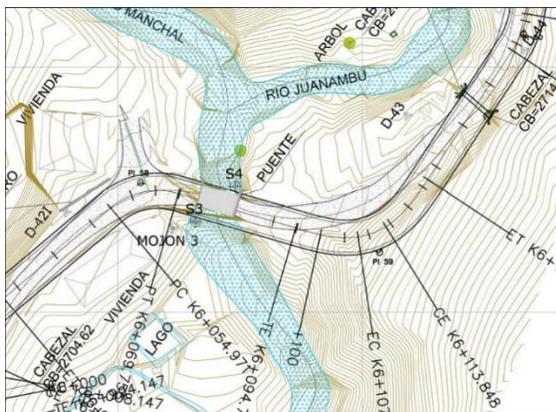
Fotografía 12 Puente PR1+975, aleta volcada MI estructura de entrada



6.4.2. Puente 2 PR6+081 (coordenadas 2°38'53.13''n - 76°21'53.73''o)

En el punto de referencia PR6+085, se encuentra una estructura de paso tipo pontón de longitud 7.5m y un ancho de 4.6m, que sirve de paso al caudal de la quebrada Manchay; a la salida de la estructura presenta volcamiento en su aleta derecha. A continuación, se presentan las ilustraciones de la planta y el perfil de la estructura existente de acuerdo con los estudios iniciales del consultor Edico.

Ilustración 9. Planta perfil Puente existente PR6+081



Fotografía 13. Puente PR6+081



La Fotografía 13 presenta la estructura del puente la cual presenta socavación en el estribo derecho y volcamiento de la aleta izquierda en la estructura de salida.

Fotografía 14. Puente PR6+081, aguas arriba conjunción de cauces

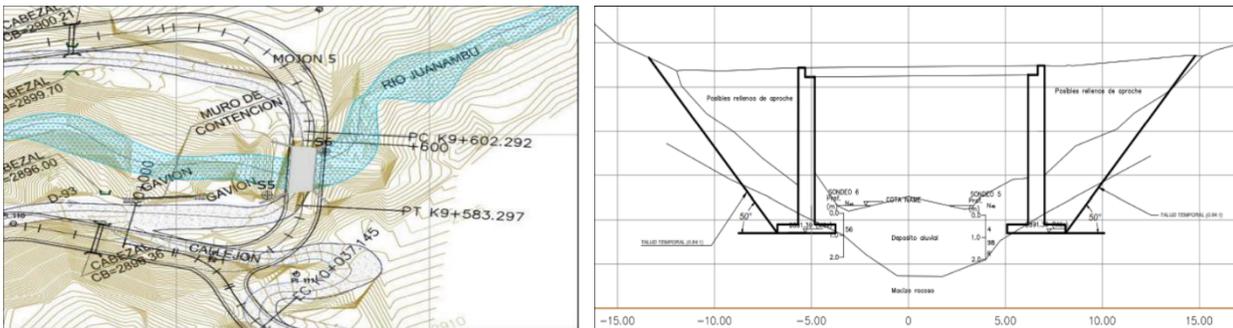


En la Fotografía 14; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** al fondo se observa la quebrada Juanambú, en ese punto existe actualmente un dique en madera que es usado por la comunidad para retener el material transportado por el cauce para después extraerlo. Este tipo de técnicas artesanales generan problemas de erosión y sedimentación por lo tanto es importante que la comunidad evite estas prácticas o que se busquen otras medidas de extracción de estos materiales mitigando los efectos causados.

6.4.3. Puente 3 PR9+590 (coordenadas $2^{\circ}40'30.21''n$ - $76^{\circ}20'43.02''o$)

En las coordenadas descritas se encuentra un puente de 12.05m de longitud y 4.60m de ancho denominado puente Juanambú, debido a que la quebrada que intercepta es la quebrada Juanambú, el cauce presenta una corriente recta en la cual se evidencia material granular de gran tamaño indicando que tiene un alto potencial de arrastre con un comportamiento torrencial. Aguas arriba de las aletas de entrada se ve la conjunción de dos quebradas con diferente dinámica.

Ilustración 10. Planta perfil Puente existente PR9+590



En la Fotografía 15 se tiene la vista del puente sobre la quebrada Juanambú, se encuentra ubicado en una zona en cañón, con pendientes fuertes de los cauces. Aguas arriba del punto de localización se unen dos quebradas; Juanambú localizada a la izquierda de la imagen y la quebrada La Peña a la derecha.

Fotografía 15. Puente PR9+542



La quebrada La Peña, la cual une sus aguas a la quebrada Juanambú, presenta aguas con bajo contenido de material granular viéndose cristalina, contrario de la quebrada Juanambú que tiene un color café lo cual indica que tiene una pendiente más fuerte y un potencial de arrastre mayor.

Fotografía 16. Puente PR9+542, Quebradas Juanambú y La Peña



Con lo anterior se evidencia el grado de daños provocados por los afluentes hídricos

6.5. Salida de campo

La salida de campo se realiza para el reconocimiento y el estado en el que están las diferentes obras hidráulicas, para ello se hace un recorrido a pie, observando el entorno y el manejo que se esté dando a las escorrentías, esto se hizo con la ayuda de aplicaciones las cuales facilitan la ubicación y la toma de evidencia fotográfica como lo es el Avenza Maps y Timestamp Camera Free. La primera permite hacer descarga de mapas y usarlos sin conexión a internet, trazando y registrando

información sobre la ubicación, la segunda permite utilidad fotográfica para añadir automáticamente una fecha y hora, lugar, firma e incluso se puede añadirlas a un mapa fotográfico. En esta salida de campo también se realiza la toma de medidas de los alcantarillados para el inventario de obras existente el cual se tiene en cuenta el estado de las obras, su funcionamiento y para obtener un presupuesto para demolición o reacondicionamiento si es necesario. Para ello se utilizó un formato de inventario de obras que fue procesado en la oficina con los datos obtenidos en campo (se obtuvieron 123 alcantarillas). Este formato contiene las medidas de los elementos que conforman la alcantarilla ya sea de encole y descole, también se tiene en cuenta el funcionamiento, lo cual se evidenció que estas no se les realiza ninguna clase de mantenimiento por ende la mayoría presentaban colmatación y su funcionamiento era nulo o con dificultades.

Una de las observaciones que se realizó en campo fue el estado de las cunetas las cuales se caracterizan por ser en tierra y sus profundidades grandes ya que las distancias entre alcantarillados son grandes dando una alta acumulación de agua lluvia.

Una vez procesada la información, se caracteriza cada punto crítico y también teniendo en cuenta la opinión de la comunidad, la cual afirma que en épocas de invierno en diferentes puntos de la vía hay desbordes del río, por otro lado en la salida de campo se encontró prácticas de saqueo de material del río, esto utilizando prácticas sin ninguna guía lo cual hace que el río tenga cambios en su curso, otro de los inconvenientes es el crecimiento del río que se mantiene a lado de la vía de manera serpenteante lo cual hace que la vía tenga inconvenientes en diferentes puntos.

Fotografía 17 Toma de datos en la salida de campo





FORMATO PARA INSPECCIÓN VISUAL DE OBRAS DE DRENAJE



CONTRATO DE CONSULTORIA N° 2734 DE 2021 "ACTUALIZACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL PROYECTO MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACIÓN DE LA VIA 26CC03 SILVIA – JAMBALO DEL PR 1+075 AL PR 13+400, INCLUYE SITIOS CRÍTICOS Y PUENTES, ADICIONALMENTE SITIOS CRÍTICOS PRS 14+100, 19+200, 24+550, 25+990, DEPARTAMENTO DEL CAUCA."

TERRITORIAL:	CAUCA	LATITUD:	2°36'57.654"N	FECHA:	22-jul-22
SENIDO:	DERECHA-IZQUIERDA	LONGITUD:	76°22'34.578"W	HOJA:	2 DE 123
ENCOLE:	DERECHA	ALTURA (m.s.n.m.):		LEVANTADO POR:	Ing. Carmen Concha
DESCOLE:	IZQUIERDA	ABSCISA:			

TIPO DE ALCANTARILLA			CARACTERÍSTICAS DEL DUCTO (S)		ELEMENTOS DE LA ALCANTARILLA	
CAJÓN	ANCHO (m)	ALTURA (m)	LONGITUD (m)	Ø	ENTRADA	SALIDA
TUBERÍA	X	0,6	0,00		X	
SIMPLE	X		ANGULO DE ESVAJE (°)	0	ESTRUCTURA DE CONDUCCIÓN (ENCOLE-DESCOLE)	
DOBLE			MATERIAL DE TUBERÍA:	CONCRETO	X	
MULTIPLE	No. DE CONDUCTOS	1		METALICA	X	
OTRA	CUAL			OTRA	X	
				CUAL	X	

ELEMENTOS			ESQUEMA	
ENCOLE				
ESTRUCTURA DE ENTRADA	MURO CABEZAL:	Espesor: 0,25		
	Longitud: 1	Altura: 1,4		
	GUARDARUEDAS:	Espesor: 0,25		
	Longitud: 1	Altura: 0,46		
	ALETAS:	Altura prom: Espesor:		
ESTRUCTURA DE SALIDA	MURO DE ACOMPAÑAMIENTO:	Longitud: 1 Espesor: 0,25		
	POCETA:	Espesor: 0,1		
	Ancho: 1	Largo: 1		
	SOLADO:	NO SE EVIDENCIA		
	DUCTO (S):	Ø: 24"		
ESTRUCTURA DE SALIDA	MURO CABEZAL:	Espesor:		
	Longitud:	Altura:		
	GUARDARUEDAS:	Espesor:		
	Longitud:	Altura:		
	ALETAS:	Altura prom: Espesor:		
DESCOLE:	MURO DE ACOMPAÑAMIENTO:	Longitud: Espesor:		
	POCETA:	Profundidad:		
	Ancho:	Largo:		
	SOLADO:			

REGISTRO FOTOGRÁFICO



OBSERVACIONES: Estructura colmatada por basuras, no se encontro descole (probablemente esta ubicado en el rio directamente), por lo cual se asume 10 m de longitud

7 ESTUDIO HIDROLÓGICO

Mediante el Estudio Hidrológico se busca conocer y evaluar las características físicas, geomorfológicas y dinámicas de los diferentes drenajes existentes dentro del tramo de estudio, analizando los registros históricos de lluvias teniendo como principal limitante que no existen estaciones hidrológicas que tengan registros de las crecientes o niveles máximos de los caudales, por consiguiente, se realizará el análisis de los registros de lluvias de la estación pluviométrica más cercana a la zona de estudio y se procederá a determinar los parámetros más importantes para el cálculo de los caudales máximos de diseño de acuerdo con la metodología a aplicar según el área de drenaje.

7.1. Recopilación y análisis de la información existente

Para llevar a cabo la actualización del presente estudio se tuvo en cuenta la recolección de información primaria y secundaria.

7.1.1. Toma de información secundaria

La información secundaria corresponde a la obtenida en los portales virtuales de información como: IDEAM, INVIAS, INGEOMINAS, IGAC, documentos como los POT, EOT, entre otros; información de la alcaldía local, páginas enciclopédicas en la web. Otra parte de la información secundaria es obtenida de los términos de referencia y de estudios previos realizados anteriormente dentro de la zona de estudio.

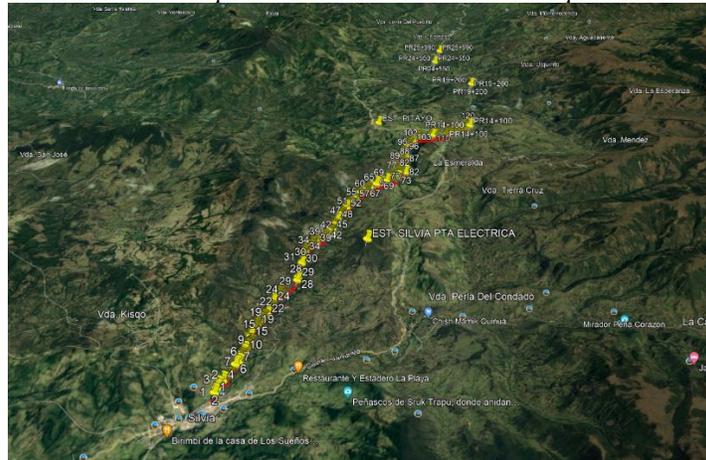
7.1.2. Toma de información primaria

La información primaria necesaria para el desarrollo del presente proyecto correspondió específicamente a la información tomada durante los trabajos de campo los cuales corresponden al levantamiento topográfico del tramo de intervención, inspección visual y evaluación del estado y funcionamiento de las obras existentes y el registro fotográfico.

La información primaria correspondiente a los registros de lluvias requeridos para determinar de las curvas IDF del tramo de estudio se obtuvo de la página del IDEAM en cuanto a los registros de las estaciones pluviométricas existentes dentro de la zona de estudio o cercano, la información de coberturas de suelos y vegetación del área de estudio se obtuvo del INGEOMINAS y páginas del IGAC.

Con referencia a las estaciones pluviométricas de estudio se tendrán en cuenta las que tengan información continua en un rango de tiempo no menor a 15 años y que se encuentre actualizada en los registros del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales del IDEAM, en su página Web de apoyo para el Sistema de Información del Recurso Hídrico – SIRH en la sección de observatorio de aguas superficiales; a continuación, se presenta el mapa de localización de las estaciones cercanas a la zona de estudio.

Ilustración 11. Mapa de localización de estaciones pluviométricas



7.2. Registros de lluvias y temperaturas

Dentro del área de desarrollo del proyecto no se tienen estaciones pluviométricas con registro, sin embargo, se tienen estaciones operadas por el IDEAM con registros de lluvias cercanas al área de interés del proyecto, los cuales se analizarán y verificarán para el posterior análisis. Teniendo en cuenta la etapa del presente estudio se considera conveniente para el análisis de las estaciones que se maneje un periodo de registros superiores o iguales a 15 años; con el fin de tener un rango de datos lo suficientemente amplios y minimizar errores en los cálculos estadísticos.

A continuación, en la siguiente tabla se presentan las estaciones meteorológicas ubicadas dentro del municipio.

Tabla 2. Estaciones Meteorológicas de referencia.

Estadísticas Meteorológicas						
Usted podrá consultar la información meteorológica de las estaciones de monitoreo IDEAM						
Área	Seleccione ▼	Zona	Seleccione ▼	Subzona	Seleccione ▼	Buscar
Departamento	CAUCA ▼	Municipio	SILVIA ▼			
Opciones ▼	Ver ▼	Separar				
Id	Nombre	Categoría	Clase	Tipo	Municipio	
26020070	PST DE MONTA [26020070]	Pluviométrica	Meteorológica	Convencional	SILVIA	
26025020	SILVIA [26025020]	Climatológica Ordinaria	Meteorológica	Convencional	SILVIA	
26040340	PITAYO [26040340]	Pluviométrica	Meteorológica	Convencional	SILVIA	
26045030	PITAYO [26045030]	Climatológica Ordinaria	Meteorológica	Convencional	SILVIA	
26020020	SILVIA PTA ELECTRI [2602...	Pluviométrica	Meteorológica	Convencional	SILVIA	
26020150	SILVIA [26020150]	Pluviométrica	Meteorológica	Convencional	SILVIA	
26020170	CHULICA LA [26020170]	Pluviométrica	Meteorológica	Convencional	SILVIA	
26065060	PITAYO - AUT	Climatológica Ordinaria	Meteorológica	Automatica con Te...	SILVIA	

Fuente: SIRH – IDEAM

7.3. Análisis de información estaciones pluviométricas

Dentro de la zona de estudio no se encuentran estaciones pluviométricas, sin embargo, cercanas al proyecto se encuentran las siguientes estaciones:

- La estación Jambaló (26040240) tipo convencional – activa ubicada a una altura de 2322msnm.
- La estación Pitayo (26040340) tipo convencional – activa ubicada a una altura de 2500msnm.
- La estación Silvia Pta Eléctrica (26020020) tipo convencional – activa ubicada a una

altura de 2446msnm.

Ilustración 12. Datos estaciones pluviométricas dentro de la zona de zona de estudio

Catalogo Nacional de Estaciones: JAMBALO [26040240]		Catalogo Nacional de Estaciones: PITAYO [26040340]		Catalogo Nacional de Estaciones: SILVIA PTA ELECTRI [26020020]	
Código	26040240	Código	26040340	Código	26020020
Nombre	JAMBALO [26040240]	Nombre	PITAYO [26040340]	Nombre	SILVIA PTA ELECTRI [26020020]
Categoría	Pluviométrica	Categoría	Pluviométrica	Categoría	Pluviométrica
Longitud	-76,28	Longitud	-76,35	Longitud	-76,35
Letitud	2,83	Letitud	2,70	Letitud	2,62
Altitud	2.322,00	Altitud	2.500,00	Altitud	2.446,00
Departamento	Cauca	Departamento	Cauca	Departamento	Cauca
Municipio	Toribío	Municipio	Silvia	Municipio	Silvia
Estado	Activa	Estado	Activa	Estado	Activa
Tecnología	Convencional	Tecnología	Convencional	Tecnología	Convencional
Fecha de Instalación	Julio 15, 1971	Fecha de Instalación	Enero 15, 1972	Fecha de Instalación	Noviembre 15, 1946
Fecha de Suspensión		Fecha de Suspensión		Fecha de Suspensión	

7.3.1.1. Estación Jambaló [26040240]

La estación pluviométrica Jambaló no cuenta con datos que se puedan procesar, por lo tanto, se descarta el uso de esta estación.

7.3.1.2. Estación Pitayo [26040340]

Tabla 3. Datos generales estación Pitayo (26040340)

Observatorio Observatorio Aguas Superficiales Estaciones Meteorológicas Series de Estación : PITAYO [26040340]						
Series de la estación						
* Serie de datos	Seleccione				Año	<input type="text"/>
Datos estación						
Nombre:	PITAYO [26040340]	Código Catalogo:	26040340	Escala:	LOC	
Categoría:	Pluviometrica	Clase:	Meteorologica	Tipo:	Convencional	
Area:	MAGDALENA - CAUCA	Zona:	Cauca	Subzona:	Río Ovejas	
Corriente:	PALO	Estado:	Activa			
Altitud:	2500.0	Altura de Referencia:	0.0			
Latitud:	2.0° 42.0' 0.0"					
Longitud:	76.0° 21.0' 0.0"					

La estación Pitayo cuenta con un registro de datos desde el año 1972 hasta el año 2010, para un periodo de tiempo de 39 años. De los cuales se evaluarán los años 1980 hasta el año 2010 cuyos registros tienen continuidad en el tiempo. A continuación, se presentan los datos registrados en la estación de estudio.

Tabla 4. Precipitaciones mensuales estación Pitayo (26040340)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1980	221	274	56	128	21	90	8	117	39	107	63	4
1981	85	92	161	292	252	82	30	83	29	234	340	149
1982	322	343	328	274	284	2	64	1	72	253	237	393
1983	113	252	261	444	110	30	15	44	46	225	191	471
1984	254	170	160	193	389	56	71	120	210	405	472	218
1985	194	22	146	255	160	46	37	71	432	499	363	206
1986	132	391	308	110	94	105	30	15	58	305	258	43
1987	60	45	218	154	229	18	66	44	46	329	223	132
1988	96	86	48	230	228	147	66	121	131	249	489	279
1989	188	121	299	122	204	40	70	5	152	452	171	245
1990	120	305	203	351	75	19	60	50	9	523	260	298
1991	100	113	297	24	179	20	73	21	118	84	237	131
1992	45	84	29	94	81	12	13	33	86	20	264	170
1993	186	133	213	156	226	*	14	*	57	136	298	149

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1994	255	86	215	166	102	10	31	*	90	256	363	207
1995	49	109	207	369	127	64	73	22	9	315	235	135
1996	309	183	303	235	200	78	67	23	55	327	128	178
1997	372	45	260	138	75	95	21	4	63	97	265	38
1998	23	99	132	200	256	18	*	*	49	243	290	199
1999	249	324	197	198	87	68	9	15	177	229	274	205
2000	399	205	157	135	131	75	92	26	105	151	236	134
2001	70	108	184	7	58	39	11	14	83	123	208	137
2002	99	70	132	203	107	102	41	4	51	159	83	208
2003	139	102	212	235	22	103	10	*	5	210	223	124
2004	203	127	89	101	82	11	25	6	85	257	283	167
2005	151	116	64	62	79	6	21	34	64	182	143	185
2006	135	125	144	184	98	73	19	*	4	193	191	204
2007	62	68	139	234	154	44	26	36	2	379	185	169
2008	227	170	220	148	245	71	12	80	40	201	277	265
2009	120	137	207	93	173	33	20	33	45	79.6	192	144
2010	8	98	3	306	140	121	128	22	43	168	222	143

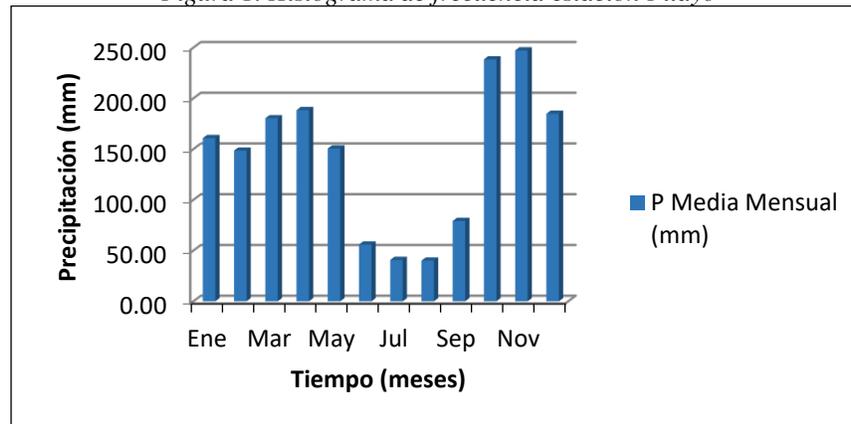
Tabla 5 Valores mínimos, promedios y máximos, estación de estudio

Mínimos	8	22	3	7	21	2	8	1	2	20	63	4
Promedios	160.84	148.48	180.39	188.42	150.58	55.93	40.77	40.15	79.19	238.41	247.23	184.84
Máximos	399	391	328	444	389	147	128	121	432	523	489	471

De acuerdo con los registros mensuales de la estación de estudio los cuales se encuentran registrados en la Tabla 4 y en la Tabla 5 se observa que los datos de la estación obedecen a una distribución de tipo bimodal donde se tienen dos periodos de lluvias bien marcados: el primero entre los meses de marzo hasta el mes de mayo, siendo el mes de abril el más lluvioso con 188.42mm, el segundo periodo se presenta entre los meses de octubre hasta enero siendo el más lluvioso el mes de noviembre con 247.23mm, los demás meses presentan registros menores, siendo el mes más seco el mes de agosto con 40.15mm.

Por tanto, el mes más lluvioso es el mes de noviembre con 247.23mm y el mes más seco es agosto con 40.15mm.

Figura 1. Histograma de frecuencia estación Pitayo

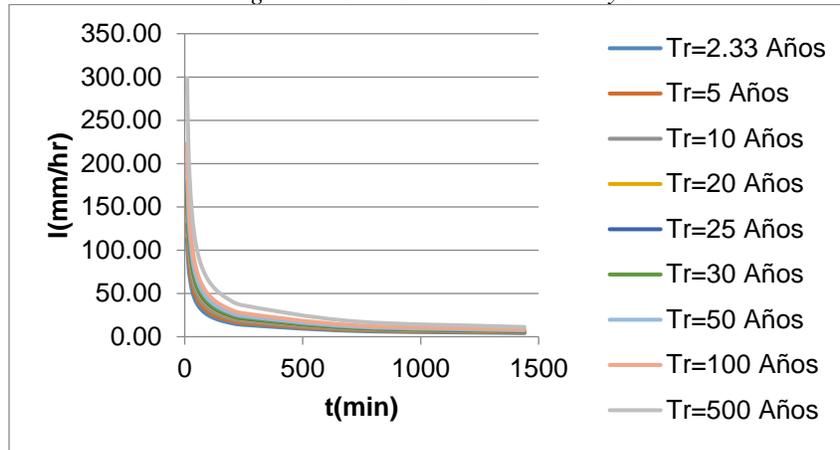


Fuente: Propia

7.3.1.2.1. Determinación de curvas IDF estación Pitayo

Después de revisados y analizados los datos obtenidos de la estación de estudio (esto fue realizado por parte de la ingeniera especialista a cargo), se obtienen los siguientes resultados del análisis de precipitaciones y los correspondientes gráficos de las curvas IDF para los datos de la estación de estudio los cuales serán usados para los cálculos necesarios en el área de interés.

Figura 2. Curvas IDF estación Pitayo



Los resultados de intensidades obtenidas para la estación Pitayo serán usadas para el cálculo de caudales máximos de las obras localizadas entre el K11+000 hasta el PR13+400 incluyendo los puntos críticos localizados en el PR14+100, PR19+200, PR24+550 y PR25+990.

7.3.1.3. Estación Silvia Pta. Eléctrica [26020020]

Tabla 6. Datos generales estación Silvia Pta Eléctrica (26020020)

Series de la estación					
* Serie de datos		Seleccione		Año	
Datos estación					
Nombre:	SILVIA PTA ELECTRI [26020020]	Código Catalogo:	26020020	Escala:	LOC
Categoría:	Pluviométrica	Clase:	Meteorológica	Tipo:	Convencional
Área:	MAGDALENA - CAUCA	Zona:	Cauca	Subzona:	Río Piendamó
Corriente:	PIENDAMO	Estado:	Activa		
Altitud:	2446.0	Altura de Referencia:	0.0		
Latitud:	2.0° 37.0' 28.8"				
Longitud:	76.0° 20.0' 56.9"				

La estación Silvia Pta Eléctrica cuenta con un registro de datos desde el año 1947 hasta el año 2016 continuos en el tiempo los cuales corresponden a un periodo de tiempo de 70 años. A continuación, se presentan los datos de las precipitaciones medias mensuales a nivel multianual.

Tabla 7. Precipitaciones mensuales estación Silvia Pta Eléctrica (26020020)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1947	158	100	31	19	49	62	21	33	62	330	138	58
1948	62	56	101	191	58	25	24	*	63	83	76	92
1949	332	126	82	87	44	38	5	31	68	203	179	230

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1950	*	190	338	200	156	91	3	*	26	114	153	157
1951	189	177	125	138	99	42.4	42	*	29	180	291	147
1952	181	102	125	167	52	12	*	*	25	82	314	169
1953	56	43	137	110	103	27	*	*	265	280	212	207
1954	59	119	156	200	46	83	*	16	*	303	211	226
1955	129	92	247	149	111	103	61	*	66	254	201	309
1956	200	170	136	41	107	25	*	*	129	299	120	131
1957	55	67	129	184	256	10	*	*	118	222	101	197
1958	118	60	69	157	69	38	*	28	*	183	220	205
1959	78	74	121	104	125	86	*	*	*	160	217	86
1960	226	195	205	78	152	*	40	32	18	250	156	236
1961	173	56	260	215	*	59	18	*	60	269	358	113
1962	156	109	141	205	266	87	*	*	*	164	62	261
1963	179	325	153	243	224	143	32	*	*	242	361	137
1964	43	126	30	297	120	169	*	65	34	117	150	113
1965	44	1	5	79	109	9	23	9	39	133	235	76
1966	*	38	71	24	87	36	20	13	28	134	277	245
1967	3	40	129	133	52	39	27	5	7	94	203	42
1968	35	100	41	183	38	113	8	*	8	148	168	97
1969	111	27	11	215	29	44	*	*	68	278	175	86
1970	125	118	53	60	246	24	7	2	53	194	265	48
1971	130	85	207	159	87	6	12	13	30	142	184	161
1972	217	147	208	227	37	54	29	21	13	76	293	137
1973	3	50	40	90	47	38	96	91	99	288	284	272
1974	211	213	236	154	119	22	47	9	85	270	136	169
1975	65	224	85	121	180	41	106	48	64	178	312	337
1976	78	173	128	148	32	26	20	5	84	237	108	101
1977	25	35	57	170	50	65	15	26	135	135	210	106
1978	116	21	193	136	37	14	10	10	47	124	124	215
1979	102	35	138	135	142	51	12	123	60	224	155	112
1980	185	306	33	116	14	49	15	63	50	162	121	191
1981	28	90	106	276	174	91	31	51	16	170	334	110
1982	255	163	176	176	120	2	58	9	37	131	265	178
1983	133	162	215	220	98	13	22	13	17	145	166	199
1984	223	70	114	204	179	41	49	61	87	260	270	95
1985	197	16	77	164	157	66	56	33.4	86	194	156	219
1986	122	193	182	60	89	54	13	7	56	287	179	39
1987	29	48	78	146	157	11	45	52	31	302	221	43
1988	41	64	87	147	156	122	41	28	74	171	207	222
1989	93	94	167	70	106	11	78	14	48	138	71	182
1990	62	201	160	92	113	9	31	7	1	194	161	177
1991	47	50	186	43	125	14	58	26	25	69	252	116
1992	58	76	39	103	52	12	23	10	87	33	242	178
1993	181	164	142	103	127	7	15	11	82	146	201.2	188
1994	223	50	245	148	118	24	9	20	45	185	430	207
1995	36	93	173	230	58	87	77	24	8	222	147	182
1996	200	140	296	171	153	70	40	65	40	207	149	235
1997	302	62	158	96	70	75	66	1	95	99	187	35
1998	39	98	88	54	223	19	30	100	36	227	244	173
1999	326	277	182	246	180	28	9	2	199	167	191	165
2000	225	290	153	95	44	7	19	48	96	121	150	108
2001	63	281	53	27	209	51	85	5	275	207	503	131
2002	84	39	115	311	39	101	27	13	90	125	110	121
2003	36	94	217	204	38	84	10	*	16	174	148	77
2004	151	61	93	139	4	6	7	6	3	95	212	175
2005	149	60	166	22	27	15	14	9	60	157	132	84
2006	127	*	294	172	102	51	24	*	5	148	68	112
2007	3	134	116	180	85	89	6	50	13	401	154	203
2008	125	184	182	309	331	38	28	40.4	41	129	251	226

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2009	70	117	133	76	56	44	10	30	25	129	102	77
2010	2	75	2	214	158	95	114	52	60	191	258	133
2011	61	358	132	263	97	35	60	14	26	277	332	211
2012	232	66	74	174	17	*	*	13	5	191	134	136
2013	95	70	78	153	54	35	36	31	14	73	334	103
2014	123	117	145	48	145	36	25	14	78	189	125	135
2015	73	53	140	106	*	57	23	12	10	89	71	*
2016	84	21	153	143	48	15	17	5.6	81	140	87	94

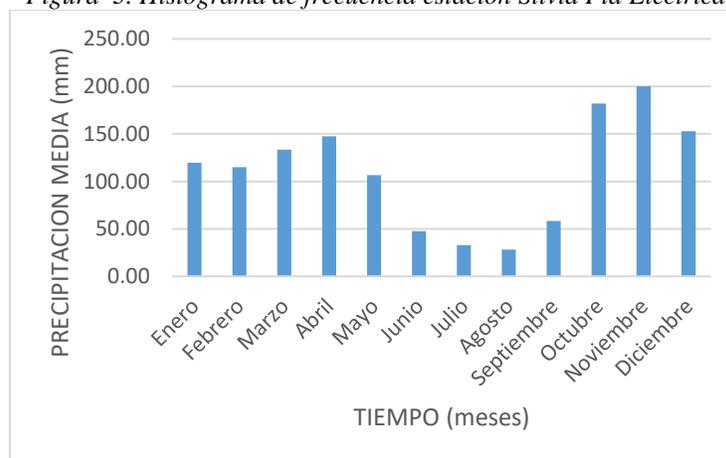
Tabla 8 Valores mínimos, promedios y máximos, estación de estudio

Mínimos	2	1	2	19	4	2	3	1	1	33	62	35
Promedios	119.74	114.94	133.40	147.43	106.65	47.74	33.03	28.16	58.48	181.93	200.20	152.72
Máximos	332	358	338	311	331	169	114	123	275	401	503	337

De acuerdo con los registros mensuales de la estación de estudio los cuales se encuentran registrados en la Tabla 7 y en la Tabla 8 se observa que los datos de la estación obedecen a una distribución de tipo bimodal donde se tienen dos periodos de lluvias bien marcados, el primero entre los meses de marzo hasta el mes de mayo siendo el mes de abril el más lluvioso con 147.43mm, el segundo periodo se presenta entre los meses de octubre hasta enero siendo el más lluvioso el mes de noviembre con 200.20mm, los demás meses presentan registros menores al valor promedio que es de 110.37mm, siendo el mes más seco el mes de agosto con 28.16mm.

Por tanto, el mes más lluvioso es el mes de noviembre con 200.20mm y el mes más seco es agosto con 28.16mm.

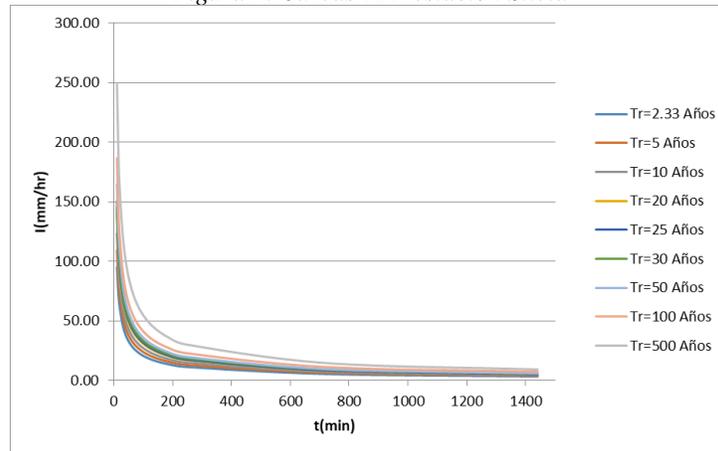
Figura 3. Histograma de frecuencia estación Silvia Pta Eléctrica



7.3.1.3.1. Determinación de curvas IDF estación Silvia

Después de revisados y analizados los datos obtenidos de la estación de estudio (esto fue realizado por parte de la ingeniera especialista a cargo), se obtienen los siguientes resultados del análisis de precipitaciones y los correspondientes gráficos de las curvas IDF para los datos de la estación de estudio los cuales serán usados para los cálculos necesarios en el área de interés.

Figura 4. Curvas IDF estación Silvia



De acuerdo con la localización de la estación pluviométrica analizada, se trabajará con los resultados obtenidos en las obras localizadas entre el PR1+075 hasta el K11+000.

7.4. Características de la zona

Las características de la zona se deben tener en cuenta para los diferentes parámetros a identificar, ya que estos influyen en los resultados y/o decisiones tomadas en el proyecto.

Las características para tener en cuenta son la climatología de la zona donde influye directamente en aspectos como precipitación total anual, número de días con lluvia, temperatura media anual, clasificación climatológica entre otros relacionados con la zona de estudio. Por otro lado, también se debe tener en cuenta las características de vegetación y usos del suelo en la zona de estudio. Para apoyo se usa la información consignada en el Atlas Interactivo del IDEAM a nivel departamental.

Estos parámetros fueron analizados por la ingeniera especialista en recursos hídricos Carmen Helena Concha teniendo en cuenta la geología y otros parámetros suministrados por diferentes especialistas.

7.5. Determinación de caudales para obras menores

Para las obras menores se tuvo en cuenta el estado y diseño de las obras existentes que se obtuvo en la salida de campo y toda esta información fue consignada en el inventario de obras, además teniendo en cuenta los parámetros básicos para la determinación de obras de drenajes como son tiempos de concentración, periodo de retorno, coeficiente de escorrentía y el tipo de terreno para el cálculo de caudales máximos. A continuación, se presenta las obras existentes y las nuevas en cada abscisa para el manejo de aguas superficiales, cabe aclarar la mayoría de las obras existentes se reemplazan ya sea por su deterioro o porque se debe hacer cambio de tubería de 24" a 36", por otro lado, se debe tener en cuenta las obras complementarias si estas son necesarias.

Tabla 9. Caudales de obras menores

Abscisa Geométrica	TR (años)	Tc (Minutos)	C Coef. Escorrentía	I Intensidad (mm/h)	Q Caudal (l/s)	Q Caudal (m3/s)
K1+101.15	20	15	0.50	107.02	8.81	0.01

Abscisa Geométrica	TR (años)	Tc (Minutos)	C Coef. Escorrentía	I Intensidad (mm/h)	Q Caudal (l/s)	Q Caudal (m3/s)
K1+210.08	20	15	0.50	107.02	5.19	0.01
K1+282.11	20	15	0.50	107.02	5.19	0.01
K1+347.73	20	15	0.50	107.02	5.19	0.01
K1+411.33	20	15	0.50	107.02	11.80	0.01
K1+452.99	20	15	0.50	107.02	11.85	0.01
K1+504.41	20	15	0.50	107.02	27.69	0.03
K1+557.73	20	15	0.50	107.02	81.29	0.08
K1+653.37	20	15	0.50	107.02	37.10	0.04
K1+957.73	20	15	0.50	107.02	281.24	0.28
K2+100.37	20	15	0.50	107.02	24.97	0.02
K2+202.42	20	70	0.50	38.72	119.56	0.12
K2+273.58	20	15	0.50	107.02	34.18	0.03
K2+360.24	20	15	0.50	107.02	12.38	0.01
K2+417.73	20	15	0.50	107.02	6.69	0.01
K2+497.73	20	15	0.50	107.02	48.25	0.05
K2+672.63	25	25	0.50	76.39	1476.32	1.48
K2+740.56	20	15	0.50	107.02	6.99	0.01
K2+917.73	20	15	0.50	107.02	21.72	0.02
K3+017.73	20	15	0.50	107.02	25.87	0.03
K3+064.04	20	15	0.50	107.02	3.85	0.00
K3+092.73	20	110	0.50	28.73	13.66	0.01
K3+213.60	25	15	0.50	107.02	881.88	0.88
K3+317.73	20	20	0.50	88.51	94.97	0.09
K3+417.73	25	15	0.50	107.02	29.10	0.03
K3+477.73	20	15	0.50	107.02	23.49	0.02
K3+537.73	20	15	0.50	107.02	34.72	0.03
K3+637.73	20	15	0.50	107.02	27.06	0.03
K3+757.73	20	15	0.50	107.02	45.04	0.05
K3+877.73	25	70	0.50	38.72	1251.69	1.25
K3+974.88	20	15	0.50	107.02	35.87	0.04
K4+105.69	20	15	0.50	107.02	23.33	0.02
K4+169.36	20	25	0.50	76.39	40.84	0.04
K4+397.73	20	15	0.50	107.02	111.48	0.11
K4+660.07	20	15	0.50	107.02	59.91	0.06
K4+756.97	20	15	0.50	107.02	47.79	0.05
K4+827.73	20	15	0.50	107.02	196.21	0.20
K4+967.73	20	15	0.50	107.02	179.94	0.18
K5+190.14	20	15	0.50	107.02	71.44	0.07
K5+239.89	25	15	0.50	107.02	62.46	0.06
K5+526.17	25	40	0.50	56.02	490.39	0.49
K5+581.98	20	15	0.50	107.02	8.81	0.01
K5+631.55	20	15	0.50	107.02	11.44	0.01
K5+697.73	20	15	0.50	107.02	45.77	0.05
K5+821.52	25	15	0.50	107.02	496.74	0.50
K5+909.99	20	15	0.50	107.02	23.09	0.02
K6+042.20	25	15	0.50	107.02	581.99	0.58
K6+140.92	20	15	0.50	107.02	7.55	0.01
K6+300.84	20	15	0.50	107.02	125.20	0.13
K6+383.54	20	15	0.50	107.02	79.33	0.08
K6+512.16	20	15	0.50	107.02	64.75	0.06
K6+539.72	20	15	0.50	107.02	19.25	0.02
K6+641.92	20	15	0.50	107.02	10.65	0.01
K6+950.51	20	15	0.50	107.02	25.62	0.03
K7+004.41	20	15	0.50	107.02	23.92	0.02
K7+089.48	20	15	0.50	107.02	55.72	0.06
K7+163.83	20	15	0.50	107.02	7.23	0.01
K7+202.54	20	15	0.50	107.02	5.76	0.01
K7+285.01	20	15	0.50	107.02	50.69	0.05
K7+393.06	20	15	0.50	107.02	126.42	0.13
K7+564.83	20	15	0.50	107.02	38.99	0.04
K7+623.90	20	15	0.50	107.02	18.82	0.02
K7+692.05	20	15	0.50	107.02	22.39	0.02
K7+803.27	20	15	0.50	107.02	45.49	0.05
K7+888.92	25	15	0.50	107.02	34.45	0.03
K7+997.73	20	15	0.50	107.02	34.38	0.03
K8+062.13	20	15	0.50	107.02	25.25	0.03
K8+154.78	20	15	0.50	107.02	20.05	0.02
K8+227.73	20	25	0.50	76.39	54.93	0.05
K8+277.73	20	15	0.50	107.02	39.82	0.04
K8+332.10	20	15	0.50	107.02	23.35	0.02
K8+417.73	20	15	0.50	107.02	37.08	0.04

Abscisa Geométrica	TR (años)	Tc (Minutos)	C Coef. Escorrentía	I Intensidad (mm/h)	Q Caudal (l/s)	Q Caudal (m3/s)
K8+477.73	20	15	0.50	107.02	10.71	0.01
K8+537.73	20	15	0.50	107.02	35.53	0.04
K8+577.73	20	15	0.50	107.02	36.26	0.04
K8+650.83	20	15	0.50	107.02	53.94	0.05
K8+767.73	20	15	0.50	107.02	9.24	0.01
K8+812.73	20	15	0.50	107.02	28.65	0.03
K8+837.73	20	15	0.50	107.02	3.41	0.00
K8+894.44	20	15	0.50	107.02	58.36	0.06
K9+115.38	25	15	0.50	107.02	51.94	0.05
K9+272.31	20	15	0.50	107.02	7.97	0.01
K9+326.51	20	15	0.50	107.02	7.67	0.01
K9+428.83	20	70	0.50	38.72	2.84	0.00
K9+539.79	20	15	0.50	107.02	8.38	0.01
K9+604.10	20	15	0.50	107.02	2.82	0.00
K9+683.57	20	15	0.50	107.02	14.49	0.01
K9+767.73	20	15	0.50	107.02	12.57	0.01
K10+027.73	20	15	0.50	107.02	9.35	0.01
K10+095.66	20	15	0.50	107.02	9.27	0.01
K10+177.73	20	15	0.50	107.02	7.24	0.01
K10+299.02	20	15	0.50	107.02	18.37	0.02
K10+493.90	20	15	0.50	107.02	15.36	0.02
K10+607.73	20	15	0.50	107.02	8.13	0.01
K10+697.73	20	15	0.50	107.02	60.87	0.06
K10+786.34	20	15	0.50	107.02	40.35	0.04
K10+857.28	25	20	0.50	88.51	398.44	0.40
K10+907.73	20	15	0.50	107.02	11.07	0.01
K10+957.73	20	15	0.50	127.90	10.14	0.01
K11+007.01	20	15	0.50	127.90	21.02	0.02
K11+149.99	20	15	0.50	127.90	31.44	0.03
K11+192.72	20	15	0.50	127.90	17.01	0.02
K11+290.91	20	15	0.50	127.90	28.56	0.03
K11+384.57	20	15	0.50	127.90	37.36	0.04
K11+462.39	20	15	0.50	127.90	20.69	0.02
K11+501.57	20	15	0.50	127.90	37.22	0.04
K11+588.93	20	15	0.50	127.90	33.62	0.03
K11+691.64	20	15	0.50	127.90	44.52	0.04
K11+815.49	20	15	0.50	127.90	44.52	0.04
K11+881.67	20	15	0.50	127.90	39.41	0.04
K11+957.73	20	15	0.50	127.90	27.32	0.03
K12+030.38	20	15	0.50	127.90	21.28	0.02
K12+107.73	20	15	0.50	127.90	56.56	0.06
K12+187.73	20	15	0.50	127.90	29.00	0.03
K12+245.09	20	15	0.50	127.90	8.23	0.01
K12+327.73	20	15	0.50	127.90	5.70	0.01
K12+402.06	20	15	0.50	127.90	20.79	0.02
K12+557.73	20	15	0.50	127.90	36.91	0.04
K12+677.73	20	15	0.50	127.90	8.33	0.01
K12+760.98	20	35	0.50	73.12	41.60	0.04
K12+873.21	20	30	0.50	80.95	55.91	0.06
K12+961.87	20	15	0.50	127.90	27.98	0.03
K13+143.11	20	20	0.50	105.78	16.52	0.02
K13+254.72	20	20	0.50	105.78	20.18	0.02

7.5.1. Determinación de caudales para obras mayores

Para la determinación de los caudales máximos de diseño de las obras mayores se deben determinar las características geomorfológicas de las cuencas de estudio, estableciendo sus características físicas, el relieve, características del canal, la vegetación y el suelo de la zona. También se debe analizar el comportamiento del mismo, estos datos fueron estudiados y analizados por la especialista a cargo, suministrando como resultado la siguiente tabla

Tabla 10 Cuadro resumen de los parámetros de las cuencas de estudio

CUENCA	Área (km2)	Perímetro (Km)	Longitud (Km)		Factor de Forma Kf	Coefficiente de Compacidad Ic
--------	------------	----------------	---------------	--	--------------------	-------------------------------

				Ancho: An (km)				
Punto Crítico PR1+611	22.18	26.71	8.94	2.481	0.28	Muy Alargada	1.60	Oval oblonga - Rectangular Oblonga
Puente K1+973 - Q. Manchay	21.38	25.93	8.27	2.585	0.31	Muy Alargada	1.58	Oval oblonga - Rectangular Oblonga
Punto Crítico PR2+500	20.95	25.49	7.94	2.640	0.33	Muy Alargada	1.57	Oval oblonga - Rectangular Oblonga
Punto Crítico PR3+500	1.81	5.64	2.04	0.887	0.43	Muy Alargada	1.18	Oval Redonda -Oval Oblonga
Puente K6+081 - Q. Manchay/Q. Juanambu	3.85	8.65	2.99	1.285	0.43	Alargada	1.24	Oval Redonda -Oval Oblonga
Puente K9+542 - Q. Juanambu	2.17	6.85	1.59	1.367	0.86	Ligeramente ensanchada	1.31	Redonda - Oval Redonda

7.6. Características de las cuencas en la zona de estudio

Dentro del proyecto se tienen 2 microcuencas principales; la microcuenca de la quebrada Manchay y la microcuenca de la quebrada Juanambú donde esta última es afluente de la quebrada Manchay tomando así el nombre de esta. A continuación, se establecen las principales características de las cuencas referentes a los puntos de estudio: PR1+611, PR1+973, PR2+500, PR3+500, PR6+080 y PR9+542, donde se encuentran ubicados puntos críticos y puentes ya mencionados.

7.7. Características de la quebrada Manchay

De acuerdo con el proyecto objeto del presente estudio, los sectores de estudio localizados en los puntos de referencia PR1+611, PR1+973, PR2+500, PR3+500 y PR6+081 pertenecen a la microcuenca de la Quebrada Manchay. La microcuenca en estas zonas presenta un alto grado de erosión debido a la alta deforestación por la tala indiscriminada de bosques naturales, por el cambio del uso de suelo los cuales son considerados de protección por su importancia hídrica por ubicarse en zona de páramo y de subpáramo las cuales son ricas en recursos hídricos.

Adicionalmente a las problemáticas descritas se encuentra que en varios sectores del cauce la comunidad ha realizado diques en madera en el cauce con el fin de realizar la extracción de material granular del lecho del cauce para aprovechamiento de los materiales en sus construcciones o para comercialización de los mismos, sin embargo, estas prácticas sin técnica alguna modifican la morfología del cauce generando problemas de socavación que se ven reflejadas en varios de los puntos de entrega donde se encuentran playas de material sedimentado y laderas del cauce erosionadas. Este tipo de estructuras en épocas de lluvias intensas generan que el agua se represe y aumente su nivel considerablemente en las zonas más bajas de la cuenca. Existen muchos drenajes de orden 1 y 2 que descargan a la quebrada Manchay, una de ellas es la Quebrada los Conejos ubicada aguas abajo del puente PR1+973, dicha Quebrada tiene pendientes fuertes y en épocas de crecientes se comporta de manera torrencial, generando arrastre de material granular de gran tamaño.

Fotografía 18. Zona aguas arriba del punto de estudio, sector crítico PR1+611



En la Fotografía 19 se evidencia el material arrastrado por las crecientes, las cuales reporta la comunidad en el recorrido de campo, que han sobrepasado los niveles hasta llegar a la calzada en varias oportunidades causando daños en los cultivos, viviendas, animales y en la movilidad de los vehículos, en especial se han reportado daños en infraestructura en la zona urbana en diferentes barrios.

Fotografía 19. Zona aguas arriba del punto de estudio, sector crítico PR1+611



La quebrada Manchay tiene un comportamiento zigzagueante durante todo el recorrido hasta llegar al punto de localización del sector crítico PR1+611 en el margen izquierdo en el sentido de avance del corredor vial. Las laderas del cauce presentan socavación lateral en las patas de los taludes, se evidencia poca vegetación en los mismos.

Fotografía 20. Zona de estudio, sector crítico PR1+611



En la Fotografía 21 se encuentra un muro en gavión el cual fue construido con el objetivo de proteger el talud y la calzada por los efectos de la corriente, sin embargo, se observa que se aumentaron los efectos de la problemática debido a la falta de continuidad de este, adicionalmente el cimientado de la estructura no era adecuado y terminó siendo arrastrado por el río en su proceso de socavación. En la fotografía la cual fue tomada en la orilla derecha en el sentido de avance de la quebrada se observa que el muro se encuentra totalmente en el aire, además este muro tiene una inclinación que en el momento de crecientes genera un aumento en la velocidad del agua y debido

al efecto gravitacional que influye en este tipo de corrientes sinuosas, genera vórtices que no tienen una dirección definida y produciendo la pérdida de ladera en los dos márgenes del cauce.

Fotografía 21. Zona de estudio, Muro en gavión sector crítico PR1+611



También es notorio que el muro se encuentra volcado y a futuro terminará generando problemas mayores en el cauce; por lo tanto, es vital retirar el muro actual y proyectar una estructura que ayude a estabilizar las laderas a ambos lados del cauce.

Fotografía 22. Socavación en la zona estudio aguas abajo, sector crítico PR1+611



De acuerdo con el análisis de la cuenca y de la zona de estudio en especial, se evidencia una cuenca erosionada con material en las laderas altamente susceptible a problemas de erosión y sedimentación debido a la dinámica del cauce en este sector y a los efectos de procesos marcados en la zona alta como son la tala de bosques nativos para aprovechamiento de la madera y a los diques realizados por la comunidad para la extracción de material aluvial del lecho.

Esta misma dinámica del cauce se presenta en el sector crítico PR2+500. En esta zona la quebrada Manchay presenta laderas de mayor altura y casi verticales; la pared derecha del cauce coincide con la ladera izquierda de la calzada existente, la cual presenta problemas de socavación a causa del mal drenaje en la zona y de la dinámica de la quebrada.

Fotografía 23 Socavación en la zona estudio aguas arriba, sector crítico PR2+500



En la Fotografía 23 se puede apreciar un sector aguas arriba, localizado antes del sector crítico PR2+500; en la zona de la imagen se observan problemas de socavación en el talud izquierdo del cauce; también se puede ver hasta qué altura llegan las crecientes en el sector debido a la falta de vegetación de este. En la zona alta continua, existe una fábrica artesanal de ladrillos y la base donde se encuentra asentada ha sido desprovista de vegetación; el material del suelo en épocas de lluvias es arrastrado hacia el cauce generando que se mezcle con el agua y ésta cambie su densidad natural transformándola en un cauce que tendrá una mayor capacidad de arrastre.

En la siguiente fotografía, se observa un acceso construido por los habitantes de la comunidad, el cual sirve para sacar los ladrillos de las bodegas y poder ser comercializados en la zona urbana o transportados a Popayán con el mismo objetivo o en su defecto usados por los moradores del sector; sin embargo, como se observa, la sección del río en este punto ha venido perdiendo su sección natural generando que cuando se presenten crecientes el agua del cauce invada la calzada

Fotografía 24. Zona aguas arriba sector crítico PR2+500



De acuerdo con la caracterización del suelo, entregado en los apiques se tiene un suelo granular moderadamente grueso y con presencia de limos y arcillas; con un potencial de infiltración que se evidencia en los porcentajes de humedad reportados en los apiques y las granulometrías características de la zona; adicionalmente se tiene la presencia del nivel freático a 0.80m del nivel de subrasante. Por lo tanto, se puede clasificar como un suelo tipo B a lo largo de la microcuenca de la quebrada Manchay.

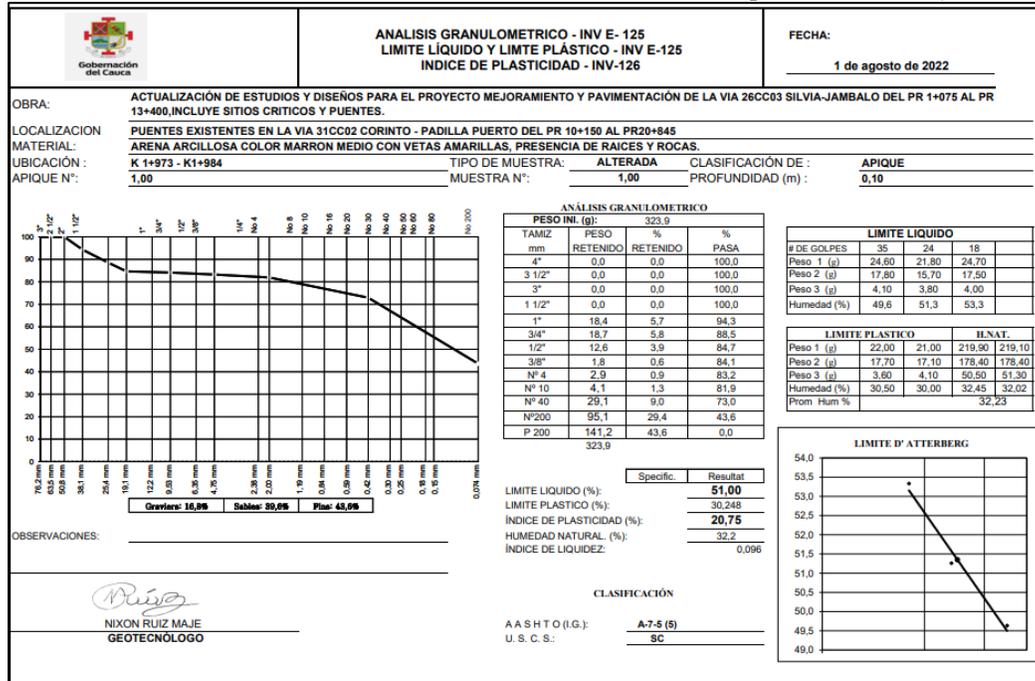
Tabla 11 Clasificación del suelo para el método S.C.S

Tipo A	Bajo potencial de escorrentía. Suelos con alta infiltración arenas con poco limo y arcilla y gravas profundas
Tipo B	Moderadamente bajo potencial de escorrentía. Suelos con rasas de infiltración moderadas, con texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas, arenas finas y limos.
Tipo C	Moderadamente alto potencial de escorrentía. Suelos de infiltración lenta, con bajo contenido de materia orgánica y alto contenido de arcillas, arenas arcillosas poco profundas y arcillas.
Tipo D	Alto potencial de escorrentía. Suelos con infiltración muy lenta, suelos arcillosos con alto potencial expansivo, suelos salinos con nivel freático alto y permanente.

De acuerdo con la clasificación del uso y vocación del suelo del IGAC, la zona de estudio se clasifica como un suelo Clase 8; tierras que son altamente vulnerables debido a que es un ecosistema estratégico (páramo y subpáramo) para la regulación del recurso hídrico, en este tipo de suelos se encuentran tierras misceláneas con alto potencial de ser erosionadas, afloramientos rocosos, cauces sinuosos, tierras de ripio y en las zonas más bajas se pueden encontrar algunas tierras cultivadas. Sin embargo, son zonas destinadas a la conservación o recuperación de la naturaleza en el caso de que hayan sido muy deterioradas como ocurre en este caso. Por lo tanto,

se establece la siguiente clasificación de manera puntual para cada uno de los sitios de estudio: según los resultados de la caracterización del material del cauce en el cual se establece que son del tipo SC es decir arena con presencia de finos, en especial arenas arcillosas (ver Tabla 12).

Tabla 12. Caracterización del material en el lecho del cauce quebrada Manchay



7.8. Características de la quebrada Juanambú

La microcuenca de la quebrada Juanambú tiene características topográficas de cauces en una etapa de formación juvenil, la sección transversal de su cauce principal es angostas y sus taludes bastante altos, es decir, que son encañonados y por consiguiente tienen un alto poder de arrastre.

Fotografía 25. Quebradas Juanambú y La Peña



La microcuenca sobre la quebrada Juanambú área presentan una alta variabilidad geomorfológica debido al contorno externo que introduce la geología local y regional, además de un aporte de sedimentos mucho más gruesos; la pendiente longitudinal del cauce de 15.7% es mucho más

elevada que los cauces de planicies. La pendiente del cauce y la granulometría del material transportado es indispensable para predecir el comportamiento de los cauces.

La distribución de tamaños del sedimento en ríos de planicie se caracteriza de forma general por una dispersión relativamente pequeña, presentando un material mal graduado a diferencia de los ríos de alta montaña los cuales se encuentran constituidos por sedimentos de diferentes tamaños, en especiales de tamaños medios o gravas y de sobre tamaños, mostrando así un rango más amplio de partículas; la interacción entre estas partículas conduce a interacciones complejas generando procesos de erosión, transporte y sedimentación significativos.

Fotografía 26. Quebrada Juanambú



La microcuenca en el punto de estudio, aunque presenta vegetación, son arbustos pequeños y árboles de tamaño mediano de raíces poco profundas, el suelo es poco estable generando poca oposición al arrastre en momentos de crecientes.

Fotografía 27. Quebrada Juanambú, vegetación



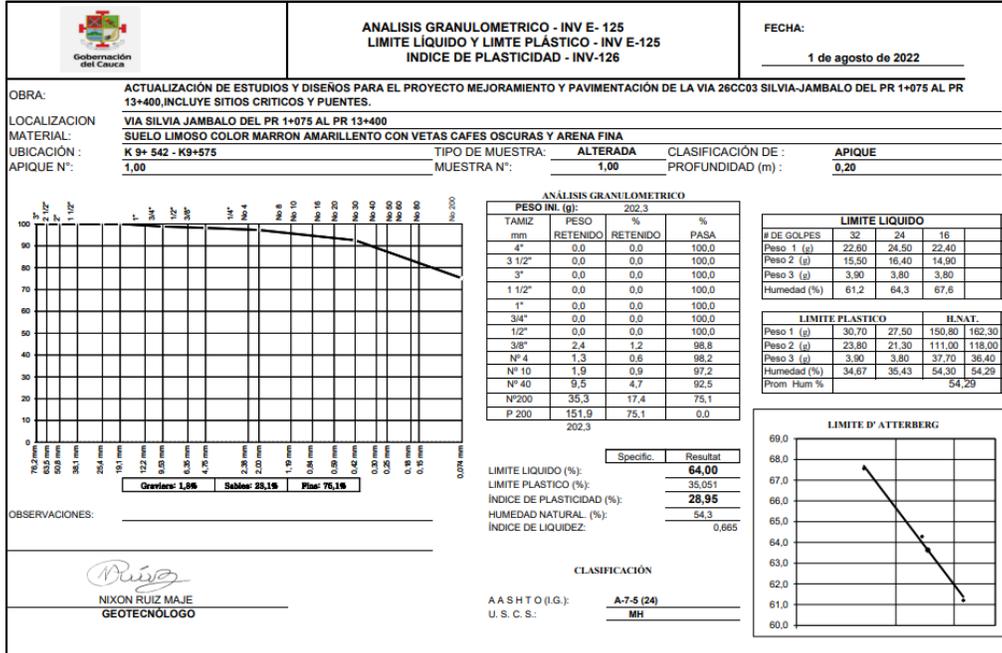
La microcuenca presenta un alto grado de deforestación debido a la tala de árboles, cambios de usos del suelo y la introducción del ganado en esta zona del páramo y pre páramo, destinada para la conservación del recurso hídrico debido a su alta capacidad de retención.

De acuerdo con la caracterización del suelo entregado en los apiques se tiene un suelo granular moderadamente grueso y con presencia de limos y arcillas; con un potencial de infiltración que se evidencia en los porcentajes de humedad reportados en los apiques y las granulometrías características de la zona; adicionalmente se tiene la presencia del nivel freático a 0.80m del nivel de subrasante. Por lo tanto, se puede clasificar como un suelo tipo A a lo largo de la microcuenca de la quebrada Juanambú.

Tabla 13 Clasificación del suelo para el método S.C.S

Tipo A	Bajo potencial de escorrenría. Suelos con alta infiltración arenas con poco limo y arcilla y gravas profundas
--------	---

Tabla 14. Caracterización del material del lecho del cauce sector PR9+542



De acuerdo con la clasificación de laboratorio, el material del cauce corresponde a gravas de gran tamaño con presencia de limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.

7.8.1. Precipitaciones y caudales de diseño en los sectores de estudio

De acuerdo con los datos encontrados se tienen los siguientes resultados para cada uno de los puntos o sectores de estudio, teniendo en cuenta las características de cada una de las cuencas, para la estimación de caudales se trabajará con los tiempos de concentración mínimos los cuales nos ayudarán a determinar caudales más extremos para el análisis de crecientes en cada uno de los sectores. A continuación, se presenta la tabla resumen de los caudales máximos de diseños para cada una de las cuencas estudiadas anteriormente. Estos datos serán usados para la evaluación hidráulica de los puntos críticos y puentes.

Tabla 15. Resumen de caudales máximos de diseño

CUENCA	CAUDALES MÁXIMOS (m3/s)						
	2.33 Años	5 Años	10 Años	25 Años	50 Años	100 Años	500 Años
Punto Crítico PR1+611	0.2	0.3	0.4	1.6	5.4	11.4	43.1
Puente K1+973 - Q. Manchay	0.2	0.3	0.3	0.4	1.4	4.7	27.1
Punto Crítico PR2+500	0.2	0.3	0.3	0.4	0.8	4.6	26.6
Punto Crítico PR3+500	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.5	2.5
Puente K6+081 - Q. Manchay/Q. Juanambu	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.9	4.9
Puente K9+542 - Q. Juanambu	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	2.9

7.8.1.1. Características de los cauces principales

El comportamiento de un río es complejo y sobre todo dinámico, este comportamiento está afectado por varios aspectos la forma de la cuenca, la geología de la zona, el clima, la vegetación y otros factores. El sistema fluvial incluye unas zonas de producción de sedimentos, zonas de transporte y finalmente unas zonas de depósito. Cuando se plantea una obra de cualquier tipo que involucre atravesar o intervenir un río se debe tener en cuenta que dicha obra generará efectos positivos para la zona y la población beneficiada, pero también se pueden generar efectos secundarios, tanto aguas arriba como aguas abajo. Por lo tanto, se requiere analizar y conocer el comportamiento de la corriente y se hace necesario determinar las características morfológicas del canal del río

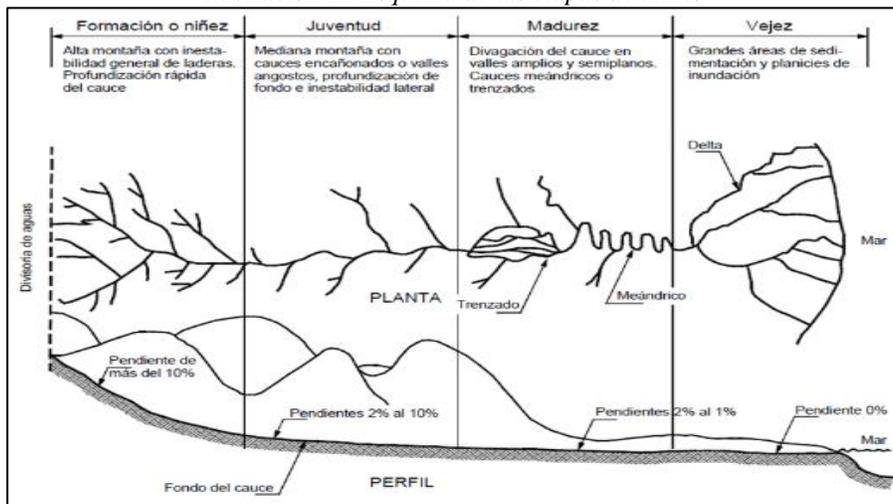
7.8.1.2. Análisis geomorfológico de la evolución de las quebradas Manchay Y Juanambú

Para el análisis de un río o corriente se requiere conocer algunas características morfológicas principales, entre las cuales se pueden enunciar las siguientes: longitud de canal, pendiente de canal, sección transversal, forma en planta.

En el caso del presente estudio, para poder elaborar un diseño de las obras de control de erosión de la corriente de agua adecuada, es necesario conocer a detalle el comportamiento de esta.

A lo largo de un río se presentan varias etapas que se pueden identificar para poder evaluar su comportamiento erosivo. Partiendo de las clasificaciones clásicas de morfología fluvial y para efectos de la interpretación de los fenómenos de erosión se toman en cuenta las siguientes etapas: Niñez – Juventud – Madurez y Vejez.

Ilustración 13 Esquema de las etapas de un río



En la Ilustración 13 Esquema de las etapas de un río se muestra un esquema de las etapas de un cauce desde su nacimiento hasta su desembocadura, es decir la forma de este a diferentes edades. En este esquema se le da mucha importancia a la etapa de formación o niñez, la cual es fundamental en el estudio del proceso erosivo de la corriente.

Teniendo en cuenta las pendientes de los cauces en los puntos de estudio (puntos críticos y puentes), se establece las siguientes características de acuerdo con la longitud y las cotas de cada quebrada en el punto específico de estudio:

Tabla 16. Pendientes de los cauces en el punto de estudio

CUENCA	Elevación media (msnm)	Pendiente (%)
Punto Crítico PR1+611	2859.50	6.90
Puente K1+973 - Q. Manchay	2857.45	7.51
Punto Crítico PR2+500	2863.00	7.69
Punto Crítico PR3+500	2854.50	26.00
Puente K6+081 - Q. Manchay/Q. Juanambu	2951.50	14.46
Puente K9+542 - Q. Juanambu	3048.99	15.01

De acuerdo con el orden del cauce sobre la quebrada Manchay, orden 4, además de los aspectos que clasifican los cauces, se puede afirmar que la quebrada Manchay en los puntos PR1+611, PR1+973 y PR2+500 se encuentra en una etapa de juventud con pendientes que se encuentran entre 2% y 10%, el cauce es acompañado de taludes pronunciados, corrientes con velocidades altas, este tipo de cauces busca la manera de disipar energía ya sea profundizando o ampliando su canal natural a través de procesos erosivos con el material de arrastre, por lo tanto sus laderas son bastante inestables.

Por otra parte, al afluente sobre la quebrada Manchay en el PR3+500, PR6+081 y la quebrada Juanambú en el sector PR9+542 cauces de orden 3, se encuentran en la etapa de infancia o niñez siendo cauces que tienden a profundizarse rápidamente y está conformada por pequeños arroyos permanentes e intermitentes, sus pendientes son mayores al 10%, sus laderas son inestables y tienen presencia de material granular de gran tamaño. Por consiguiente, deben tenerse en cuenta estas condiciones dinámicas de los cauces con el objetivo de establecer de manera adecuada las obras a implementar.

7.8.2. Análisis hidráulico

Para realizar el análisis hidráulico en las zonas de interés se utilizó el programa de modelación HEC-RAS con el cual se visualiza el comportamiento de los cauces en los diferentes tramos, evaluando varios aspectos, tales como la modelación del cauce en condiciones normales, es decir, bajo condiciones normales de flujo (caudales mínimos y caudales medios) y la modelación del cauce en condiciones extremas, es decir bajo el evento de caudales extremos.

El modelo simula la hidráulica del flujo para canales de cualquier tipo de sección variable, bajo las condiciones de flujo gradualmente variado, teniendo como restricción principal la pendiente del cauce, la cual debe ser máximo de un 6% (pendientes menores o iguales a 10°). Se introduce la geometría del cauce y las secciones transversales correspondientes tomadas en campo de acuerdo con el levantamiento topográfico del mismo o batimetría entregada, teniendo en cuenta las recomendaciones establecidas en el Manual de Drenaje para Carreteras INVIAS 2009.

El levantamiento topográfico fue realizado con estación total y debidamente georeferenciado con coordenadas geográficas y amarrado al sistema de coordenadas Magna Sirgas. Teniendo en cuenta

dicho levantamiento, al llevar a cabo las modelaciones respectivas, el programa de modelación no presentó distorsiones que pudieran inducir a errores. Por lo tanto, se concluye que no hay variaciones al comparar el perfil del cauce obtenido en el HEC- RAS y el perfil topográfico.

Con la modelación se determinan los niveles máximos que alcanzaría la lámina de agua en diferentes periodos de retorno, en especial para crecientes de 25 y 100 años, con el objetivo de determinar el nivel máximo de aguas, con el cual se determinará la cota de implementación de gálibo y la altura de los estribos en los puentes. En los puntos críticos se establecen la cota de corona de los muros a implementar dentro del cauce y la socavación de este para establecer la profundidad de la estructura de cimentación.

Para realizar la modelación se introduce la información base al programa; así:

- Topografía del área de estudio - batimetría: topografía del eje del cauce y las secciones transversales debidamente georreferenciadas.
- Caudales máximos para los periodos de retorno evaluados, con los cuales se determinarán la altura de la estructura y superestructuras.
- Pendiente del tramo: de acuerdo con la topografía de campo las pendientes en los tramos de estudio son menores al 6%, por lo tanto, se puede aplicar el programa sin inconvenientes y cumple con los requerimientos mínimos.
- Coeficiente de Manning el cual corresponde a la rugosidad de la superficie del canal teniendo en cuenta la topografía, el estudio de suelos y las fotografías del sitio se tomó un coeficiente de 0.030 para el eje del canal y para las laderas del mismo en la cuales no se tiene mucha vegetación se toma un coeficiente de rugosidad de Manning de 0.025 representativa de arbustos y árboles de mediana altura.

Con las topografías dada de los canales en los diferentes puntos de estudio se obtienen las coordenadas (X, Y) de los ejes y se ingresan en el programa HEC- RAS para poder ajustar el mismo en la geometría como se observa en la

Tabla 17. Después de ajustar el eje y georreferenciarlo se realiza el ingreso de las secciones transversales del cauce; las secciones deben ingresarse con una numeración de manera descendente (de mayor a menor) y se toman distancias acumuladas de izquierda a derecha agregando la respectiva cota como se presenta en la

Tabla 18. Como ejemplo se tomará el punto crítico PR1+611, sin embargo, las secciones correspondientes y los ejes de cada uno de los sectores críticos de estudio y los puentes se realizaron de la misma manera teniendo en cuenta cada aspecto del sitio crítico.

Tabla 17 Coordenadas (X, Y) del eje del canal

COORDENADAS DEL EJE PR1+611								
E	N	Cota	E	N	Cota	E	N	Cota
1078153.66	781437.122	2499.971	1078165.76	781393.013	2498.793	1078172.08	781345.709	2496.916
1078153.97	781432.132	2499.824	1078166.23	781392.131	2498.81	1078172.07	781345.405	2496.909
1078154.25	781427.532	2499.689	1078166.67	781391.234	2498.806	1078172	781344.407	2496.889
1078154.27	781427.141	2499.676	1078167.08	781390.323	2498.749	1078171.9	781343.412	2496.869
1078154.28	781427.05	2499.673	1078167.46	781389.398	2498.694	1078171.76	781342.421	2496.868
1078154.48	781422.567	2499.505	1078167.81	781388.461	2498.654	1078171.6	781341.436	2496.814
1078154.5	781422.146	2499.489	1078168.13	781387.513	2498.619	1078171.4	781340.456	2496.774
1078154.68	781418.083	2499.337	1078168.42	781386.555	2498.583	1078171.18	781339.535	2496.74
1078154.74	781417.152	2499.308	1078168.67	781385.588	2498.547	1078170.42	781336.576	2496.636
1078154.78	781416.643	2499.302	1078168.79	781385.089	2498.528	1078170.27	781335.955	2496.614

COORDENADAS DEL EJE PRI+611								
E	N	Cota	E	N	Cota	E	N	Cota
1078154.84	781416.107	2499.297	1078169.36	781382.575	2498.432	1078169.35	781332.374	2496.488
1078154.89	781415.571	2499.291	1078169.78	781380.714	2498.362	1078168.75	781332.097	2496.464
1078154.93	781415.161	2499.287	1078169.93	781380.062	2498.337	1078165.96	781330.813	2496.352
1078155.05	781414.169	2499.279	1078169.2	781377.647	2498.227	1078164.21	781330.008	2496.282
1078155.21	781413.181	2499.275	1078168.67	781375.918	2498.149	1078162.56	781329.252	2496.216
1078155.4	781412.199	2499.275	1078168.46	781375.231	2498.118	1078162.39	781329.172	2496.209
1078155.62	781411.224	2499.278	1078168.38	781374.962	2498.106	1078161.49	781328.734	2496.171
1078155.87	781410.257	2499.274	1078168.06	781374.014	2498.069	1078160.61	781328.266	2496.132
1078156.16	781409.299	2499.247	1078167.71	781373.076	2498.04	1078159.74	781327.768	2496.091
1078156.48	781408.351	2499.232	1078167.33	781372.151	2498.02	1078158.89	781327.242	2496.07
1078156.83	781407.414	2499.221	1078166.92	781371.238	2497.998	1078158.06	781326.688	2496.056
1078157.21	781406.49	2499.148	1078166.48	781370.34	2497.96	1078157.24	781326.107	2495.988
1078157.62	781405.578	2499.074	1078166.01	781369.457	2497.897	1078156.45	781325.498	2495.926
1078158.06	781404.681	2499.007	1078165.52	781368.59	2497.829	1078155.68	781324.864	2495.87
1078158.53	781403.799	2498.949	1078164.99	781367.741	2497.769	1078155.23	781324.478	2495.84
1078159.02	781402.949	2498.899	1078164.43	781366.909	2497.719	1078154.44	781323.78	2495.789
1078159.03	781402.933	2498.898	1078164.16	781366.524	2497.698	1078153.65	781323.081	2495.738
1078159.53	781402.107	2498.853	1078164.07	781366.394	2497.692	1078152.84	781320.927	2495.656
1078160.03	781401.265	2498.807	1078163.98	781366.265	2497.685	1078152.53	781320.083	2495.624
1078160.06	781401.218	2498.804	1078163.1	781363.366	2497.348	1078151.4	781317.085	2495.51
1078160.59	781400.37	2498.762	1078162.75	781362.236	2497.216	1078151.1	781316.24	2495.478
1078161.15	781399.54	2498.728	1078162.21	781360.467	2497.01	1078151.04	781316.046	2495.47
1078161.73	781398.729	2498.717	1078164.42	781358.216	2496.866	1078150.27	781313.745	2495.38
1078162.35	781397.938	2498.722	1078164.91	781357.715	2496.834	1078149.52	781311.497	2495.292
1078162.5	781397.749	2498.724	1078167.6	781354.963	2496.658	1078149.5	781311.444	2495.29
1078162.65	781397.563	2498.726	1078167.72	781354.842	2496.659	1078149.22	781310.543	2495.261
1078162.8	781397.377	2498.728	1078167.91	781354.641	2496.674	1078148.95	781309.58	2495.182
1078162.98	781397.161	2498.731	1078169.99	781352.496	2496.836	1078148.94	781309.537	2495.179
1078163.59	781396.37	2498.74	1078171.39	781351.049	2496.946	1078148.3	781307.078	2494.99
1078164.17	781395.558	2498.751	1078172.26	781350.15	2497.014	1078148.19	781306.678	2494.959
1078164.73	781394.728	2498.764	1078172.17	781347.93	2496.965	1078147.66	781304.62	2494.8
1078165.26	781393.879	2498.778	1078172.11	781346.404	2496.931	1078147.59	781304.378	2494.787
1078146.97	781302.095	2494.709	1078105.14	781278.367	2493.501	1078050.89	781255.374	2492.099
1078146.91	781301.846	2494.701	1078105.1	781278.358	2493.5	1078048.72	781254.445	2492.04
1078146.36	781299.812	2494.632	1078104.13	781278.121	2493.471	1078046.29	781253.403	2491.973
1078146.29	781299.731	2494.635	1078103.16	781277.852	2493.443	1078045.51	781253.066	2491.952
1078146.22	781299.649	2494.638	1078102.21	781277.551	2493.416	1078045.37	781253.009	2491.948
1078145.78	781299.131	2494.657	1078101.27	781277.218	2493.39	1078044.46	781252.595	2491.924
1078145.16	781298.349	2494.687	1078100.33	781276.854	2493.378	1078043.57	781252.151	2491.898
1078144.56	781297.547	2494.717	1078099.42	781276.46	2493.346	1078043.16	781251.937	2491.885
1078143.99	781296.725	2494.735	1078098.51	781276.035	2493.318	1078041.8	781251.209	2491.846
1078143.45	781295.885	2494.705	1078097.62	781275.58	2493.293	1078041.18	781250.876	2491.827
1078142.93	781295.028	2494.657	1078097.14	781275.316	2493.281	1078039.2	781249.814	2491.769
1078142.45	781294.153	2494.611	1078096.74	781275.098	2493.272	1078039.16	781249.792	2491.768
1078142.02	781293.321	2494.567	1078094.21	781273.688	2493.211	1078038.29	781249.303	2491.744
1078141.99	781293.263	2494.564	1078092.37	781272.668	2493.167	1078037.43	781248.786	2491.725
1078141.53	781292.331	2494.515	1078091.28	781272.061	2493.141	1078036.59	781248.241	2491.711
1078141.04	781291.34	2494.464	1078090.62	781271.705	2493.125	1078035.77	781247.668	2491.7
1078139.45	781289.68	2494.468	1078089.84	781271.31	2493.097	1078034.97	781247.068	2491.671
1078139.06	781289.281	2494.469	1078087.93	781270.379	2493.026	1078034.19	781246.441	2491.638
1078137.85	781288.02	2494.472	1078085.93	781269.408	2492.952	1078033.44	781245.789	2491.609
1078136.1	781287.761	2494.423	1078083.43	781268.19	2492.859	1078032.7	781245.112	2491.586
1078134.64	781287.544	2494.383	1078082.03	781267.506	2492.807	1078032.45	781244.869	2491.579
1078134.34	781287.501	2494.374	1078081.64	781267.317	2492.793	1078030.57	781243.042	2491.528
1078133.65	781287.39	2494.355	1078080.72	781266.908	2492.764	1078029.83	781242.324	2491.509
1078132.67	781287.204	2494.33	1078080.64	781266.873	2492.762	1078028.69	781241.215	2491.478
1078131.69	781286.985	2494.306	1078078.88	781266.124	2492.712	1078028.4	781240.927	2491.471
1078130.72	781286.734	2494.269	1078076.13	781264.953	2492.633	1078027.71	781240.208	2491.456
1078129.76	781286.451	2494.196	1078074.28	781264.166	2492.581	1078027.04	781239.466	2491.446
1078128.81	781286.136	2494.129	1078071.62	781263.033	2492.505	1078026.39	781238.702	2491.421
1078128.35	781285.97	2494.098	1078071.52	781262.992	2492.502	1078025.77	781237.918	2491.395

COORDENADAS DEL EJE PRI+611								
E	N	Cota	E	N	Cota	E	N	Cota
1078125.06	781284.755	2493.883	1078070.59	781262.619	2492.475	1078025.18	781237.113	2491.372
1078124.29	781284.47	2493.832	1078070.56	781262.608	2492.474	1078024.95	781236.783	2491.364
1078120.37	781283.025	2493.575	1078069.66	781262.262	2492.446	1078023.82	781235.154	2491.325
1078120.22	781282.969	2493.566	1078067.25	781261.345	2492.371	1078023.47	781234.647	2491.313
1078120.11	781282.929	2493.563	1078064.99	781260.48	2492.302	1078022.69	781233.524	2491.285
1078117.04	781281.782	2493.62	1078063.94	781260.082	2492.269	1078022.34	781232.998	2491.274
1078115.68	781281.277	2493.645	1078063.11	781259.78	2492.252	1078021.8	781232.155	2491.257
1078113.97	781280.635	2493.677	1078063.07	781259.766	2492.252	1078021.29	781231.294	2491.239
1078113.81	781280.578	2493.68	1078060.28	781258.797	2492.225	1078020.81	781230.417	2491.207
1078112.87	781280.249	2493.698	1078058.51	781258.183	2492.208	1078020.36	781229.524	2491.18
1078111.91	781279.952	2493.71	1078055.56	781257.16	2492.18	1078019.94	781228.617	2491.151
1078110.95	781279.687	2493.68	1078053.94	781256.6	2492.165	1078019.65	781227.941	2491.13
1078110.05	781279.471	2493.652	1078053.67	781256.504	2492.162	1078018.95	781226.251	2491.078
1078107.59	781278.919	2493.577	1078052.73	781256.152	2492.15	1078018.78	781225.849	2491.065
1078106.07	781278.577	2493.53	1078051.94	781255.824	2492.128	1078018.25	781224.559	2491.025
1078018.02	781223.999	2491.008	1078006.43	781188.808	2489.663	1077977.48	781161.159	2488.615
1078017.67	781223.062	2490.977	1078006	781188.825	2489.655	1077977.39	781160.97	2488.61
1078017.36	781222.113	2490.886	1078005.58	781188.842	2489.646	1077976.37	781158.854	2488.564
1078017.08	781221.202	2490.779	1078005.58	781188.843	2489.646	1077976.18	781158.457	2488.555
1078017.07	781221.155	2490.773	1078004.58	781188.867	2489.625	1077975.77	781157.543	2488.533
1078016.5	781219.14	2490.544	1078003.58	781188.858	2489.602	1077975.58	781157.066	2488.52
1078015.92	781217.079	2490.309	1078002.58	781188.816	2489.552	1077975.39	781156.618	2488.508
1078016.21	781216.367	2490.348	1078001.95	781188.772	2489.522	1077973.53	781152.019	2488.384
1078016.86	781214.7	2490.441	1078000.65	781188.668	2489.461	1077973.52	781151.984	2488.383
1078017.8	781212.322	2490.572	1077999.36	781188.564	2489.399	1077971.64	781147.35	2488.259
1078018.05	781211.718	2490.607	1077998.79	781188.268	2489.379	1077971.49	781146.971	2488.249
1078018.37	781210.971	2490.584	1077998.67	781188.208	2489.375	1077971.27	781146.421	2488.235
1078019.54	781208.384	2490.485	1077998.22	781187.971	2489.358	1077970.98	781145.623	2488.2
1078020.1	781207.157	2490.437	1077997.79	781187.742	2489.343	1077969.94	781142.649	2488.062
1078020.71	781205.797	2490.385	1077996.92	781187.249	2489.316	1077968.28	781137.93	2487.843
1078020.92	781205.333	2490.367	1077996.07	781186.728	2489.293	1077967.12	781134.6	2487.689
1078021.3	781204.408	2490.328	1077995.23	781186.179	2489.274	1077979.27	781164.735	2488.69
1078021.65	781203.472	2490.285	1077994.41	781185.603	2489.26	1077978.8	781163.855	2488.675
1078021.96	781202.524	2490.263	1077993.62	781184.999	2489.251	1077978.41	781163.086	2488.657
1078022.25	781201.566	2490.257	1077992.84	781184.37	2489.246	1078007.57	781188.782	2489.69
1078022.51	781200.599	2490.198	1077992.08	781183.714	2489.245	1078006.57	781188.802	2489.667
1078022.73	781199.624	2490.121	1077991.35	781183.034	2489.427	1077985.49	781175.212	2488.808
1078022.92	781198.642	2490.051	1077990.64	781182.33	2489.579	1077985.41	781175.05	2488.803
1078023.08	781197.655	2489.986	1077989.95	781181.603	2489.482	1077984.92	781174.178	2488.784
1078023.13	781197.284	2489.963	1077989.29	781180.853	2489.342	1077984.75	781173.906	2488.781
1078023.13	781197.221	2489.96	1077988.66	781180.081	2489.215	1077982.35	781169.888	2488.741
1078023.14	781197.159	2489.956	1077988.05	781179.289	2489.105	1077982.22	781169.677	2488.739
1078022.89	781194.89	2489.879	1077987.46	781178.477	2489.012	1077979.78	781165.599	2488.697
1078022.64	781192.687	2489.803	1077986.91	781177.646	2488.935	1077979.69	781165.449	2488.696
1078022.63	781192.621	2489.801	1077986.38	781176.797	2488.875	1078018.47	781190.127	2489.952
1078021.48	781191.675	2489.897	1077985.88	781175.93	2488.832	1078017.91	781189.947	2489.94
1078020.33	781190.73	2489.993	1077985.64	781175.492	2488.816	1078014.92	781189.517	2489.865
1078019.12	781190.338	2489.966	1077985.57	781175.352	2488.812	1078013.54	781189.319	2489.83

Tabla 18 Secciones transversales del cauce

SECCION TRANSVERSAL K0+000			
Abscisa	Eje (m)	Eje (m)	Eje (m)
m	Cota	E	N
0	2502.526	1078177.51	781438.59
0.25	2502.513	1078177.26	781438.575
0.5	2502.501	1078177.01	781438.559
0.75	2502.488	1078176.76	781438.544
1	2502.475	1078176.51	781438.529
1.25	2502.462	1078176.26	781438.513

SECCION TRANSVERSAL K0+000			
Abscisa	Eje (m)	Eje (m)	Eje (m)
m	Cota	E	N
1.5	2502.45	1078176.01	781438.498
1.75	2502.437	1078175.76	781438.483
2	2502.427	1078175.51	781438.467
2.25	2502.428	1078175.26	781438.452
2.5	2502.429	1078175.01	781438.436
2.75	2502.429	1078174.76	781438.421

SECCION TRANSVERSAL K0+000			
Abscisa	Eje (m)	Eje (m)	Eje (m)
m	Cota	E	N
3	2502.43	1078174.51	781438.406
3.25	2502.43	1078174.27	781438.39
3.5	2502.431	1078174.02	781438.375
3.75	2502.431	1078173.77	781438.36
4	2502.432	1078173.52	781438.344
4.25	2502.432	1078173.27	781438.329
4.5	2502.433	1078173.02	781438.314
4.75	2502.433	1078172.77	781438.298
5	2502.434	1078172.52	781438.283
5.25	2502.434	1078172.27	781438.268
5.5	2502.435	1078172.02	781438.252
5.75	2502.436	1078171.77	781438.237
6	2502.436	1078171.52	781438.221
6.25	2502.415	1078171.27	781438.206
6.5	2502.391	1078171.02	781438.191
6.75	2502.368	1078170.77	781438.175
7	2502.345	1078170.52	781438.16
7.25	2502.321	1078170.27	781438.145
7.5	2502.298	1078170.02	781438.129
7.75	2502.275	1078169.77	781438.114
8	2502.252	1078169.52	781438.099
8.25	2502.228	1078169.27	781438.083
8.5	2502.205	1078169.02	781438.068
8.75	2502.182	1078168.78	781438.053
9	2502.159	1078168.53	781438.037
9.25	2502.135	1078168.28	781438.022
9.5	2502.112	1078168.03	781438.006
9.75	2502.089	1078167.78	781437.991
10	2502.065	1078167.53	781437.976
10.25	2502.042	1078167.28	781437.96
10.5	2502.019	1078167.03	781437.945
10.75	2501.996	1078166.78	781437.93
11	2501.972	1078166.53	781437.914
11.25	2501.949	1078166.28	781437.899
11.5	2501.926	1078166.03	781437.884
11.75	2501.902	1078165.78	781437.868
12	2501.879	1078165.53	781437.853
12.25	2501.844	1078165.28	781437.838
12.5	2501.799	1078165.03	781437.822
12.75	2501.754	1078164.78	781437.807
13	2501.708	1078164.53	781437.791
13.25	2501.663	1078164.28	781437.776
13.5	2501.617	1078164.03	781437.761
13.75	2501.572	1078163.78	781437.745
14	2501.526	1078163.54	781437.73
14.25	2501.481	1078163.29	781437.715
14.5	2501.435	1078163.04	781437.699
14.75	2501.39	1078162.79	781437.684
15	2501.344	1078162.54	781437.669
15.25	2501.299	1078162.29	781437.653
15.5	2501.253	1078162.04	781437.638
15.75	2501.208	1078161.79	781437.623
16	2501.162	1078161.54	781437.607
16.25	2501.117	1078161.29	781437.592
16.5	2501.071	1078161.04	781437.576
16.75	2501.026	1078160.79	781437.561
17	2500.98	1078160.54	781437.546
17.25	2500.935	1078160.29	781437.53
17.5	2500.889	1078160.04	781437.515
17.75	2500.844	1078159.79	781437.5
18	2500.798	1078159.54	781437.484

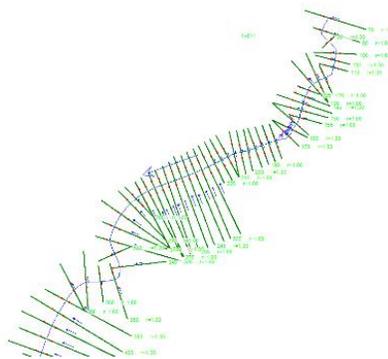
SECCION TRANSVERSAL K0+000			
Abscisa	Eje (m)	Eje (m)	Eje (m)
m	Cota	E	N
18.25	2500.753	1078159.29	781437.469
18.5	2500.707	1078159.04	781437.454
18.75	2500.662	1078158.79	781437.438
19	2500.617	1078158.54	781437.423
19.25	2500.571	1078158.3	781437.408
19.5	2500.526	1078158.05	781437.392
19.75	2500.48	1078157.8	781437.377
20	2500.435	1078157.55	781437.361
20.25	2500.389	1078157.3	781437.346
20.5	2500.344	1078157.05	781437.331
20.75	2500.298	1078156.8	781437.315
21	2500.253	1078156.55	781437.3
21.25	2500.207	1078156.3	781437.285
21.5	2500.162	1078156.05	781437.269
21.75	2500.131	1078155.8	781437.254
22	2500.101	1078155.55	781437.239
22.25	2500.071	1078155.3	781437.223
22.5	2500.041	1078155.05	781437.208
22.75	2500.011	1078154.8	781437.193
23	2499.994	1078154.55	781437.177
23.25	2499.977	1078154.3	781437.162
23.5	2499.961	1078154.05	781437.147
23.75	2499.96	1078153.8	781437.131
24	2500.026	1078153.55	781437.116
24.25	2500.155	1078153.3	781437.1
24.5	2500.284	1078153.06	781437.085
24.75	2500.413	1078152.81	781437.07
25	2500.542	1078152.56	781437.054
25.25	2500.67	1078152.31	781437.039
25.5	2500.799	1078152.06	781437.024
25.75	2500.928	1078151.81	781437.008
26	2501.01	1078151.56	781436.993
26.25	2500.944	1078151.31	781436.978
26.5	2500.879	1078151.06	781436.962
26.75	2500.813	1078150.81	781436.947
27	2500.748	1078150.56	781436.932
27.25	2500.682	1078150.31	781436.916
27.5	2500.617	1078150.06	781436.901
27.75	2500.551	1078149.81	781436.885
28	2500.486	1078149.56	781436.87
28.25	2500.42	1078149.31	781436.855
28.5	2500.355	1078149.06	781436.839
28.75	2500.354	1078148.81	781436.824
29	2500.364	1078148.56	781436.809
29.25	2500.367	1078148.31	781436.793
29.5	2500.369	1078148.06	781436.778
29.75	2500.371	1078147.82	781436.763
30	2500.374	1078147.57	781436.747
30.25	2500.376	1078147.32	781436.732
30.5	2500.378	1078147.07	781436.717
30.75	2500.381	1078146.82	781436.701
31	2500.383	1078146.57	781436.686
31.25	2500.385	1078146.32	781436.67
31.5	2500.387	1078146.07	781436.655
31.75	2500.367	1078145.82	781436.64
32	2500.345	1078145.57	781436.624
32.25	2500.645	1078145.32	781436.609
32.5	2500.984	1078145.07	781436.594
32.75	2501.322	1078144.82	781436.578
33	2501.661	1078144.57	781436.563
33.25	2501.999	1078144.32	781436.548

SECCION TRANSVERSAL K0+000			
Abscisa	Eje (m)	Eje (m)	Eje (m)
m	Cota	E	N
33.5	2502.338	1078144.07	781436.532
33.75	2502.626	1078143.82	781436.517
34	2502.778	1078143.57	781436.502
34.25	2502.932	1078143.32	781436.486
34.5	2503.106	1078143.07	781436.471
34.75	2503.279	1078142.82	781436.455
35	2503.457	1078142.57	781436.44
35.25	2503.673	1078142.33	781436.425
35.5	2503.889	1078142.08	781436.409
35.75	2504.104	1078141.83	781436.394
36	2504.32	1078141.58	781436.379
36.25	2504.535	1078141.33	781436.363
36.5	2504.751	1078141.08	781436.348
36.75	2504.967	1078140.83	781436.333
37	2505.182	1078140.58	781436.317
37.25	2505.398	1078140.33	781436.302
37.5	2505.614	1078140.08	781436.287
37.75	2505.829	1078139.83	781436.271
38	2506.045	1078139.58	781436.256
38.25	2506.261	1078139.33	781436.24
38.5	2506.476	1078139.08	781436.225
38.75	2506.692	1078138.83	781436.21
39	2506.933	1078138.58	781436.194
39.25	2507.205	1078138.33	781436.179
39.5	2507.477	1078138.08	781436.164
39.75	2507.75	1078137.83	781436.148
40	2507.991	1078137.58	781436.133
40.25	2508.112	1078137.33	781436.118
40.5	2508.234	1078137.09	781436.102
40.75	2508.355	1078136.84	781436.087

SECCION TRANSVERSAL K0+000			
Abscisa	Eje (m)	Eje (m)	Eje (m)
m	Cota	E	N
41	2508.476	1078136.59	781436.072
41.25	2508.598	1078136.34	781436.056
41.5	2508.719	1078136.09	781436.041
41.75	2508.84	1078135.84	781436.026
42	2508.968	1078135.59	781436.01
42.25	2509.217	1078135.34	781435.995
42.5	2509.553	1078135.09	781435.979
42.75	2509.79	1078134.84	781435.964
43	2509.747	1078134.59	781435.949
43.25	2509.704	1078134.34	781435.933
43.5	2509.661	1078134.09	781435.918
43.75	2509.618	1078133.84	781435.903
44	2509.574	1078133.59	781435.887
44.25	2509.531	1078133.34	781435.872
44.5	2509.488	1078133.09	781435.857
44.75	2509.445	1078132.84	781435.841
45	2509.402	1078132.59	781435.826
45.25	2509.359	1078132.34	781435.811
45.5	2509.316	1078132.09	781435.795
45.75	2509.273	1078131.85	781435.78
46	2509.23	1078131.6	781435.764
46.25	2509.187	1078131.35	781435.749
46.5	2509.158	1078131.1	781435.734
46.75	2509.144	1078130.85	781435.718
47	2509.133	1078130.6	781435.703
47.25	2509.121	1078130.35	781435.688
47.5	2509.109	1078130.1	781435.672
47.75	2509.098	1078129.85	781435.657
47.785	2509.096	1078129.81	781435.655

Las coordenadas del eje y las secciones transversales se obtuvieron mediante el uso del programa TOPO 3 y exportadas a los archivos de Excel y AutoCAD respectivamente.

Figura 5 Secciones transversales HEC RAS



Después de ingresar la geometría de cada sección transversal se procede a establecer las condiciones de frontera y se ingresan los caudales que se van a evaluar, iniciando por los caudales normales los cuales se presentan en temporadas de lluvias año tras año y luego se evalúan los caudales extremos con el objetivo de obtener las alturas de agua necesarias para el diseño de las estructuras a implementar en cada uno de los puntos de interés.

7.9. Evaluación de cada sector bajo caudales normales

Después de ingresar todos los datos como se describió anteriormente en cada una de las geometrías, se evaluó el comportamiento del canal bajo el efecto de caudales normales los cuales transitan por el canal a diario, para esto se tuvo en cuenta como caudal base el caudal máximo para un tiempo de retorno de 2.33 años como lo establece el Manual de Drenaje.

7.9.1. Análisis de resultados sector crítico PR1+611

A pesar de que la batimetría abarcó un total de 435m en el cauce el tramo de interés se redujo el K0+070 al K0+230; sin embargo, el sector más crítico donde se encuentra comprometida la ladera izquierda del cauce (margen izquierdo de la calzada), se encuentra entre las abscisas geométricas K1+430 hasta K1+590

Ilustración 14 Sección transversal K0+070 – Fuente: HEC-RAS

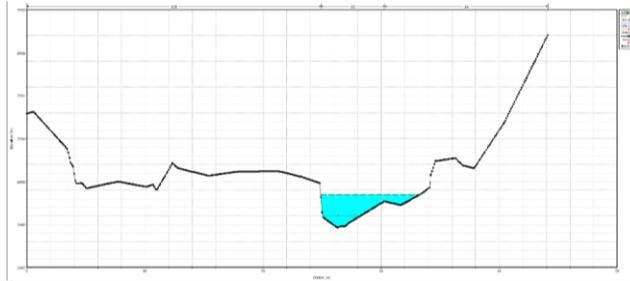
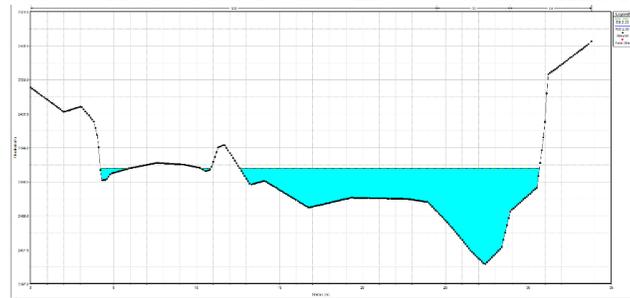
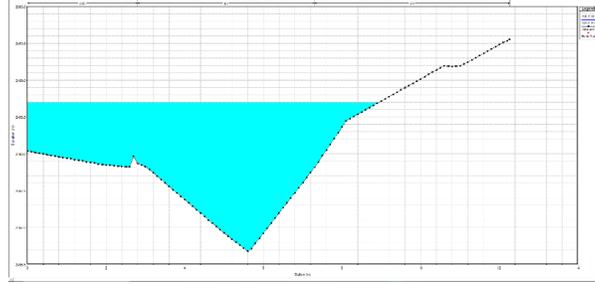


Ilustración 15 Sección transversal K0+080 – Fuente: HEC-RAS



En la Ilustración 15 se observa como bajo caudales normales el cauce se empieza a salir de su curso e invade la calzada con alturas de lámina de agua de 0.18m; aunque este resultado no es crítico; indica que la rasante en este punto debe elevarse para garantizar la seguridad de los usuarios y la estabilidad de la estructura de pavimento.

Ilustración 16 Sección transversal K0+090 – Fuente: HEC-RAS



En la Ilustración 16 se observa que bajo caudales normales en este sector el cauce invade totalmente la calzada hasta una altura de 0.88m en la zona de la cuneta a margen izquierda de la calzada y 0.66m en el eje de esta, dichos resultados ratifican la necesidad de elevar la calzada y en lo posible alejar la estructura de pavimento del cauce.

Ilustración 17 Sección transversal K0+100 – Fuente: HEC-RAS

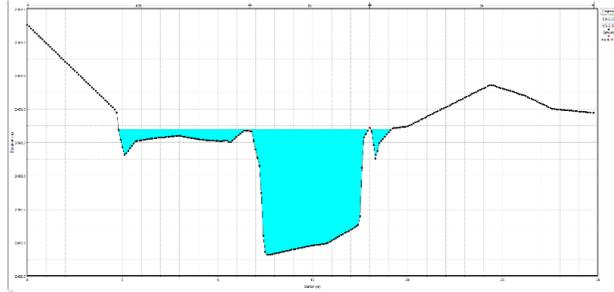
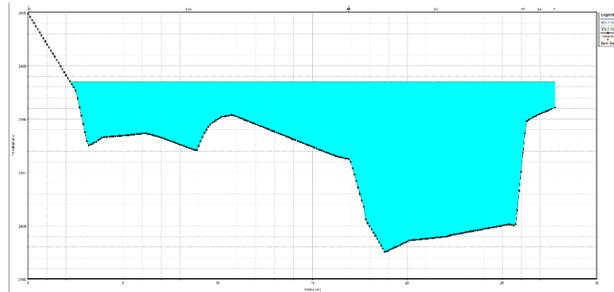


Ilustración 18 Sección transversal K0+140 – Fuente: HEC-RAS



En la sección transversal K0+140 del tramo crítico dentro del cauce, bajo el caudal máximo asociado a un periodo de retorno de 2.33 años se tiene una altura de lámina de agua de 0.97m. De acuerdo con los resultados obtenidos se establece que la rasante debe subir de la siguiente manera:

Tabla 19. Condiciones rasante sector crítico PR1+611

SECTOR CRITICO PR1+611	ABSCISAS	
	SUBIR RASANTE ENTRE	K1+460.00
ALTURAS	1.6	0.35
COTAS RASANTE INICIALES	2495.68	2501.64
COTAS RASANTE FINALES	2497.28	2501.99

Es válido aclarar, que la elevación de la rasante actual en el sector se determinó bajo caudales normal para un periodo de retorno de 2.33 años. Sin embargo, el diseño se las estructuras a

implementar en el cauce los cuales ayudarán a estabilizar la ladera y proteger la calzada de la erosión que actualmente se tiene se realizarán bajo los periodos de análisis recomendados por el Manual de Drenaje.

En este punto de estudio se recomienda retirar del cauce el muro en gavión que se encuentra volcado y realizar la protección de los taludes del cauce contra la erosión normal del mismo mediante la implementación de enrocados los cuales ayudan a manejar el flujo del cauce.

7.9.2. Análisis de resultados sector puente PR1+973

La topografía tomada en campo tuvo en cuenta lo recomendado en el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS 2009 y en el Código de Puentes CCP-14. Se establece también que el sitio de localización de los puentes debe tener como premisas principales los requerimientos de tráfico, las posibles futuras variaciones en la alineación o el ancho de la vía y a futuro, las ampliaciones que deba hacerse a la estructura debido al aumento del tránsito.

Algunas de las consideraciones de localización que recomienda la normatividad vigente son las siguientes:

- Localización de los puentes lejos de las curvas del cauce.
- Ubicar el puente donde el cauce sea poco profundo o estrecho y donde la estructura de soporte de la losa pueda localizarse por fuera de efectos negativos.

Adicionalmente se llevó a cabo la recolección de datos de campo correspondientes a:

- Topografía de campo, fotografías aéreas y terrestres de la zona aguas arriba, aguas abajo en el canal principal y sus planicies de inundación.
- Estudio de suelos y geología mediante los cuales se apoya la determinación del coeficiente de rugosidad y la caracterización del material de lecho con el objetivo de determinar la socavación.
- Información histórica del comportamiento de la corriente de agua bajo efectos de crecientes normales y máximas
- Cambios geomorfológicos del flujo del canal.

Tendiendo en cuentas estas consideraciones, se realiza la evaluación bajo caudales normales y máximos en las secciones cercanas al punto de ubicación del puente y la abscisa de localización de este.

Después de ingresar la información requerida al programa computacional HEC-RAS, se evalúan los niveles de agua correspondientes a los caudales asociados a un periodo de retorno de 2.33 años el cual se toma como base. A continuación, se presentan los resultados.

Ilustración 19 Sección transversal K0+085 – Fuente: HEC-RAS

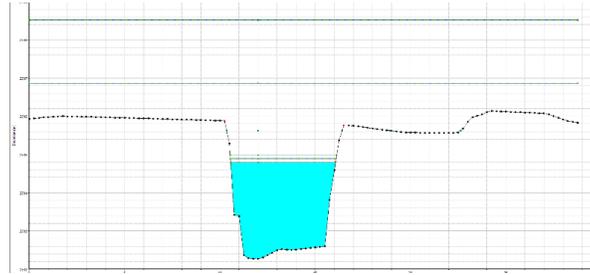


Tabla 20 Resultados sección transversal K0+085 - Fuente: HEC-RAS

Cross Section Output					
File Type Options Help					
River:	MANCHAY	Profile:	2.33A		
Reach:	QUEBRADA	RS:	85	Plan:	P1
Plan: P1 MANCHAY QUEBRADA RS: 85 Profile: 2.33A					
E.G. Elev (m)	2514.79	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.00	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	2514.79	Reach Len. (m)	2.72	1.49	3.02
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		11.41	
E.G. Slope (m/m)	0.000000	Area (m2)		11.41	
Q Total (m3/s)	0.20	Flow (m3/s)		0.20	
Top Width (m)	5.50	Top Width (m)		5.50	
Vel Total (m/s)	0.02	Avg. Vel. (m/s)		0.02	
Max Chl Dpth (m)	2.52	Hydr. Depth (m)		2.08	
Conv. Total (m3/s)	438.1	Conv. (m3/s)		438.1	
Length Wtd. (m)	1.49	Wetted Per. (m)		9.24	
Min Ch El (m)	2512.27	Shear (N/m2)		0.00	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		0.00	
Frctn Loss (m)	0.00	Cum Volume (1000 m3)	0.02	0.18	0.00
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	0.04	0.16	0.00

De acuerdo con la Ilustración 19 se tiene que bajo condiciones de caudales normales en la sección de la batimetría donde se encuentra localizado el puente K0+085 se tiene una altura de lámina de agua máxima de 2.52m y una velocidad de 0.02m/s lo cual no es normal para este tipo de corrientes. En la Tabla 21 se puede observar la variación de las velocidades y las alturas de lámina de agua en todas las secciones del cauce en especial en la zona de localización del puente para el periodo de retorno de estudio, se puede observar que la velocidad esperada se encuentran por debajo de los rangos establecidos para cauces de este tipo, es decir que la dinámica del cauce presenta alteraciones que se encuentran por fuera de su dinámica normal.

Tabla 21 Resultados generales de modelación en el canal bajo caudales normales

File Options Std. Tables Locations Help												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
QUEBRADA	90	2.33A	0.20	2511.97	2514.79		2514.79	0.000000	0.01	15.14	7.40	0.00
QUEBRADA	90	5A	0.20	2511.97	2514.79		2514.79	0.000000	0.01	15.14	7.40	0.00
QUEBRADA	90	10A	0.30	2511.97	2514.90		2514.90	0.000000	0.02	15.92	7.57	0.00
QUEBRADA	90	25A	0.40	2511.97	2514.99		2514.99	0.000000	0.02	16.62	7.72	0.01
QUEBRADA	90	50A	1.40	2511.97	2515.63		2515.63	0.000001	0.06	23.56	14.35	0.01
QUEBRADA	90	100A	4.70	2511.97	2516.87		2516.87	0.000002	0.10	62.20	37.97	0.02
QUEBRADA	90	500A	27.10	2511.97	2518.52		2518.52	0.000009	0.25	124.81	37.97	0.03
QUEBRADA	85	2.33A	0.20	2512.27	2514.79		2514.79	0.000000	0.02	11.41	5.50	0.00
QUEBRADA	85	5A	0.20	2512.27	2514.79		2514.79	0.000000	0.02	11.41	5.50	0.00
QUEBRADA	85	10A	0.30	2512.27	2514.90		2514.90	0.000000	0.03	11.99	5.54	0.01
QUEBRADA	85	25A	0.40	2512.27	2514.99		2514.99	0.000001	0.03	12.50	5.58	0.01
QUEBRADA	85	50A	1.40	2512.27	2515.63		2515.63	0.000004	0.09	16.39	9.76	0.02
QUEBRADA	85	100A	4.70	2512.27	2516.87		2516.87	0.000005	0.12	46.15	28.79	0.02
QUEBRADA	85	500A	27.10	2512.27	2518.52		2518.52	0.000019	0.30	93.57	28.79	0.04
QUEBRADA	80	2.33A	0.20	2512.25	2514.79		2514.79	0.000000	0.02	12.18	8.03	0.00
QUEBRADA	80	5A	0.20	2512.25	2514.79		2514.79	0.000000	0.02	12.18	8.03	0.00
QUEBRADA	80	10A	0.30	2512.25	2514.90		2514.90	0.000000	0.02	13.03	8.14	0.01
QUEBRADA	80	25A	0.40	2512.25	2514.99		2514.99	0.000001	0.03	13.78	8.23	0.01
QUEBRADA	80	50A	1.40	2512.25	2515.63		2515.63	0.000002	0.07	19.27	9.12	0.02
QUEBRADA	80	100A	4.70	2512.25	2516.87		2516.87	0.000004	0.13	40.79	18.79	0.02
QUEBRADA	80	500A	27.10	2512.25	2518.51		2518.52	0.000026	0.42	71.68	18.79	0.06

De acuerdo con los resultados de la modelación hidrológica mediante el programa HEC HMS se determinó que el caudal esperado para el tiempo de retorno es de 1.4m³/s, se lleva a cabo la evaluación de la respuesta del canal bajo el efecto de este caudal en la abscisa de localización del puente encontrándose los siguientes resultados:

Ilustración 20 Sección transversal K0+085 – Fuente: HEC-RAS

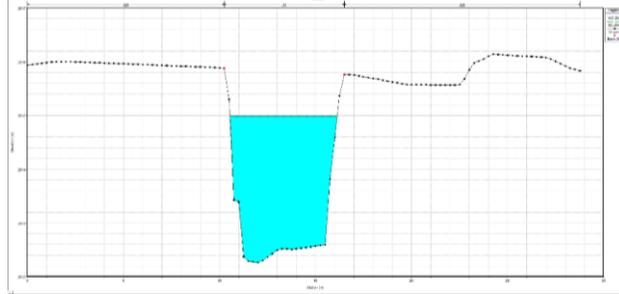


Tabla 22 Resultados sección transversal K0+085 - Fuente: HEC-RAS

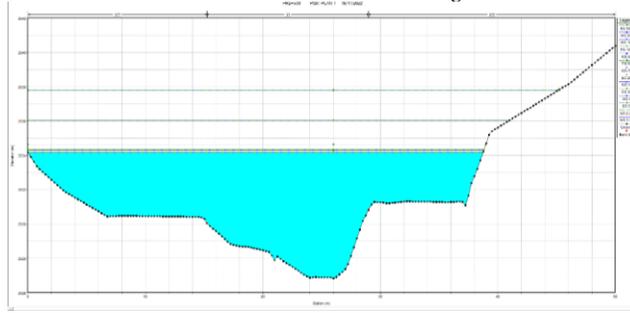
Cross Section Output				
File Type Options Help				
River:	MANCHAY	Profile:	SOA	
Reach:	QUEBRADA	RS:	85	
Plan: P1				
Plan: P1 MANCHAY QUEBRADA RS: 85 Profile: SOA				
E.G. Elev (m)	2515.63	Element	Left OB	Channel
Vel Head (m)	0.00	Wtr. m-val.		0.030
W.S. Elev (m)	2515.63	Reach Len. (m)	2.72	1.49
Crit W.S. (m)		Flow Area (m ²)		16.20
E.G. Slope (m/m)	0.000004	Area (m ²)		16.20
Q Total (m ³ /s)	1.40	Flow (m ³ /s)		1.40
Top Width (m)	9.76	Top Width (m)		6.06
Vel Total (m/s)	0.09	Avg. Vel. (m/s)		0.09
Max Ch Dpth (m)	3.36	Hydr. Depth (m)		2.68
Conv. Total (m ³ /s)	699.0	Conv. (m ³ /s)		698.0
Length Wtd. (m)	1.49	Wetted Per. (m)		11.02
Min Ch El (m)	2512.27	Shear (N/m ²)		0.06
Alpha	1.02	Stream Power (N/m s)		0.00
Frctn Loss (m)	0.00	Cum Volume (1000 m ³)	0.08	0.33
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m ²)	0.11	0.19
				0.05

De acuerdo con los resultados de la modelación de caudales al periodo de diseño se espera una altura máxima de lámina de agua de 3.36m con respecto a la cota de fondo del cauce y una velocidad de 0.09m/s. Por consiguiente, se recomienda que el gálibo del puente quede a una altura de 2.0m respecto a esta altura de lámina de agua; es decir que la cota del gálibo será de 2517.63, se recomienda que los estribos del nuevo puente no invadan el cauce teniendo en cuenta que el punto donde se encuentra ubicado el mismo es al finalizar una curva, es decir que el cauce atacará el margen izquierdo del cauce con el objetivo de disipar la energía que trae en el momento del tránsito de las diferentes crecientes.

7.9.3. Análisis de resultados sector crítico PR2+500

De acuerdo con los resultados de la evaluación bajo caudales máximos se evidencia que el cauce presenta sobre elevaciones de los niveles de agua bajo caudales normales como bajo caudales máximos los cuales son bastante significativos.

Ilustración 21. Sobre elevación de la lámina de agua en la zona de estudio



De acuerdo con los resultados obtenidos se establece que la rasante debe subir de la siguiente manera:

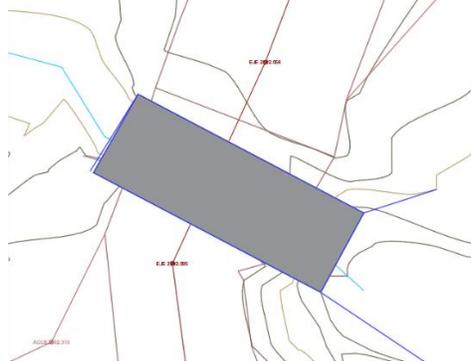
Tabla 23. Condiciones rasante sector crítico PR2+500

SUBIR RASANTE ENTRE	K2+330.00	K2+420.00
ALTURAS	2	1.2
COTAS RASANTE INICIALES	2531.4	2532.35
COTAS RASANTE FINALES	2533.4	2533.55

7.9.4. Análisis de resultados sector crítico PR3+500

En el sector de estudio actualmente se encuentra un box coulvert pequeño el cual se recomienda sea reemplazado por un box de mayor capacidad con una geometría sesgada con respecto al eje de la calzada proyectada. Se lleva a cabo la evaluación de las alturas de agua bajo caudales normales y máximos de diseño.

Ilustración 22. Esquema de implantación del box en el sector crítico PR3+500



A pesar de que se trata de una obra tipo box coulvert se evalúa el comportamiento del cauce bajo un caudal extremo para un periodo de retorno de 25 años, teniendo en cuenta los fenómenos de cambio climático y efectos de crecientes súbitas.

Ilustración 23. Sección K0+050, elevación del agua Tr 25 años – PR3+500

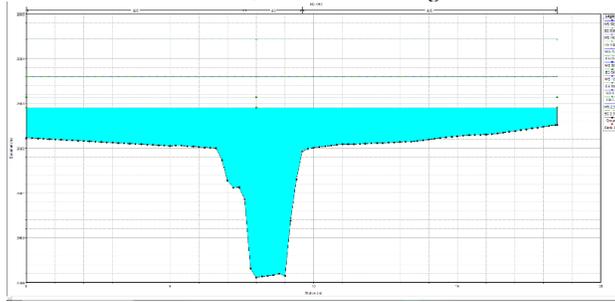


Tabla 24. resultados modelación hidráulica caudal de diseño en PR3+500

Cross Section Output					
File Type Options Help					
River:	MANCHAY	Profile:	25 A		
Reach:	QUEBRADA	RS:	50	Plan:	P1
Plan: P1 MANCHAY QUEBRADA RS: 50 Profile: 25 A					
E.G. Elev (m)	Element	Left OB	Channel	Right OB	
Vel Head (m)	0.00	WT. n-Val.	0.025	0.030	0.025
W.S. Elev (m)	2603.14	Reach Len. (m)	7.17	4.40	0.32
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	8.56	6.82	8.15
E.G. Slope (m/m)	0.000000	Area (m2)	8.56	6.82	8.15
Q Total (m3/s)	0.20	Flow (m3/s)	0.07	0.06	0.07
Top Width (m)	18.47	Top Width (m)	7.60	2.00	8.87
Vel Total (m/s)	0.01	Avg. Vel. (m/s)	0.01	0.01	0.01
Max Ch Dpth (m)	4.03	Hydr. Depth (m)	1.13	3.41	0.92
Conv. Total (m3/s)	877.9	Conv. (m3/s)	327.9	256.1	293.9
Length Wtd. (m)	3.68	Wetted Per. (m)	9.13	5.70	9.51
Min Ch El (m)	2599.11	Shear (N/m2)	0.00	0.00	0.00
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	0.00	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.00	Cum Volume (1000 m3)	0.29	0.30	0.40
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	0.27	0.12	0.30

En la sección de evaluación bajo caudales de diseño se espera una elevación del nivel de aguas máxima de 4.03m, sin embargo, se recomienda ampliar la sección del box actual a 2.5m y una altura de cajón de 4.0m con el objetivo de mermar el efecto de estrangulamiento que le hace la estructura actual al cauce y adicionalmente se recomienda que la aleta de salida derecha e izquierda sirvan de estructura de confinamiento para el talud que presenta problemas de erosión actualmente.

Tabla 25. Cotas de estructura y lámina de agua sector crítico PR3+500

SECTOR CRITICO PR3+500	
COTA FONDO CAUCE	2599.19
COTA NIVEL MAX AGUA	2603.14
ALTURA DE AGUA	3.95
ALTURA DE BOX	4
ALTURA FINAL ESTRUCTURA	2603.19

7.9.5. Análisis de resultados sector puente k6+081

Para este análisis de resultados se tiene en cuenta las mismas recomendaciones utilizadas para el análisis de resultados sector puente PR1+973.

De acuerdo con los resultados de la modelación hidrológica mediante el programa HEC HMS se determinó que el caudal esperado para el tiempo de retorno es de 1.4m³/s, se lleva a cabo la evaluación de la respuesta del canal bajo el efecto de este caudal en la abscisa de localización del puente encontrándose los siguientes resultados:

Ilustración 24 Sección transversal K0+055 – Fuente: HEC-RAS

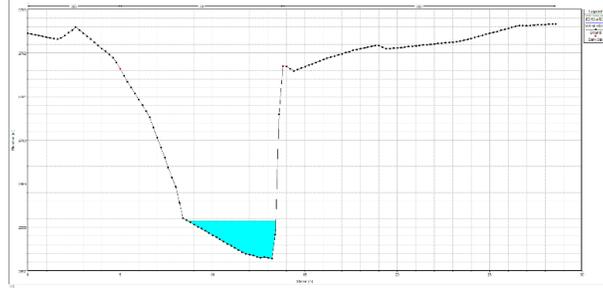


Tabla 26 Resultados sección transversal K0+055 - Fuente: HEC-RAS

Plan: Plan 01 MANCHAY TRAMO INFERIOR RS: 55 Profile: 50 AÑOS				
E.G. Elev (m)	2698.15	Element	Left OB	Channel
Vel Head (m)	0.00	Wt. n-Val.		0.030
W.S. Elev (m)	2698.15	Reach Len. (m)	5.10	5.00
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		2.48
E.G. Slope (m/m)	0.000039	Area (m2)		2.48
Q Total (m3/s)	0.30	Flow (m3/s)		0.30
Top Width (m)	4.77	Top Width (m)		4.77
Vel Total (m/s)	0.12	Avg. Vel. (m/s)		0.12
Max Chl Dpth (m)	0.87	Hydr. Depth (m)		0.52
Conv. Total (m3/s)	48.2	Conv. (m3/s)		48.2
Length Wtd. (m)	5.00	Wetted Per. (m)		5.55
Min Ch El (m)	2697.28	Shear (N/m2)		0.17
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		0.02
Frctn Loss (m)	0.00	Cum Volume (1000 m3)		0.02
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)		0.05

De acuerdo con los resultados de la modelación de caudales al periodo de diseño se espera una altura máxima de lámina de agua de 0.87m con respecto a la cota de fondo del cauce y una velocidad de 0.12m/s. Por consiguiente, se recomienda que el gálibo del puente quede a una altura de 2.0m respecto a esta altura de lámina de agua, es decir que la cota del gálibo será de 2700.15, se recomienda que los estribos del nuevo puente no invadan el lecho del cauce, con el objetivo de minimizar los efectos de las crecientes debido al arrastre de material grueso.

7.9.6. Análisis de resultados sector puente k9+542

Para este análisis de resultados se tiene en cuenta las mismas recomendaciones utilizadas para el análisis de resultados sector puente PR1+973.

De acuerdo con los resultados de la modelación hidrológica mediante el programa HEC HMS se determinó que el caudal esperado para el tiempo de retorno es de 0.2m3/s, se lleva a cabo la evaluación de la respuesta del canal bajo el efecto de este caudal en la abscisa de localización del puente encontrándose los siguientes resultados:

Ilustración 25 Sección transversal K0+090 – Fuente: HEC-RAS

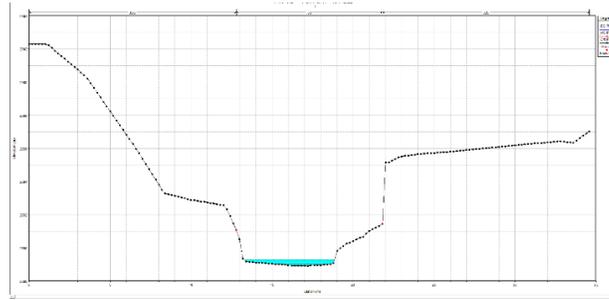


Tabla 27 Resultados sección transversal K0+090 - Fuente: HEC-RAS

Plan: Plan 01 JUANAMBU INFERIOR RS: 90 Profile: PF 5			
E.G. Elev (m)	2889.28	Element	
Vel Head (m)	0.00	Wt. n-Val.	0.030
W.S. Elev (m)	2889.28	Reach Len. (m)	
Crit W.S. (m)	2889.03	Flow Area (m2)	1.49
E.G. Slope (m/m)	0.000100	Area (m2)	1.49
Q Total (m3/s)	0.20	Flow (m3/s)	0.20
Top Width (m)	5.58	Top Width (m)	5.58
Vel Total (m/s)	0.13	Avg. Vel. (m/s)	0.13
Max Ch Dpth (m)	0.37	Hydr. Depth (m)	0.27
Conv. Total (m3/s)	20.0	Conv. (m3/s)	20.0
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)	5.80
Min Ch El (m)	2888.91	Shear (N/m2)	0.25
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	0.03
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)	
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)	

De acuerdo con los resultados de la modelación de caudales al periodo de diseño se espera una altura máxima de lámina de agua de 0.37m con respecto a la cota de fondo del cauce y una velocidad de 0.13m/s. Por consiguiente, se deja la altura del gálibo en la cota en la cual se encuentra el puente actual. El puente se modifica debido a que no cumple con los requerimientos de diseño geométrico. Se debe conservar el punto de localización del puente debido a que tanto aguas arriba como aguas abajo se tienen puntos de inestabilidad hidráulica debido a la presencia de conjunción de cauces.

Tabla 28. cotas resultantes de la modelación hidráulica

PUENTE PR9+542	
COTA LAMINA DE AGUA	2889.43
ALTURA GALIBO (m)	2
COTA GALIBO	2891.43
NO SE MODIFICA ALTURA ACTUAL PUENTE	

8 CONCLUSIONES

- El presente estudio contempló todos los aspectos requeridos de acuerdo con el Manual de Drenaje para Carreteras INVIAS 2009, sin embargo, teniendo en cuenta el aumento de las precipitaciones en la región y en general en el país, debido al cambio climático se realizó el cálculo de caudales para intensidades superiores a las recomendadas en el mismo con el objetivo de dar mayor capacidad hidráulica a las obras.
- En revisión con los estudios iniciales, se encontró que actualmente hay muchas obras que se proyectaron como nuevas en el presente estudio, pero se encontraban contempladas dentro del estudio anterior indicando que habían sido tapadas por derrumbes, acumulación de material de sedimentación o por la misma comunidad como se evidenció en campo. Es indispensable para el buen drenaje de la zona hacer mantenimiento a las obras de manera periódica ya sea mediante trabajo comunitario o por acción de las entidades gubernamentales con el objetivo de que las condiciones de estabilidad de la zona en especial de los sectores críticos.
- Se realizó el chequeo de los parámetros hidrológicos de la zona y se determina que las obras localizadas entre el K1+075 hasta el K11+000 (abscisas contractuales) se determinarán los caudales mediante el uso de las intensidades y las curvas IDF asociadas a la estación pluviométrica Silvia Pta Eléctrica la cual tiene mayor influencia en la zona y para las obras entre el K11+000 y el K13+400 se dimensionan mediante el uso de las intensidades y las curvas idf asociadas a la estación Pitayo, debido a que esta estación tiene mayor influencia sobre la zona de estudio.
- Para el análisis hidrológico, hidráulico y geomorfológico del comportamiento de cada uno de los cauces en los puntos críticos dentro del tramo de estudio y en los puntos de ubicación de los puentes, se llevó a cabo por la dirección de la ingeniera especialista Carmen Concha.
- El cauce de la quebrada Manchay se considera en la etapa joven el cual tiene la tendencia a ampliar sus laderas con el fin de disipar la energía, sin embargo, la comunidad realiza técnicas de extracción de material sin ninguna dirección, por lo cual esto le afecta en el comportamiento del cauce.
- Se recomienda la implementación de enrocados a la salida de las obras en especial las que presentan mayores pendientes con el objetivo de minimizar la energía del agua y proteger la ladera. También en la zona donde se propone la utilización de enrocados para protección de muros, taludes en los cauces entre otros deben realizarse con material granular de diámetros no menor a 6”.
- Los materiales a utilizar deben cumplir con las especificaciones de diseño y las

características técnicas constructivas con el fin de garantizar la buena ejecución y la estabilidad de las mismas.

- Este proyecto fue de suma importancia en la ingeniería y de gran aprendizaje a nivel personal.
- Según el cronograma la etapa de diseño de planos no fue alcanzada por motivos de tiempo

9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chow, V.T; Hidrología Aplicada, primera edición en español, traducido de la edición en inglés, Applied Hydrology, Bogotá; Editorial Mc. Graw Hill, 1993.
- Diseño hidráulico e hidrológico de obras de ingeniería para proyectos viales. Jorge Julián Vélez Upegui, Blanca Adriana Botero Hernandez, Juan Camilo Parra Toro, Víctor Mauricio Aristizábal Murillo y alendro Marulanda Aguirre. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, Facultad de ingeniería y arquitectura.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, Sistema de Información del Recurso Hídrico – SIRH
- Instituto Nacional de Vías INVIAS, Ministerio de Transporte. Manual de Drenaje para Carreteras. Bogotá 2009.
- Hidrología, Hidráulica y Drenaje Vial. Ayudas de diseño. Universidad del Cauca, Facultad de Ingeniería Civil, Departamento de Hidráulica. María Elvira Guevara Álvarez, M. Sc. 2013.

10 REFERENCIAS PÁGINAS WEB

- <http://sirh.ideam.gov.co/Sirh/faces/observatorioSuperficiales.jspx>
- <http://www.ideam.gov.co/>
- <https://www2.sgc.gov.co/sgc/mapas/paginas/geoportal.aspx>
- <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- <https://www.colombiaenmapas.gov.co/>
- <https://core.ac.uk/download/pdf/48024716.pdf> (Artículo de consulta)
- <https://www.cornare.gov.co/GestionRiesgo/EL-RETIRO/ANEXOS/ANEXO-3-Diseno-de-obras-de-mitigacion-y-control.pdf>

11 ANEXOS

- ARL
- Certificación de la empresa
- Resolución de pasantía



CERTIFICADO DE AFILIACIÓN

POSITIVA COMPAÑÍA DE SEGUROS S.A.

HACE CONSTAR QUE:

Verificada la base de datos de afiliación en el ramo de Riesgos Laborales de **POSITIVA COMPAÑÍA DE SEGUROS S.A.**, se identificó que **DAVID ESTEBAN ROSERO SINZA** con CC No. **1086362396**, registra afiliación en nuestra ARL, con la siguiente información:

Datos del Empleador	Datos de la Relación Laboral
Empleador: NI 901179481 - INGENIES IDECAM SAS	Fecha de última cobertura: 19/05/2022 Estado Afiliación: INACTIVO Tipo Vinculación: TRABAJADOR DEPENDIENTE Clase de Riesgo: 5 Cargo : ESTUDIANTE EN PRACTICA (DECRETO 055 DE 2015) Fecha fin de Retiro: 30/06/2022

Para validar la información emitida en este certificado, visite nuestra página web y seleccione la opción 'VALIDAR CERTIFICADOS'. Ingrese el siguiente código (válido por un mes): 202301016255015.

Esta certificación se expide en la ciudad de Bogotá D.C. a los 13 días del mes de junio de 2023.

Cordialmente

GERENCIA DE AFILIACIONES Y NOVEDADES
POSITIVA COMPAÑÍA DE SEGUROS S.A.



INGENIES IDECAM SAS
NIT. 901179481-7

RH-CI-001
Página 1 de 1

LA CONSTRUCTORA INGENIES IDECAM SAS
NIT. 901179481-7

CERTIFICA.

Que el estudiante **DAVID ESTEBAN ROSERO SINZA**, identificado con cedula de ciudadanía 1.086.362.396 de Tambo - Nariño, del programa de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca, realizo la práctica profesional en el área de consultoría hidráulica para obtener el título de **INGENIERO CIVIL**, con una intensidad de **QUINIENTOS SETENTA Y SEIS (576) HORAS**, contadas a partir del diez (10) de agosto de 2022 hasta el quince (15) de noviembre de 2022.

Para constancia se firma a los quince (15) días del mes de noviembre del año dos mil veintidós (2022).

MANUEL ALEJANDRO ALVAREZ MEDINA
RL. INGENIES IDECAM SAS
NIT. 901179481-7
CC. 10.301.567 de Popayán

RAI
COR
No

RAI
COR
No

Calle 13 N # 7-04 B/El Recuerdo
www.ingeniesidecam.com – financiera@ingeniesidecam.com
316 024 4557



RESOLUCIÓN No. 8.3.2-90.13/ 324 DE 2022
(10 DE AGOSTO)

Por la cual se autoriza un TRABAJO DE GRADO, PRÁCTICA PROFESIONAL EMPRESARIAL - PASANTÍA, y se designa su Director.

EL CONSEJO DE FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL de la Universidad del Cauca, en uso de sus atribuciones funcionales y,

CONSIDERANDO

PRIMERO: Que mediante los Acuerdos 002 de 1989, 003 y 004 de 1994 y 027 de 2012, emanados del Consejo Académico de la Universidad del Cauca, se estableció el TRABAJO DE GRADO y por Resolución No. 820 de 2014 del Consejo de Facultad de Ingeniería Civil, se reglamentó dicho Trabajo de Grado en las modalidades Investigación, Pasantía, Práctica Social y Profundización Académica.

SEGUNDO: Que la Universidad del Cauca emitió Resolución 666 del 24 de abril 2020: "Por medio de la cual se adopta el protocolo general de bioseguridad para mitigar, controlar y realizar el adecuado manejo de la pandemia del Coronavirus Covid-19".

TERCERO: Que los estudiantes autorizados para realización de Trabajo de Grado en modalidad de Investigación, Pasantía y Practica Social, conocen sobre las responsabilidades en la aplicación de los protocolos de bioseguridad listadas en el Artículo 3 de la Resolución 666 de 2020 y las resoluciones complementarias.

CUARTO: Que los estudiantes han expresado mediante carta debidamente firmada, la exoneración a la Universidad del Cauca de responsabilidades para quienes realicen prácticas presenciales en desarrollo de las modalidades de Trabajo de Grado y/o los procedimientos reglamentados por cada facultad.

RESUELVE

ARTÍCULO PRIMERO: Autorizar al estudiante **DAVID ESTEBAN ROSERO SINZA**, con cédula de ciudadanía N° 1086362396, la ejecución y desarrollo del Trabajo de Grado, **Práctica Profesional-Empresarial Pasantía**, titulado: **AUXILIAR DE INGENIERÍA EN RECURSOS HIDRICOS EN LA EMPRESA INGENIES IDECAM**, bajo la dirección de la Docente Andrea Marcela Bolaños Rodríguez, avalado por el Consejo de Facultad en sesión 15 del 10 de agosto de 2022, como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil.



Por una Universidad de excelencia y solidaridad

Facultad de Ingeniería Civil
Calle 2 Carrera 15N Esquina, Campus Universitario de Tulcán
Popayán - Cauca - Colombia
Teléfono: 8209821, Conmutador 8209800 Exts. 2200, 2201, 2205
Email: d.civil@unicauca.edu.co www.unicauca.edu.co