

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**EVALUACIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA DE DRENAJE
EN LA CARRETERA LUYA OCÚMAL, TRAMO
HUAYLLA BELÉN**

Autor: Bach. Farley Portocarrero Briceño

Asesor: Ing. John Hilmer Saldaña Núñez

Registro:

CHACHAPOYAS - PERÚ

2021

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mis queridos padres: Luis Anibal Portocarrero Muñoz y Lucinda Esperanza Briceño Vela.

Por haberme brindado ese apoyo emocional, económico de manera incondicional, que lucharon juntos por llegar a la meta de ser un profesional.

A mi segunda familia Wilder Zapata Chuquimbalqui y Sonia Baca Villanueva quienes juntamente con su familia estuvieron siempre inculcándome valores y demostrando su apoyo día a día para ver lograr esta meta.

A mis queridos hermanos:

Ángel Geremias Portocarrero Briceño

Regner David Portocarrero Briceño

Abraham Portocarrero Briceño

Joel Portocarrero Briceño

Ander Portocarrero Briceño

Jessica Noemi Portocarrero Briceño

Farley Portocarrero Briceño

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento a todos los ingenieros que laboran en la casa de estudios de la prestigiosa universidad de la facultad de ingeniería civil por dedicar su tiempo para la formación de profesionales.

A las Autoridades como Rector, Decano y todo su equipo de trabajo que laboran en las diferentes oficinas quienes apoyan en los tramites durante el proceso académico

A toda mi familia que siempre estuvo ahí apoyándome y luchando junto a mi persona y dándome siempre ese apoyo económico y emocional para ver esta cumplida esta meta.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI
Rector

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN
Vicerrector Académico

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN
Vicerrectora de Investigación

M.Sc. Rosalynn Yohanna Rivera López
Decana(e) de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

El docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas que suscribe, hace constar que ha asesorado la Tesis titulada **Evaluación técnica del sistema de drenaje en la carretera Luya Ocúmal, tramo Huaylla Belén**, del tesista de la facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Estudiante. Farley Portocarrero Briceño

El suscrito da el visto Bueno de la mencionada Tesis Dándole pase para que sea sometida a la revisión por el jurado evaluador comprometiéndose a supervisar el levantamiento de las observaciones que formulen para su posterior sustentación

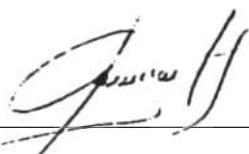
Chachapoyas, 05 de julio del 2021



.....
Ing. John Hilmer Saldaña Núñez

Asesor

JURADO EVALUADOR



M.Sc. Cristhian Junior Gastulo Tapia

Presidente



Ing. Jorge Alfredo Hernández Chávarri

Secretario



Ing. Thamy Lila Pezet Cahuín

Vocal

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, Farley Portocarrero Briceño, identificado con DNI N°77067039, Bachiller de la escuela profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, con correo institucional 7706703932@untrm.edu.pe.

Declaro bajo juramento

Que:

1. Soy autor de la tesis titulada: Evaluación técnica del sistema de drenaje en la carretera Luya Ocúmal, tramo Huaylla Belén, que presento para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.
2. La tesis no ha sido plagiada total ni parcialmente, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros
4. La tesis no ha sido publicado ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la Tesis para obtener el título profesional, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la Tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio o falsificación de la Tesis para obtener el título profesional; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción deriven.

Chachapoyas, 21 de setiembre del 2021



Farley Portocarrero Briceño



ANEXO 3-Q

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 26 de octubre del año 2021, siendo las 10:00 horas, el aspirante: Bach. Farley Portocarrero Briceño, defiende en sesión pública presencial () / a distancia (x) la Tesis titulada: EVALUACIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA DE DRENAJE EN LA CARRETERA LUYA OCUMAL, TRAMO HUAYLLA BELÉN

teniendo como asesor a Ing. John Hilmer Saldaña Nuñez, para obtener el Título Profesional de INGENIERO CIVIL

a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: M.Sc. Cristhian Junior Gastulo Tapia

Secretario: Ing. Jorge Alfredo Hernández Chávarri

Vocal: Ing. Thamy Lila Pezet Cahuín

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado (x) Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 11:00 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL

OBSERVACIONES:

Empty lines for observations.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	iii
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS.....	iv
JURADO EVALUADOR.....	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	3
2.1. VARIABLES DE ESTUDIO OPERACIONAL.....	3
2.2. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	3
2.2.1. UNIVERSO MUESTRAL	3
2.3. MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y PROCEDIMIENTO	3
2.3.1. MÉTODOS	3
2.3.1.1. ANALÍTICO	3
2.3.1.2. INDUCTIVO.....	3
2.3.2. TÉCNICAS	3
2.3.2.1. OBSERVACIÓN DIRECTA.....	3
2.3.2.2. RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.3.3. INSTRUMENTOS.....	3
2.3.3.1. REGISTROS HISTÓRICOS.....	3
2.3.4. PROCEDIMIENTO	3
2.3.4.1. PRE – CAMPO:	4
2.3.4.2. CAMPO:	4
2.3.4.3. POST – CAMPO:.....	4
2.3.5. ANÁLISIS DE DATOS	4
III. RESULTADOS	5
3.1. IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	5
3.2. LOCALIZACIÓN.....	5
3.3. ESTUDIO TOPOGRÁFICO	6
3.4. CAUDALES MÁXIMOS	6
3.4.1. MÉTODO RACIONAL	6
3.4.1.1. ÁREAS TRIBUTARIAS Y COEFICIENTES DE ESCORRENTÍAS.....	7
3.4.1.2. INTENSIDAD DE LLUVIA	7
3.4.1.3. REDES DE FLUJO.....	12

3.4.1.4.	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	12
3.4.1.5.	CÁLCULO DE CAUDALES DE DISEÑO	12
3.5.	SECCIONES DEL SISTEMA DE DRENAJE EXISTENTE	16
3.5.1.	ALCANTARILLAS TMC Ø24"	17
3.5.2.	CUNETAS DE TIERRA	17
3.6.	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE	17
3.6.1.	DISEÑO DE ALCANTARILLAS	17
3.6.2.	DISEÑO DE CUNETAS	42
IV.	DISCUSIÓN	45
V.	CONCLUSIONES	46
VI.	RECOMENDACIONES	48
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
VIII.	ANEXOS	50
8.1.	ANEXO 1-A	51
8.2.	ANEXO 1-B	52
8.3.	ANEXO 2-A	53
8.4.	ANEXO 3-A	54
8.4.1.	PANEL FOTOGRÁFICO	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Coefficientes de escorrentía método racional.....	7
Tabla 2.	Estación pluviométrica	8
Tabla 3.	Calculo intensidad ecuación de Gumbel teórica	10
Tabla 4.	Valores para periodos de duración de 24horas, usando la ecuación de Gumbel ...	11
Tabla 5.	Cálculo de caudales para alcantarillas en un periodo de retorno de 100 años	14
Tabla 6.	Cálculo de caudales para cunetas en un periodo de retorno de 10 años	15
Tabla 7.	Secciones de alcantarillas en mm asumidas por progresivas.....	17
Tabla 8.	Dimensiones para alcantarillas rectangulares de C°A	18
Tabla 9.	Valores del Coeficiente de Rugosidad de Manning (n).....	18
Tabla 10.	Cálculos para Alcantarilla Km:44+243.24.....	19
Tabla 11.	Resultados obtenidos para la Alcantarilla Km:44+243.24	20
Tabla 12.	Cálculos para Alcantarilla Km: 44+720.12.....	20
Tabla 13.	Resultados obtenidos para la alcantarilla Km: 44+720.12	20
Tabla 14.	Cálculos para alcantarilla Km: 44+869.84.....	21
Tabla 15.	Resultados obtenidos para la alcantarilla Km: 44+869.84	21
Tabla 16.	Cálculos para alcantarilla Km: 45+101.09.....	22
Tabla 17.	Resultados obtenidos para la alcantarilla Km: 45+101.09	22
Tabla 18.	Cálculos para alcantarilla Km: 45+493.59	23
Tabla 19.	Resultados obtenidos para la alcantarilla Km: 45+493.59	23
Tabla 20.	Cálculos para alcantarilla Km: 45+855.26.....	24
Tabla 21.	Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 45+855.26	24
Tabla 22.	Cálculos para alcantarilla Km: 46+054.29.....	25
Tabla 23.	Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 46+054.29	25
Tabla 24.	Cálculos para alcantarilla Km: 46+054.29.....	26
Tabla 25.	Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 46+054.29	26
Tabla 26.	Cálculos para alcantarilla Km: 46+726.60.....	27
Tabla 27.	Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 46+726.60	27

Tabla 28.	Cálculos para alcantarilla Km: 46+931.55	28
Tabla 29.	Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 46+931.55	28
Tabla 30.	Cálculos para alcantarilla Km: 47+131.48	29
Tabla 31.	Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 47+131.48	29
Tabla 32.	Cálculos para alcantarilla Km: 47+402.36	30
Tabla 33.	Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 47+402.36	30
Tabla 34.	Cálculos para alcantarilla Km: 47+901.35	31
Tabla 35.	Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 47+901.35	31
Tabla 36.	Cálculos para alcantarilla Km: 48+278.35	32
Tabla 37.	Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 48+278.35	32
Tabla 38.	Cálculos para alcantarilla Km: 48+805.89	33
Tabla 39.	Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 48+805.89	33
Tabla 40.	Cálculos para alcantarilla Km: 48+996.20	34
Tabla 41.	Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 48+996.20	34
Tabla 42.	Cálculos para alcantarilla Km: 49+771.24	35
Tabla 43.	Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 49+771.24	35
Tabla 44.	Cálculos para alcantarilla Km: 50+417.86	36
Tabla 45.	Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 50+417.86	36
Tabla 46.	Cálculos para alcantarilla Km: 50+864.22	37
Tabla 47.	Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 50+864.22	37
Tabla 48.	Cálculos para alcantarilla Km: 51+582.96	38
Tabla 49.	Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 51+582.96	38
Tabla 50.	Cálculos para alcantarilla Km: 52+867.28	39
Tabla 51.	Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 52+867.28	39
Tabla 52.	Cálculos para alcantarilla Km: 53+424.48	40
Tabla 53.	Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 53+424.48	40
Tabla 54.	Resumen de alcantarillas de tipo TMC	41
Tabla 55.	Resumen de alcantarillas tipo cajón de C°A	41

Tabla 56.	Cálculo de caudales para cunetas en un periodo de retorno de 10 años	43
Tabla 57.	Predimensionamiento de cunetas de tierra	43
Tabla 58.	Datos, cálculos y verificación para predimensionamiento de cunetas de tierra.....	44
Tabla 59.	Resultado de cálculos de cuneta de tierra.....	44
Tabla 60.	Precipitaciones (mm/h) con una duración de 24 horas	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.	Imagen satelital área de influencia.....	5
Figura II.	Curva Gumbel teórico (Intensidad Empírica, Intensidad Gumbel Teórica (mm/día) – periodo de retorno(años)).....	10
Figura III.	Curvas de intensidad, duración y frecuencia usando la ecuación de Gumbel.....	11
Figura IV.	Ejemplo de caudales de diseño en el tramo Huaylla Belén Km: 44+000 al Km: 53+720	13
Figura V.	Vista Frontal de alcantarilla típica TMC en todo el tramo de Ø24”.....	16
Figura VI.	Vista en planta Alcantarilla típica TMC	16
Figura VII.	Detalle típico de cuneta de tierra.....	16
Figura VIII.	Ubicación del proyecto	51
Figura IX.	Planta topográfica Km: 43+000 hasta Km 53+700	52

RESUMEN

La provincia de Luya por su ubicación geográfica presenta niveles altos de precipitación, en lo cual al tener la constante presencia de lluvias genera erosión, inundaciones y desgastes en los sistemas de drenaje de las carreteras. El tramo Luya Huaylla Belén es un tramo representativo de la problemática ya descrita anteriormente, considerando que el tramo cuenta con un sistema de drenaje superficial y subterráneo, se aprecian problemas que afectan a toda la vía existente. Siendo así ¿Qué sucede con el sistema de drenaje?, ¿está cumpliendo su función de adecuadamente? Al ejecutar un estudio técnico al sistema de drenaje superficial y subterráneo, se logró determinar la capacidad hidráulica de evacuación de caudales, su eficiencia y operación de cada uno de los elementos que le componen las estructuras; donde se obtuvo los resultados que están causando problemas en el sistema de drenaje. Finalmente se realizó diseños de las estructuras que componen el sistema de drenaje superficial y subterráneo, que tienen la capacidad de evacuar todos los caudales calculados para cada tramo seleccionado.

Palabra Clave: Caudal, drenaje, escorrentía, diseño

ABSTRACT

Due to its geographical location, the province of Luya presents high levels of precipitation, in which the constant presence of rain generates erosion, floods and wear in the drainage systems of the roads. The Luya Huaylla Belén section is a representative section of the problem already described above, considering that the section has a surface and underground drainage system, there are problems that are observed throughout the existing road. If so, what happens to the drainage system? Is it fulfilling its proper function? When executing a technical study of the surface and underground drainage system, it was possible to determine the hydraulic capacity of rain evacuation, its efficiency and operation of each of the elements that make up the structures; where you got the results that are causing problems in the drainage system. Finally, designs were made of the structures that make up the surface and underground drainage system, which have the capacity to evacuate all the flows calculated for each selected section.

KeyWord: Flow, Drainage, Runoff, Design

I. INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta que las lluvias son consideradas un problema en las obras de infraestructura vial, es necesario realizar estudios de ingeniería más profundos, como lo son estudio de mecánica de suelos, rocas, geotecnia, estudio hidrológico, estudio de estimación de riesgos entre otros.

El agua que proviene de las lluvias cumple su ciclo hidrológico una vez que cae sobre la superficie de la tierra, una parte es evaporada, otra parte tiene a correr hacia lugares de depósitos de agua y lo demás tiene a escurrir o infiltrarse. Cuando el agua tiende a infiltrarse a lo largo de la carretera es necesario contar con obras de arte ya sean lineales o transversales, así podemos conducirlo hacia lugares de desvíos, de esta manera se previene problemas que puede causar a la calzada de la carretera como puede ser deterioro de la calzada, inundaciones, debilitamiento de la estructura del pavimento, caída de taludes que conforman la carretera.

Como expresa Casafranca (2005), En la actualidad se ha observado el crecimiento de construcción de carreteras en todo el país, por consiguiente, se ha incrementado los proyectos de diseño vial. El diseño de drenaje se enmarca dentro de las obras importantes de una carretera ya sea esté asfaltada o no. Asimismo, nuestro país presenta topografía agreste, con suelos de variedad compleja, y marcadas diferencias en la costa, sierra y selva. El clima también es un factor incidente y muy variable. Existen carreteras que incluyen zonas de sierra y selva, por este motivo se deben considerar los efectos del agua y tener siempre presente la interacción agua-vía, para la formulación de sistemas adecuados de drenaje superficial y subterráneo (sub drenaje). En este escenario, la no inclusión de sub drenaje en una carretera puede suponer, en la mayoría de los casos, un acortamiento de la vida de ésta y unos mayores costos de reparación y mantenimiento. Esto es debido a que las acciones dinámicas provocadas por las cargas de tráfico provocan dos fenómenos diferentes. Por un lado, en capas saturadas se produce una pérdida de cohesión brusca al no haber posibilidad de movimiento del agua entre los poros del suelo. Gencel (2013) da a conocer que en la costa norte del Perú se cuenta con un ambiente geográfico que, cuando se considera obras de drenaje de carreteras en áreas rurales, exige soluciones oportunas que se adaptan a las prácticas usuales, los criterios para determinar la capacidad hidráulica de una obra de drenaje lateral son: la vida útil de la obra, tipo de estructura, facilidad de reparación y ampliación y peligro de pérdida de vidas humanas.

Según estos criterios, en la práctica a nivel mundial, las alcantarillas para obras de carreteras, en áreas rurales, se dimensionan para un caudal con un periodo de retorno de uno a cinco años. Este periodo de retorno es confirmado o aumentado ligeramente pero nunca por encima de 25 años. Considerando el periodo de vida útil de una carretera como unos cincuenta años, o menos, es evidente que este criterio es razonable, sin embargo, en la costa norte del Perú, se debe tener en cuenta la permanente inminencia del fenómeno “El Niño”. el promedio de precipitación en la costa norte del Perú es alrededor de 100 a 250mm/año, de otra parte, un fenómeno de “Mega-Niño” significa precipitaciones mayores de 2000 mm en un periodo de pocos meses. La incidencia de estos eventos hidrológicos extraordinarios ha aumentado.

Contar con las adecuadas estructuras de drenaje superficial y subterráneo permitirá disminuir el deterioro de la calzada de la carretera, ayuda a mantener el control de evacuar las aguas pluviales a lo largo del tramo de una vía. Por lo tanto el objetivo principal del proyecto de investigación es evaluar el sistema de drenaje de la carretera Luya Ocúmal, del tramo Huaylla Belén, así como también diagnosticar el estado de las obras de arte del sistema de drenaje, caracterizar los daños del sistema de drenaje, asimismo proponer alternativas de soluciones técnicas para mantener un sistema de drenaje en óptimas condiciones de serviciabilidad, por lo cual se debe contar en la vía con un sistema de drenaje adecuado que pueda conducir el caudal que transcurre durante las intensas lluvias y así mantener una carretera en óptimas condiciones de serviciabilidad, en lo cual es necesario recolectar y evacuar los caudales.

Para el desarrollo del siguiente proyecto se realizó un levantamiento de información del estado actual del sistema de drenaje, la topografía de toda la vía en estudio, se realizó un estudio hidrológico del área de influencia. En gabinete se delimitó el área de influencia del proyecto, con los datos obtenidos del estudio hidrológico se pasó a diseñar las estructuras de drenaje, para luego hacer la comparación con las estructuras existentes.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Variables de estudio operacional

Eficiencia de operación:

✚ Caudal de Diseño

✚ Capacidad Hidráulica

2.2. Población, muestra y muestreo

2.2.1. Universo muestral

Para la presente investigación se utilizó como muestra las estructuras del sistema de drenaje existente, del Km: 44+000 al Km: 53+720 en el tramo Huaylla Belén, por lo que hablaremos de un universo muestral.

2.3. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos y procedimiento

2.3.1. Métodos

2.3.1.1. Analítico

Puesto que se realizó el análisis de cada una de las estructuras encontradas en el sistema de drenaje para así determinar sus capacidades hidráulicas y eficiencias de operación.

2.3.1.2. Inductivo

Puesto que a partir de las dimensiones ya determinadas de las estructuras se concluyó la eficiencia del sistema de drenaje.

2.3.2. Técnicas

2.3.2.1. Observación directa

Puesto que se realizó el análisis de cada una de las estructuras encontradas del sistema de drenaje se determinó sus capacidades hidráulicas y eficiencias de operación.

2.3.2.2. Recopilación bibliográfica

Se utilizó la información bibliográfica de precipitación que proporciona el SENAMHI.

2.3.3. Instrumentos

2.3.3.1. Registros históricos

Se utilizó los registros históricos de precipitación máxima en 24 horas que proporciona el SENAMHI.

2.3.4. Procedimiento

Se realizarán los siguientes pasos:

2.3.4.1. Pre – Campo:

- ✚ Proyección de las actividades para realizar el estudio.
- ✚ Recopilación de información con referencia al tema.
- ✚ Recolección de datos de acuerdo a registros pluviométricos.

2.3.4.2. Campo:

- ✚ Reconocimiento del área a intervenir.
- ✚ Delimitación del área de influencia.
- ✚ Identificación de los tramos que tienen drenaje superficial y subterráneos.
- ✚ Caracterización del sistema de drenaje existente.

2.3.4.3. Post – Campo:

- ✚ Análisis de la información obtenida.
- ✚ Delimitación de las cuencas y microcuencas.
- ✚ Evaluación la capacidad hidráulica y la operatividad del sistema de drenaje.
- ✚ Diseño de un sistema de drenaje superficial y subterráneo en el Km: 44+000 al Km: 53+720 tramo Huaylla Belén.

2.3.5. Análisis de datos

Análisis de datos históricos de registros pluviométricos de precipitaciones máximas mensuales en 24 horas. Usando el método de Gumbel y Kirpich, utilizando estos métodos se ha encontrado la probabilidad de ocurrencia de la precipitación máxima en mm en las 24 horas, para un periodo de retorno.

III. RESULTADOS

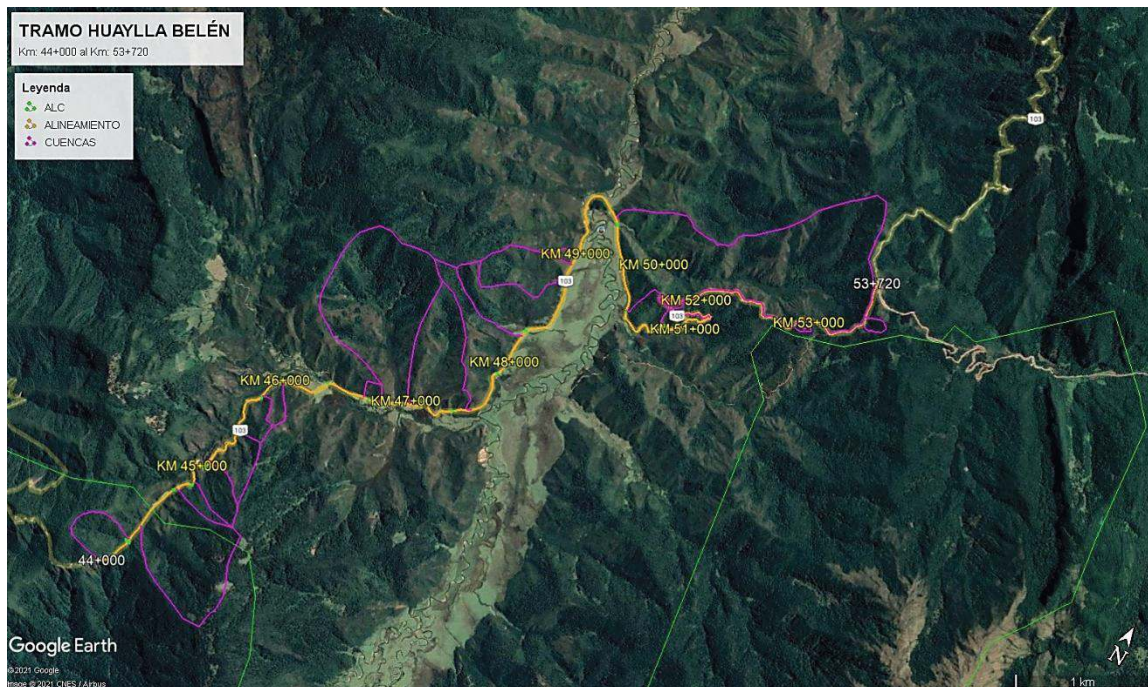
3.1. Identificación del área de influencia

Se identificó en el Km: 44+000 al Km: 53+720 tramo Huaylla Belén que consta de 9.7km, donde sus aguas drenan al río principal Huaylla.

Se realizó la delimitación de las cuencas y microcuencas que componen el tramo Huaylla Belén, que se encuentran dentro del tramo en estudio.

Al realizar la delimitación de las cuencas usando el software civil 3d 2021 y Google Earth 2019, se obtuvo el área de influencia de cada una de ellas como se aprecia.

Figura I. Imagen satelital área de influencia



Fuente: Google Earth Pro v.19

3.2. Localización

El área de influencia para el sistema de drenaje de Huaylla Belén, tiene la siguiente ubicación:

Sistema de coordenadas

Datum : WGS84

Hemisferio: Sur

Zona : 17S

Este : 824321.01

Norte : 9301179.68

Ubicación política

Lugar : Huaylla Belén

Distrito : Colcamar

Provincia: Luya

Región : Amazonas

País : Perú

El anexo 1-A detalla la localización y la ubicación del área de influencia.

3.3. Estudio topográfico

Para la elaboración del plano topográfico (Anexo 1-B), se realizó con información brindada de la Municipalidad Provincial de Luya Lámud: puntos CSV, GPS. Se tomaron los puntos de: alcantarillas, aliviaderos, cunetas, BM's, que sirve para posteriormente realizar replanteos.

3.4. Caudales máximos

Los caudales máximos se calculan según el Manual de Carreteras, sección Hidrología, Hidráulica y Drenaje, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Considerando que la cuenca mayor tiene un área de 1.06 Km².

3.4.1. Método Racional

Es un método que teniendo como dato la precipitación se estima el caudal máximo, donde el coeficiente de escorrentía está basado en la característica de la cuenca y el tiempo de precipitación es igual al tiempo de concentración.

Ecuación:

$$Q = \frac{C * I * A}{3.6} \quad (1)$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s).

I = Intensidad de lluvia de diseño (mm/hora).

A = Área de la cuenca o microcuenca (km²).

C = Coeficiente de escorrentía de cuenca y microcuenca (adimensional).

3.4.1.1. Áreas tributarias y coeficientes de escorrentías

Cada cuenca cuenta con una respectiva área tributaria que tiene una dirección de flujo hacia un determinado cauce, así mismo cada área tiene un coeficiente de escorrentía que dependerá de lo siguiente:

- ✚ Características de suelo y topografía
- ✚ Ubicación geográfica
- ✚ Pendiente

Tabla 1. Coeficientes de escorrentía método racional

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		>50%	>20%	>5%	>1%	<1%
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Fuente: Manual de Hidráulica, Hidrología y Drenaje (MTC)

Nota:

Anexo 2-A: cálculo de áreas tributarias por progresivas

Anexo 2-B: cálculo de áreas tributarias y coeficientes de escorrentía

3.4.1.2. Intensidad de lluvia

Se realizó el cálculo de intensidad de lluvia usando la curva IDF (Intensidad – Duración – Frecuencia), usando el método de Intensidad Gumbel Teórico, considerando un periodo de retorno de 10 y 100 años, con una duración de lluvias entre 1 y 48 hr.

Información Pluviométrica

La información pluviométrica que se utilizó es de la estación luya viejo, cuya información de precipitaciones (mm) máxima está dada cada 24 horas, con una cantidad de 23 años.

Tabla 2. Estación pluviométrica

ESTACIÓN METEOROLÓGICA LUYA VIEJO			
Departamento: Amazonas	Altitud : 2964 m.s.n.m.	Tipo : Meteorológica Automática	
Provincia : Luya	Latitud : 06° 08' 16.15"	Modelo : Vantage Pro2 Plus	
Distrito : Luya Viejo	Longitud : 78° 01' 45.45"	Marca : Davis	

Fuente: Estación meteorológica luya viejo (Senamhi)

Anexo 2 – A: detalle de precipitación máxima

Para el cálculo de la intensidad de diseño se aplica la ecuación de Gumbel (ecuación 2)

$$Id = Im + G(0.78Y_T - 0.45) \quad (2)$$

Donde:

$$Im = \frac{\sum Ii}{n} \quad (3)$$

$$G = \sqrt{\frac{\sum(Ii - Im)^2}{n - 1}} \quad (4)$$

$$Y_T = -\ln \left[\ln \left(\frac{T}{T - 1} \right) \right] \quad (5)$$

$$P = (i/n) * 100 \quad (6)$$

$$T = 100/P \quad (7)$$

Id: Intensidad de diseño

Im: Intensidad Media

G: Desviación Estándar

YT: coeficiente de ayuda Gumbel

T: periodo de retorno

n: número de años de muestra

Probabilidad = pronóstico que nos indica cuantas veces se va producir una precipitación en 100 años.

P. Retorno= Nos indica cada cuantos años se va repetir la misma precipitación

EJEMPLO DE CÁLCULO DE INTENSIDAD DE DISEÑO (GUMBEL) PARA EL AÑO 1.

$$n=23$$

$$Li \text{ Max } (1) = 42.4$$

$$Im=(965.8/23)$$

$$Im=41.991$$

Cálculo de Desviación estándar (G)

$$(li-Im)^2 = (42.4-41.991)^2$$

$$(li-Im)^2 = 0.17$$

$$\sum(li-Im)^2 = 2845.10 \text{ (ver tabla 3)}$$

$$G = ((2845.10/(23-1))^{0.5})$$

$$G = 11.372$$

Coefficiente de ayuda Gumbel (YT)

$$P1 = (1/23)*100$$

$$P1 = 4.35$$

$$T1 = 100/4.35$$

$$T1 = 23$$

$$YT1 = -\ln(\ln(T1/(T1-1)))$$

$$YT = -\ln(\ln(23/22))$$

$$YT = 3.11$$

Cálculo de intensidad de diseño

$$Id1(\text{Gumbel})= Im+G(0.78Y_T-0.45)$$

$$Id1(\text{Gumbel})= 41.991+11.372(0.78*3.11-0.45)$$

$$Id1(\text{Gumbel})= 64.5$$

El procedimiento de cálculo para determinar la intensidad de diseño utilizando la ecuación 2 es similar al cálculo del ejemplo, para los años hasta el año 23.

A continuación, se presenta la tabla 3 como resumen de los cálculos desde el año 1 hasta el año 23.

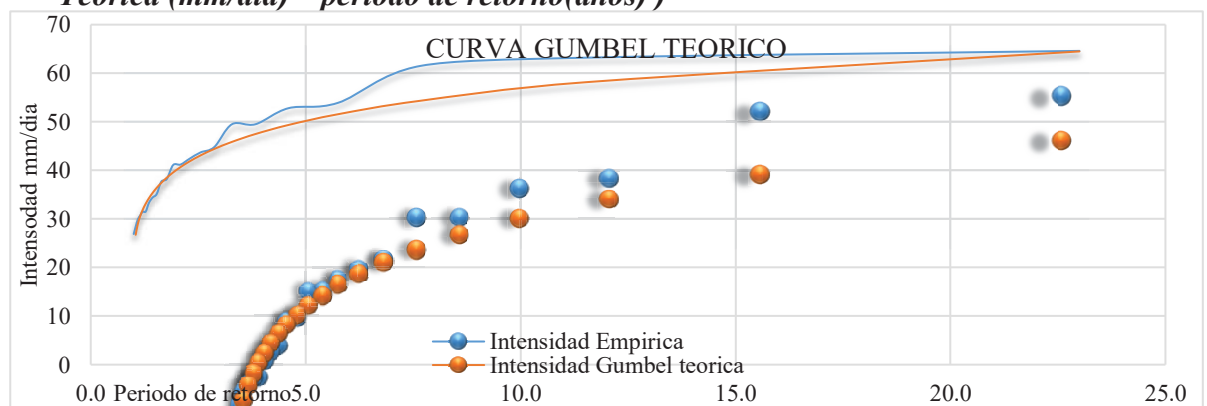
Tabla 3. Cálculo intensidad ecuación de Gumbel teórica

N	Li MAX	(Li MAX- IM)^2	IMAX DATOS (MM/DÍA) EMPÍRICA	PROBABILIDAD EMPÍRICA	RETORNO	YT	I GUMBEL MM/DÍA TEÓRICA
1	42.4	0.17	64.6	4.35	23.0	3.11	64.5
2	31.5	110.07	63.2	8.70	11.5	2.40	58.1
3	28.4	184.72	61.5	13.04	7.7	1.97	54.3
4	52.8	116.83	53.9	17.39	5.8	1.66	51.6
5	33.3	75.54	52.8	21.74	4.6	1.41	49.3
6	26.9	227.75	49.5	26.09	3.8	1.20	47.5
7	31.5	110.07	49.5	30.43	3.3	1.01	45.9
8	29.9	146.20	44.8	34.78	2.9	0.85	44.4
9	49.5	56.38	43.7	39.13	2.6	0.70	43.1
10	44.8	7.89	42.4	43.48	2.3	0.56	41.9
11	49.5	56.38	41.2	47.83	2.1	0.43	40.7
12	53.9	141.82	41.1	52.17	1.9	0.30	39.6
13	35.1	47.49	38.2	56.52	1.8	0.18	38.5
14	30.7	127.49	37.7	60.87	1.6	0.06	37.4
15	64.6	511.15	35.1	65.22	1.5	-0.05	36.4
16	34.4	57.63	34.4	69.57	1.4	-0.17	35.3
17	43.7	2.92	33.3	73.91	1.4	-0.30	34.3
18	41.1	0.79	31.5	78.26	1.3	-0.42	33.1
19	61.5	380.59	31.5	82.61	1.2	-0.56	31.9
20	63.2	449.81	30.7	86.96	1.2	-0.71	30.6
21	37.7	18.42	29.9	91.30	1.1	-0.89	29.0
22	38.2	14.37	28.4	95.65	1.0	-1.14	26.7
23	41.2	0.63	26.9	100.00	1.0		

Im = 41.991 G= 11.372

Fuente: Elaboración propia

Figura II. Curva Gumbel teórico (Intensidad Empírica, Intensidad Gumbel Teórica (mm/día) – periodo de retorno(años))



Fuente: Elaboración propia

Intensidad máxima

La intensidad máxima (mm/h) considerando un tiempo de retorno de 10 y 100 años, y periodos de duración de 24 horas se calcula usando la ecuación de Gumbel, según lo recomendado en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

Se está considerando para los cálculos siguientes:

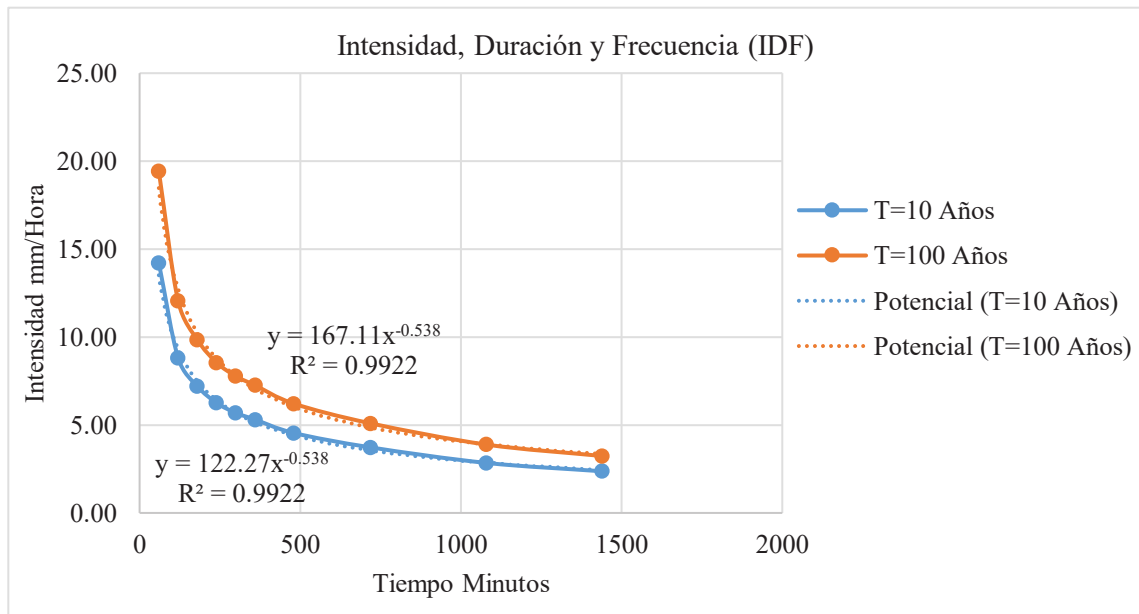
1. Tiempo de concentración, considerándose 10 minutos como el tiempo de concentración mínimo.
2. Para alcantarillas el periodo de retorno es de 100 años.
3. Para drenaje longitudinal el periodo de retorno es de 10 años.

Tabla 4. Valores para periodos de duración de 24horas, usando la ecuación de Gumbel

T	YT	Id MM/DÍA	24.00	18.00	12.00	8.00	6.00	5.00	4.00	3.00	2.00	1.00
			Id=MM/HORA									
10.00	2.25	56.8	2.37	2.84	3.72	4.55	5.30	5.68	6.25	7.20	8.81	14.21
100.00	4.60	77.7	3.24	3.88	5.09	6.21	7.25	7.77	8.54	9.84	12.04	19.42

Fuente: Elaboración Propia

Figura III. Curvas de intensidad, duración y frecuencia usando la ecuación de Gumbel



Fuente: Elaboración propia

De los cálculos anteriores para un periodo de retorno de 10 y 100 años, se necesita determinar una ecuación que se ajuste a los datos de precipitaciones en función de cada

periodo de retorno, para lo cual utilizando las curvas de intensidad IDF donde se obtiene las ecuaciones que son las siguientes:

- Periodo de retorno 10 años : $y=122.27x-0.538$

- Periodo de retorno 100 años : $y=167.11x-0.538$

3.4.1.3. Redes de Flujo

Para calcular las redes de flujo se utilizaron los planos topográficos, lo cual se obtuvieron las longitudes, áreas de tributarias, pendientes y tiempos de concentración.

La dirección tomada se realizó de acuerdo a los perfiles de elevación de cada red de flujo, desde la cota más alta donde inicia y la cota más baja donde se descarga y se capta las aguas pluviales a través de estructuras de drenaje.

3.4.1.4. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración es el periodo de tiempo que demora en hacer un recorrido el agua desde un punto inicial hasta un punto de descarga.

Para realizar los cálculos se usa la fórmula de Kirpich, recomendado por el Manual de Diseño de Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito (BVT).

$$T_c = \frac{0.01947L^{0.77}}{S^{0.85}} \quad (8)$$

TC: tiempo de concentración en minutos

L: Longitud de la cuenca en metros

S: pendiente de la cuenca en metros/metros

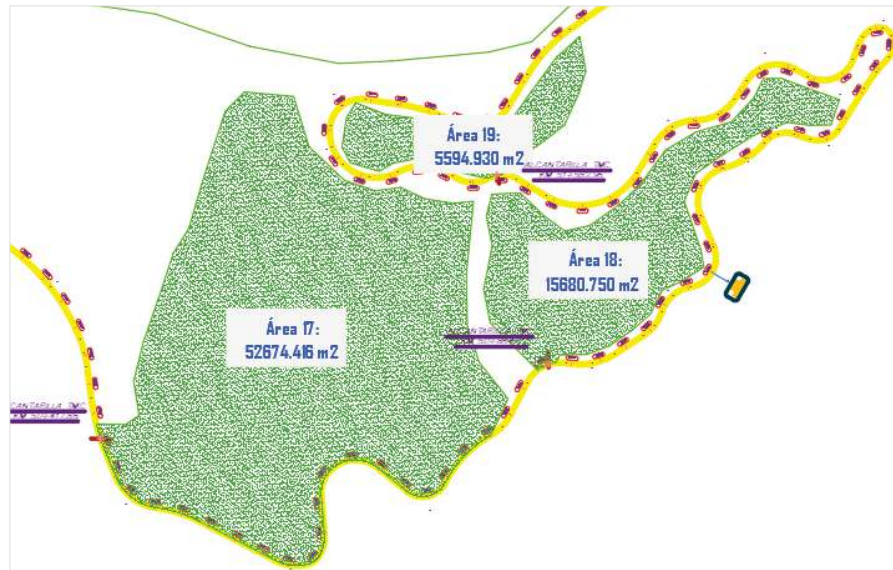
Nota:

Ver Anexo 2-A: los tiempos de concentración se calculan por progresivas, considerando un tiempo de concentración mínimo de 10 minutos.

3.4.1.5. Cálculo de caudales de diseño

Los caudales calculados para las redes de flujo se determinaron usando el método racional, considerando áreas de la cuenca para las obras transversales (alcantarillas) y para las obras superficiales (cunetas) la sumatoria de longitudes del recorrido del agua.

Figura IV. Ejemplo de caudales de diseño en el tramo Huaylla Belén Km: 44+000 al Km: 53+720



Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo de caudales de diseño se procedió de la siguiente manera:

- ✚ Con la ayuda del software Google Heart se delimita las cuencas de aporte
- ✚ Usando el Software Civil 3d se calcula las áreas de las cuencas de aporte

3.4.1.6. Material solido de arrastre

Estas características, indican que el flujo en los cauces, son flujos de barros, con posibles huaycos menores, debido a que el agua de la lluvia satura el material de los taludes incrementando la masa y reduciendo la cohesión de las partículas, y que son arrastrados con el agua. Así mismo, el caudal sólido es por lo menos 2 veces mayor que el caudal líquido, la velocidad, varía entre 2 y 10 m/s (Prochaska, Santi, 2008). Se recomienda utilizar, en zonas de selva alta, con las características físicas y geomorfológicas indicadas en el párrafo anterior, como diámetro mínimo alcantarillas TMC Ø48”.

Tabla 5. Cálculo de caudales para alcantarillas en un periodo de retorno de 100 años

PROGRESIVA ALCANTARILLA	LONGITUD DE CAUCE [M]	COTA MAX [M]	COTA MIN [M]	PENDIENTE [M/M]	ÁREA M2	ÁREA KM2	TIEMPO CONCENTRACIÓN [MINUTOS]	INTENSIDAD MM/HR	C	$2Q=C*I*A/3.6$ [M3/S]
44+243.24	374.00	2936	2892	0.12	87618.411	0.0876	10	93.6	0.45	2.05
44+720.12	1115.00	3076	2844	0.21	427606.92	0.4276	10	93.6	0.50	11.12
44+869.84	242.00	2955	2864	0.38	19244.899	0.0192	10	93.6	0.50	0.50
45+101.09	432.00	3005	2851	0.36	71900.358	0.0719	10	93.6	0.50	1.87
45+493.59	411.00	2953	2820	0.32	63293.627	0.0633	10	93.6	0.50	1.65
45+855.26	461.00	2862	2794	0.15	46712.103	0.0467	10	93.6	0.45	1.09
46+054.29	297.00	2840	2781	0.20	29470.652	0.0295	10	93.6	0.45	0.69
46+726.60	137.00	2807	2774	0.24	15475.297	0.0155	10	93.6	0.50	0.40
46+931.55	1350.00	3056	2767	0.21	573890.34	0.5739	10	93.6	0.50	14.92
47+131.48	902.00	2960	2763	0.22	198657.76	0.1987	10	93.6	0.50	5.17
47+402.36	137.00	2812	2779	0.24	10362.713	0.0104	10	93.6	0.50	0.27
47+901.35	308.00	2811	2778	0.11	53062.289	0.0531	10	93.6	0.45	1.24
48+278.35	707.00	2975	2771	0.29	122288.44	0.1223	10	93.6	0.50	3.18
48+805.89	623.00	2936	2762	0.28	144391.05	0.1444	10	93.6	0.50	3.75
48+996.20	206.00	2809	2767	0.20	11213.928	0.0112	10	93.6	0.50	0.29
49+771.24	2329.00	3106	2755	0.15	1055871.4	1.0559	15.8	70.4	0.45	18.59
50+417.86	433.00	2855	2769	0.20	52674.416	0.0527	10	93.6	0.50	1.37
50+864.22	116.00	2854	2813	0.35	15680.75	0.0157	10	93.6	0.50	0.41
51+582.96	103.00	2879	2864	0.15	5594.93	0.0056	10	93.6	0.45	0.13

52+867.28	130.00	2986	2968	0.14	5594.93	0.0056	10	93.6	0.45	0.13
53+424.48	152.00	3063	3022	0.27	11226.958	0.0112	10	93.6	0.50	0.29

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Cálculo de caudales para cunetas en un periodo de retorno de 10 años

PROGRESIVA ALCANTARILLA	LONGITUD DE CAUCE [M]	COTA MAX [M]	COTA MIN [M]	PENDIENTE [M/M]	ÁREA M2	ÁREA KM2	TIEMPO CONCENTRACIÓN [MINUTOS]	INTENSIDAD MM/HR	C	$Q=C*I*A/3.6$ [M3/S]
53+424.48	481.00	2805	2777	0.0582	44088.896	0.0441	10.0	66.2	0.35	0.57

Fuente: Elaboración propia

Para la realización de los cálculos de la tabla 5 y Tabla 6, se tomaron datos de campo como áreas de las cuencas, pendiente, cotas (ver plano topográfico), se tomaron restricciones en lo que es el tiempo de concentración, donde se asumió como tiempo mínimo el valor de 10 minutos, para el coeficiente de escorrentía se tomaron los valores de acuerdo a la pendiente del terreno para una zona de con cobertura vegetal (pastos, vegetación ligera), suelo semipermeable, se consideró el valor de caudal de diseño al caudal solido lo cual equivale a 2 veces el caudal líquido, recomendados en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje y el Diseño Geométrico de Carreteras de Bajo Volumen de Transito (BVT):

$C=0.45$, para $P>5\%$

$C=0.50$, para $P>20\%$

$C=0.35$, para $P<1\%$

$Q_s=2Q_L$

3.5. Secciones del sistema de Drenaje existente

Para determinar las dimensiones de las estructuras existentes en el sistema de drenaje se realizó una visita a campo donde se obtuvo lo siguiente información:

Figura V. Vista Frontal de alcantarilla típica TMC en todo el tramo de Ø24"

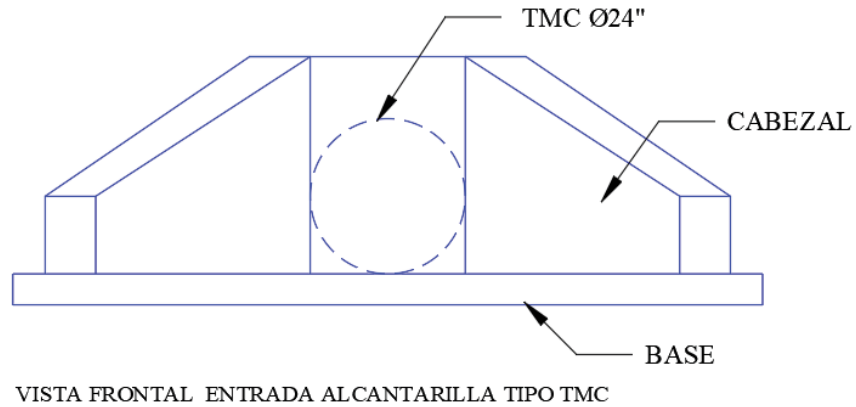
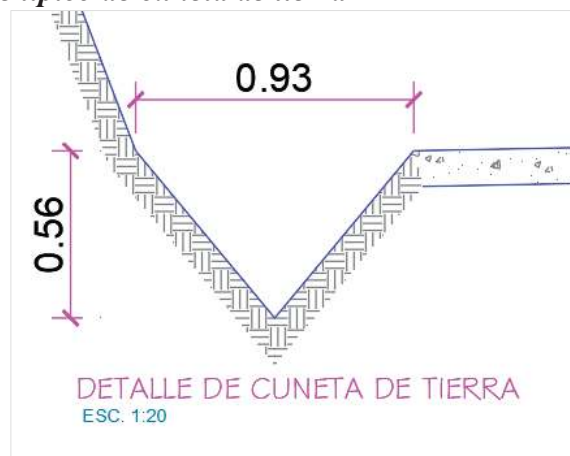


Figura VI. Vista en planta Alcantarilla típica TMC



Figura VII. Detalle típico de cuneta de tierra



3.5.1. Alcantarillas TMC Ø24”

En el tramo de estudio todas las alcantarillas que son TMC tienen un diámetro de 24”, en lo cual es la referencia para proceder a realizar la evaluación del sistema de drenaje transversal.

3.5.2. Cunetas de Tierra

El tramo en estudio, el drenaje longitudinal superficial tiene una sección típica que son cunetas de tierra en forma triangular, tomadas las medidas son usadas para realizar la evaluación de todo el sistema de drenaje longitudinal transversal.

3.6. Diseño del sistema de drenaje

3.6.1. Diseño de Alcantarillas

- Para el diseño de alcantarillas se tomaron los diámetros de alcantarillas que son comerciales
- Los valores para los coeficientes de rugosidad son tomados de las tablas de Manning.
- El valor del caudal “Q” se calculó en la **tabla 5**.

Tabla 7. Secciones de alcantarillas en mm asumidas por progresivas

PROGRESIVA ALCANTARILLA	$Q=C*I*A/3.6$ [M3/S]	SECCIÓN ESTIMADA [M2]	DIÁMETRO (MM)	SECCIÓN ASUMIDA Ø(MM)
44+243.24	2.05	1.47	1371	1500
44+720.12	11.12	8.00	3192	C°A
44+869.84	0.50	0.36	676	1200
45+101.09	1.87	1.35	1309	1500
45+493.59	1.65	1.18	1228	1500
45+855.26	1.09	0.79	1001	1200
46+054.29	0.69	0.50	795	1200
46+726.60	0.40	0.29	608	1200
46+931.55	14.92	10.74	3698	C°A
47+131.48	5.17	3.72	2176	C°A
47+402.36	0.27	0.19	498	1200
47+901.35	1.24	0.89	1067	1200
48+278.35	3.18	2.29	1707	1800
48+805.89	3.75	2.70	1855	C°A
48+996.20	0.29	0.21	517	1200
49+771.24	18.59	13.37	4127	C°A
50+417.86	1.37	0.99	1121	1200
50+864.22	0.41	0.29	612	1200

51+582.96	0.13	0.09	347	1200
52+867.28	0.13	0.09	347	1200
53+424.48	0.29	0.21	517	1200

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior para determinar y asumir la sección de la alcantarilla, se toma como referencia valores de diámetros de TMC comerciales:

TMC Ø 36" = 900mm

TMC Ø 40" = 1000mm

TMC Ø 48" = 1200mm

TMC Ø 60" = 1500mm

TMC Ø 72" = 1800mm

Para los valores que superan los 1800mm, se está considerando alcantarillas tipo cajón de concreto armado (C°A), lo cual se detalla en la tabla siguiente:

Tabla 8. Dimensiones para alcantarillas rectangulares de C°A

PROG. ALCANTARILLA	$Q=C*I*A/3.6$ [M3/S]	SECCIÓN ESTIMADA [M2]	DIÁMETRO (MM)	ANCHO (MM)	ALTURA (MM)
44+720.12	11.12	8.00	3192	4444	1800
46+931.55	14.92	10.74	3698	5965	1800
47+131.48	5.17	3.72	2176	2066	1800
48+805.89	3.75	2.70	1855	1501	1800
49+771.24	9.29	6.69	2918	3715	1800

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia los datos obtenidos para las alcantarillas de tipo cajón de concreto armado, se calcularon sus dimensiones de ancho y altura.

Tabla 9. Valores del Coeficiente de Rugosidad de Manning (n)

		MÍNIMO	NORMAL	MÁXIMO
METAL	Acero liso sin pintar	0.011	0.012	0.014
	pintado	0.012	0.013	0.017
	corrugado	0.021	0.023	0.03
CONCRETO	Concreto	0.11	0.13	0.15
EXCAVADO	tierra, recto y uniforme con algo de vegetación	0.22	0.018	0.02
	Tierra sin vegetación, con maleza y pasto	0.025	0.03	0.033
	roca suave	0.025	0.035	0.04
	canales sin mantención maleza tupida	0.05	0.08	0.12

Fuente: Hidráulica de Canales Abiertos, Ven Te Chow, 1983.

En la tabla 9 mostrada se tiene los valores de los coeficientes de rugosidad que se utiliza para realizar cálculos y verificaciones en la Extensión Hidraflow de Civil 3d, estos coeficientes están en relación al tipo de material ya sea metal o excavado (terreno natural).

Para el predimensionamiento de las alcantarillas se utilizó el programa civil 3d, este software cuenta con una extensión de Análisis denominada Hidraflow, donde se pueden realizar análisis de alcantarillas y canales, según el predimensionamiento de alcantarillas por progresivas.

Para realizar el análisis de resultados después de procesar los datos en el software Civil 3d, extensión Hidraflow, se tendrá en cuenta controles importantes como:

- Velocidad máxima 2.7 m/s (si $V_{max} > 2.7$ m/s colocar obras de protección)
- El tirante debe de ser 80% del diámetro, $Y=0.8D$

A continuación, se presenta los cálculos y resultados realizados mediante la extensión Hidraflow del software Civil 3d.

Tabla 10. Cálculos para Alcantarilla Km:44+243.24

Alcantarilla Km:44+243.24		
SECCIÓN	ITEM	DATOS
DATOS DE LA ALCANTARILLA	COTA SALIDA CONDUCTO (M.S.N.M.)	12
	LARGO ALCANTARILLA (M)	7
	PENDIENTE (%)	1.57
	COTA ENTRADA DEL CONDUCTO (M.S.N.M)	12.1099
	ALTURA DEL CONDUCTO (MM)	1500
	FORMA DEL CONDUCTO	Circular
	ANCHO DEL CONDUCTO (MM)	1500
	Nº DE ALCANTARILLAS	1
	Nº DE MANNING	0.023
	MATERIAL DE ALCANTARILLA	T.M.C.
	TIPO DE ENTRADA DE ALCANTARILLA	CABEZAL
DATOS DEL TERRAPLÉN	ELEVACIÓN SUPERIOR DEL TERRAPLÉN (M.S.N.M.)	14.2
	ANCHO SUPERIOR DEL TERRAPLEN (M)	5
	ANCHO DE LA CRESTA (M)	1.8
CÁLCULOS	CAUDAL MÍNIMO (M3/S)	0
	CAUDAL MÁXIMO (M3/S)	2.05
	INCREMENTO DE CAUDAL (M3/S)	2.05
	TIPO DE FLUJO	CRÍTICO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Resultados obtenidos para la Alcantarilla Km:44+243.24

RESULTADOS DE CÁLCULO

CAUDAL (M3/S)			VELOCIDAD (M/S)		LINEA DE NIVELACIÓN HIDRAULICA			
TOTAL	TUBERÍA	EXCESO	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	Hw	Hw/D
2.05	1	0	2.3786	2.3786	12.735	12.8454	13.2151	0.7368

De la tabla 10 y 11, cálculos y resultados, se considera el diseño para una alcantarilla tipo TMC con un diámetro de 1500 mm, el valor del nivel del agua que ingresa es al 0.7368 siendo esta menor del 80% del diámetro de diseño por lo cual se diría que el diámetro asumido para la alcantarilla km: 44+243.24 es correcto.

Tabla 12. Cálculos para Alcantarilla Km: 44+720.12

Alcantarilla Km: 44+720.12

SECCIÓN	ITEM	DATOS
DATOS DE LA ALCANTARILLA	COTA SALIDA CONDUCTO (M.S.N.M.)	12
	LARGO ALCANTARILLA (M)	7
	PENDIENTE (%)	1.5
	COTA ENTRADA DEL CONDUCTO (M.S.N.M)	12.105
	ALTURA DEL CONDUCTO (MM)	4444
	FORMA DEL CONDUCTO	Caja
	ANCHO DEL CONDUCTO (MM)	1500
	Nº DE ALCANTARILLAS	1
	Nº DE MANNING	0.011
	MATERIAL DE ALCANTARILLA	Concreto
DATOS DEL TERRAPLÉN	TIPO DE ENTRADA DE ALCANTARILLA	Cabezal
	ELEVACIÓN SUPERIOR DEL TERRAPLÉN (M.S.N.M.)	15
	ANCHO SUPERIOR DEL TERRAPLEN (M)	5
CÁLCULOS	ANCHO DE LA CRESTA (M)	1.8
	CAUDAL MÍNIMO (M3/S)	0
	CAUDAL MÁXIMO (M3/S)	11.12
	INCREMENTO DE CAUDAL (M3/S)	11.12
	TIPO DE FLUJO	CRÍTICO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Resultados obtenidos para la alcantarilla Km: 44+720.12

RESULTADOS DE CÁLCULO

CAUDAL (M3/S)			VELOCIDAD (M/S)		LINEA DE NIVELACIÓN HIDRAULICA			
TOTAL	TUBERÍA	EXCESO	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	Hw	Hw/D
11.12	11.12	0	4.6274	3.9334	13.3350	13.6756	14.6066	0.5629

HW: La altura o profundidad de la cabecera. Incluye pérdida menor en el control de salida.

HW/D: Relación de cabecera sobre diámetro de tubería.

De la tabla 12 y 13, cálculos y resultados, se considera que el diseño para una alcantarilla tipo cajón de C°A, con dimensiones ancho de 4444mm y una altura de 1800mm, el valor del agua que ingresa es al 0.5629 siendo esta menor del 80% de la sección de diseño, por lo cual se diría que la sección asumida para la alcantarilla ubicada en el Km: 44+720.12 es correcto

Tabla 14. Cálculos para alcantarilla Km: 44+869.84
Alcantarilla Km: 44+869.84

SECCIÓN	ITEM	DATOS
DATOS DE LA ALCANTARILLA	COTA SALIDA CONDUCTO (M.S.N.M.)	10
	LARGO ALCANTARILLA (M)	7
	PENDIENTE (%)	1.5
	COTA ENTRADA DEL CONDUCTO (M.S.N.M)	10.105
	ALTURA DEL CONDUCTO (MM)	1200
	FORMA DEL CONDUCTO	Circular
	ANCHO DEL CONDUCTO (MM)	1200
	Nº DE ALCANTARILLAS	1
	Nº DE MANNING	0.023
	MATERIAL DE ALCANTARILLA	T.M.C.
	TIPO DE ENTRADA DE ALCANTARILLA	Cabezal
	DATOS DEL TERRAPLÉN	ELEVACIÓN SUPERIOR DEL TERRAPLÉN (M.S.N.M.)
ANCHO SUPERIOR DEL TERRAPLEN (M)		5
ANCHO DE LA CRESTA (M)		2
CÁLCULOS	CAUDAL MÍNIMO (M3/S)	0
	CAUDAL MÁXIMO (M3/S)	0.50
	INCREMENTO DE CAUDAL (M3/S)	0.50
	TIPO DE FLUJO	CRÍTICO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Resultados obtenidos para la alcantarilla Km: 44+869.84
RESULTADOS DE CÁLCULO

CAUDAL (M3/S)			VELOCIDAD (M/S)		LINEA DE NIVELACIÓN HIDRAULICA			
TOTAL	TUBERÍA	EXCESO	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	Hw	Hw/D
0.50	0.50	0	1.5065	1.6404	10.3522	10.4826	10.6490	0.453

HW: La altura o profundidad de la cabecera. Incluye pérdida menor en el control de salida.

HW/D: Relación de cabecera sobre diámetro de tubería.

De la tabla 14 y 15, cálculos y resultados, se considera el diseño para una alcantarilla tipo TMC con un diámetro de 1200 mm, el valor del nivel del agua que ingresa es 0.453 siendo

esta igual al máximo recomendado del 80% del diámetro de diseño por lo cual se diría que el diámetro asumido es correcto.

Tabla 16. Cálculos para alcantarilla Km: 45+101.09

Alcantarilla Km: 45+101.09

SECCIÓN	ITEM	DATOS
DATOS DE LA ALCANTARILLA	COTA SALIDA CONDUCTO (M.S.N.M.)	10
	LARGO ALCANTARILLA (M)	7
	PENDIENTE (%)	1.5
	COTA ENTRADA DEL CONDUCTO (M.S.N.M)	10.105
	ALTURA DEL CONDUCTO (MM)	1500
	FORMA DEL CONDUCTO	Circular
	ANCHO DEL CONDUCTO (MM)	1200
	Nº DE ALCANTARILLAS	1
	Nº DE MANNING	0.023
	MATERIAL DE ALCANTARILLA	T.M.C.
	TIPO DE ENTRADA DE ALCANTARILLA	Cabecal
DATOS DEL TERRAPLÉN	ELEVACIÓN SUPERIOR DEL TERRAPLÉN (M.S.N.M.)	12
	ANCHO SUPERIOR DEL TERRAPLEN (M)	5
	ANCHO DE LA CRESTA (M)	2
CÁLCULOS	CAUDAL MÍNIMO (M3/S)	0
	CAUDAL MÁXIMO (M3/S)	1.87
	INCREMENTO DE CAUDAL (M3/S)	1.87
	TIPO DE FLUJO	CRÍTICO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Resultados obtenidos para la alcantarilla Km: 45+101.09

RESULTADOS DE CÁLCULO

CAUDAL (M3/S)			VELOCIDAD (M/S)		LINEA DE NIVELACIÓN HIDRAULICA			
TOTAL	TUBERÍA	EXCESO	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	Hw	Hw/D
1.87	1.87	0	2.3081	2.3081	10.7011	10.8061	11.1507	0.6971

HW: La altura o profundidad de la cabecera. Incluye pérdida menor en el control de salida.

HW/D: Relación de cabecera sobre diámetro de tubería.

De la tabla 16 y 17, cálculos y resultados, se considera el diseño para una alcantarilla tipo TMC con diámetro de 1500 mm, el valor del nivel del agua que ingresa es al 0.6971 siendo esta menor del 80% del diámetro de diseño por lo cual se diría que el diámetro asumido es correcto.

Tabla 18.Cálculos para alcantarilla Km: 45+493.59

Alcantarilla Km: 45+493.59		
SECCIÓN	ITEM	DATOS
DATOS DE LA ALCANTARILLA	COTA SALIDA CONDUCTO (M.S.N.M.)	11
	LARGO ALCANTARILLA (M)	7
	PENDIENTE (%)	1.5
	COTA ENTRADA DEL CONDUCTO (M.S.N.M)	11.105
	ALTURA DEL CONDUCTO (MM)	1500
	FORMA DEL CONDUCTO	Circular
	ANCHO DEL CONDUCTO (MM)	1500
	Nº DE ALCANTARILLAS	1
	Nº DE MANNING	0.023
	MATERIAL DE ALCANTARILLA	T.M.C.
	TIPO DE ENTRADA DE ALCANTARILLA	Cabezal
DATOS DEL TERRAPLÉN	ELEVACIÓN SUPERIOR DEL TERRAPLÉN (M.S.N.M.)	12.5
	ANCHO SUPERIOR DEL TERRAPLEN (M)	5
	ANCHO DE LA CRESTA (M)	2.2
CÁLCULOS	CAUDAL MÍNIMO (M3/S)	0
	CAUDAL MÁXIMO (M3/S)	1.65
	INCREMENTO DE CAUDAL (M3/S)	1.65
	TIPO DE FLUJO	CRÍTICO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19.Resultados obtenidos para la alcantarilla Km: 45+493.59

RESULTADOS DE CÁLCULO								
CAUDAL (M3/S)			VELOCIDAD (M/S)		LINEA DE NIVELACIÓN HIDRAULICA			
TOTAL	TUBERÍA	EXCESO	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	Hw	Hw/D
1.65	1.65	0	2.4571	2.2181	11.6078	11.7616	12.0767	0.6478

NOTA:

HW: La altura o profundidad de la cabecera. Incluye pérdida menor en el control de salida.

HW/D: Relación de cabecera sobre diámetro de tubería.

De la tabla 18 y 19, cálculos y resultados, se considera el diseño para una alcantarilla tipo TMC con diámetro de 1500 mm, el valor del nivel del agua que ingresa es al 0.6478 siendo esta menor del 80% del diámetro de diseño por lo cual se diría que el diámetro asumido es correcto.

Tabla 20.Cálculos para alcantarilla Km: 45+855.26

Alcantarilla Km: 45+855.26		
SECCIÓN	ITEM	DATOS
DATOS DE LA ALCANTARILLA	COTA SALIDA CONDUCTO (M.S.N.M.)	11
	LARGO ALCANTARILLA (M)	7
	PENDIENTE (%)	1.5
	COTA ENTRADA DEL CONDUCTO (M.S.N.M)	11.105
	ALTURA DEL CONDUCTO (MM)	1200
	FORMA DEL CONDUCTO	Circular
	ANCHO DEL CONDUCTO (MM)	1200
	Nº DE ALCANTARILLAS	1
	Nº DE MANNING	0.023
	MATERIAL DE ALCANTARILLA	T.M.C.
	TIPO DE ENTRADA DE ALCANTARILLA	Cabezal
DATOS DEL TERRAPLÉN	ELEVACIÓN SUPERIOR DEL TERRAPLÉN (M.S.N.M.)	12.5
	ANCHO SUPERIOR DEL TERRAPLEN (M)	5
	ANCHO DE LA CRESTA (M)	2.2
CÁLCULOS	CAUDAL MÍNIMO (M3/S)	0
	CAUDAL MÁXIMO (M3/S)	1.09
	INCREMENTO DE CAUDAL (M3/S)	1.09
	TIPO DE FLUJO	CRÍTICO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21.Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 45+855.26

RESULTADOS DE CÁLCULO

CAUDAL (M3/S)			VELOCIDAD (M/S)		LINEA DE NIVELACIÓN HIDRAULICA			
TOTAL	TUBERÍA	EXCESO	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	Hw	Hw/D
1.09	1.09	0	2.2263	2.0762	11.5366	11.6712	11.9506	0.704

NOTA:

HW: La altura o profundidad de la cabecera. Incluye pérdida menor en el control de salida.

HW/D: Relación de cabecera sobre diámetro de tubería.

De la tabla 20 y 21, cálculos y resultados, se considera el diseño para una alcantarilla tipo TMC con diámetro de 1200 mm, el valor del nivel del agua que ingresa es al 0.704 siendo esta menor del 80% de la sección de diseño por lo cual se diría que el diámetro asumido es correcto.

Tabla 22.Cálculos para alcantarilla Km: 46+054.29

Alcantarilla Km: 46+054.29		
SECCIÓN	ITEM	DATOS
DATOS DE LA ALCANTARILLA	COTA SALIDA CONDUCTO (M.S.N.M.)	10
	LARGO ALCANTARILLA (M)	7
	PENDIENTE (%)	1.5
	COTA ENTRADA DEL CONDUCTO (M.S.N.M)	10.105
	ALTURA DEL CONDUCTO (MM)	1200
	FORMA DEL CONDUCTO	Circular
	ANCHO DEL CONDUCTO (MM)	1200
	Nº DE ALCANTARILLAS	1
	Nº DE MANNING	0.023
	MATERIAL DE ALCANTARILLA	T.M.C.
	TIPO DE ENTRADA DE ALCANTARILLA	Cabezal
DATOS DEL TERRAPLÉN	ELEVACIÓN SUPERIOR DEL TERRAPLÉN (M.S.N.M.)	11.3
	ANCHO SUPERIOR DEL TERRAPLEN (M)	5
	ANCHO DE LA CRESTA (M)	1.8
CÁLCULOS	CAUDAL MÍNIMO (M3/S)	0
	CAUDAL MÁXIMO (M3/S)	0.69
	INCREMENTO DE CAUDAL (M3/S)	0.69
	TIPO DE FLUJO	CRÍTICO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23.Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 46+054.29

RESULTADOS DE CÁLCULO								
CAUDAL (M3/S)			VELOCIDAD (M/S)		LINEA DE NIVELACIÓN HIDRAULICA			
TOTAL	TUBERÍA	EXCESO	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	Hw	Hw/D
0.69	0.69	0	1.9783	1.8019	10.4165	10.5512	10.7549	0.5416

NOTA:

HW: La altura o profundidad de la cabecera. Incluye pérdida menor en el control de salida.

HW/D: Relación de cabecera sobre diámetro de tubería.

De la tabla 22 y 23, cálculos y resultados, se considera el diseño para una alcantarilla tipo TMC con diámetro de 1200 mm, el valor del nivel del agua que ingresa es al 0.704 siendo esta menor del 80% de la sección de diseño por lo cual se diría que el diámetro asumido es correcto.

Tabla 24.Cálculos para alcantarilla Km: 46+054.29

Alcantarilla Km: 46+054.29		
SECCIÓN	ITEM	DATOS
DATOS DE LA ALCANTARILLA	COTA SALIDA CONDUCTO (M.S.N.M.)	10
	LARGO ALCANTARILLA (M)	7
	PENDIENTE (%)	1.5
	COTA ENTRADA DEL CONDUCTO (M.S.N.M)	10.105
	ALTURA DEL CONDUCTO (MM)	1200
	FORMA DEL CONDUCTO	Circular
	ANCHO DEL CONDUCTO (MM)	1200
	Nº DE ALCANTARILLAS	1
	Nº DE MANNING	0.023
	MATERIAL DE ALCANTARILLA	T.M.C.
	TIPO DE ENTRADA DE ALCANTARILLA	Cabezal
DATOS DEL TERRAPLÉN	ELEVACIÓN SUPERIOR DEL TERRAPLÉN (M.S.N.M.)	11.3
	ANCHO SUPERIOR DEL TERRAPLEN (M)	5
	ANCHO DE LA CRESTA (M)	1.8
CÁLCULOS	CAUDAL MÍNIMO (M3/S)	0
	CAUDAL MÁXIMO (M3/S)	0.40
	INCREMENTO DE CAUDAL (M3/S)	0.40
	TIPO DE FLUJO	CRÍTICO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25.Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 46+054.29

RESULTADOS DE CÁLCULO								
CAUDAL (M3/S)			VELOCIDAD (M/S)		LINEA DE NIVELACIÓN HIDRAULICA			
TOTAL	TUBERÍA	EXCESO	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	Hw	Hw/D
0.40	0.40	0	1.9783	1.8019	10.4165	10.5512	10.7549	0.5416

NOTA:

HW: La altura o profundidad de la cabecera. Incluye pérdida menor en el control de salida.

HW/D: Relación de cabecera sobre diámetro de tubería.

De la tabla 24 y 25, cálculos y resultados, se considera el diseño para una alcantarilla tipo TMC con diámetro de 1200 mm, el valor del nivel del agua que ingresa es al 0.5416 siendo esta menor del 80% del diámetro de diseño por lo cual se diría que el diámetro asumido para la alcantarilla ubicada en el km: 46+054.29 de 1200 mm es correcto.

Tabla 26.Cálculos para alcantarilla Km: 46+726.60

Alcantarilla Km: 46+726.60		
SECCIÓN	ITEM	DATOS
DATOS DE LA ALCANTARILLA	COTA SALIDA CONDUCTO (M.S.N.M.)	10
	LARGO ALCANTARILLA (M)	7
	PENDIENTE (%)	1.5
	COTA ENTRADA DEL CONDUCTO (M.S.N.M)	10.105
	ALTURA DEL CONDUCTO (MM)	1200
	FORMA DEL CONDUCTO	Circular
	ANCHO DEL CONDUCTO (MM)	1200
	Nº DE ALCANTARILLAS	1
	Nº DE MANNING	0.023
	MATERIAL DE ALCANTARILLA	T.M.C.
	TIPO DE ENTRADA DE ALCANTARILLA	Cabezal
DATOS DEL TERRAPLÉN	ELEVACIÓN SUPERIOR DEL TERRAPLÉN (M.S.N.M.)	10.8
	ANCHO SUPERIOR DEL TERRAPLEN (M)	5
	ANCHO DE LA CRESTA (M)	1.8
CÁLCULOS	CAUDAL MÍNIMO (M3/S)	0
	CAUDAL MÁXIMO (M3/S)	0.40
	INCREMENTO DE CAUDAL (M3/S)	0.40
	TIPO DE FLUJO	CRÍTICO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27.Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 46+726.60

RESULTADOS DE CÁLCULO								
CAUDAL (M3/S)			VELOCIDAD (M/S)		LINEA DE NIVELACIÓN HIDRAULICA			
TOTAL	TUBERÍA	EXCESO	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	Hw	Hw/D
0.40	0.40	0	1.6923	1.5402	10.3146	10.4414	10.5874	0.4020

NOTA:

HW: La altura o profundidad de la cabecera. Incluye pérdida menor en el control de salida.

HW/D: Relación de cabecera sobre diámetro de tubería.

De la tabla 26 y 27, cálculos y resultados, se considera el diseño para una alcantarilla tipo TMC con diámetro de 1200 mm, el valor del nivel del agua que ingresa es al 0.4020 siendo esta menor del 80% del diámetro de diseño por lo cual se diría que el diámetro asumido para la alcantarilla ubicada en el km: 46+726.60 de 1200 mm es correcto.

Tabla 28.Cálculos para alcantarilla Km: 46+931.55

Alcantarilla Km: 46+931.55		
SECCIÓN	ITEM	DATOS
DATOS DE LA ALCANTARILLA	COTA SALIDA CONDUCTO (M.S.N.M.)	10
	LARGO ALCANTARILLA (M)	7
	PENDIENTE (%)	1.5
	COTA ENTRADA DEL CONDUCTO (M.S.N.M)	10.105
	ALTURA DEL CONDUCTO (MM)	1800
	FORMA DEL CONDUCTO	Caja
	ANCHO DEL CONDUCTO (MM)	5965
	Nº DE ALCANTARILLAS	1
	Nº DE MANNING	0.011
	MATERIAL DE ALCANTARILLA	Concreto
	TIPO DE ENTRADA DE ALCANTARILLA	Cabezal
DATOS DEL TERRAPLÉN	ELEVACIÓN SUPERIOR DEL TERRAPLÉN (M.S.N.M.)	16.50
	ANCHO SUPERIOR DEL TERRAPLEN (M)	5
	ANCHO DE LA CRESTA (M)	1.8
CÁLCULOS	CAUDAL MÍNIMO (M3/S)	0
	CAUDAL MÁXIMO (M3/S)	14.92
	INCREMENTO DE CAUDAL (M3/S)	14.92
	TIPO DE FLUJO	CRÍTICO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29.Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 46+931.55

RESULTADOS DE CÁLCULO								
CAUDAL (M3/S)			VELOCIDAD (M/S)		LINEA DE NIVELACIÓN HIDRAULICA			
TOTAL	TUBERÍA	EXCESO	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	Hw	Hw/D
14.92	14.92	0	5.0174	4.3392	11.6520	12.0152	13.148	0.5101

NOTA:

HW: La altura o profundidad de la cabecera. Incluye pérdida menor en el control de salida.

HW/D: Relación de cabecera sobre diámetro de tubería.

De la tabla 28 y 29, cálculos y resultados, se considera que el diseño para una alcantarilla tipo cajón de C°A, con dimensiones ancho de 5965mm y una altura de 1800mm, el valor del agua que ingresa es al 0.5101 siendo esta menor del 80% de la sección de diseño, por lo cual se diría que la sección asumida para la alcantarilla ubicada en el Km: 44+720.12 es correcto.

Tabla 30.Cálculos para alcantarilla Km: 47+131.48

Alcantarilla Km: 47+131.48		
SECCIÓN	ITEM	DATOS
DATOS DE LA ALCANTARILLA	COTA SALIDA CONDUCTO (M.S.N.M.)	10
	LARGO ALCANTARILLA (M)	7
	PENDIENTE (%)	1.5
	COTA ENTRADA DEL CONDUCTO (M.S.N.M)	10.105
	ALTURA DEL CONDUCTO (MM)	1800
	FORMA DEL CONDUCTO	Caja
	ANCHO DEL CONDUCTO (MM)	2066
	Nº DE ALCANTARILLAS	1
	Nº DE MANNING	0.011
	MATERIAL DE ALCANTARILLA	Concreto
	TIPO DE ENTRADA DE ALCANTARILLA	Cabezal
DATOS DEL TERRAPLÉN	ELEVACIÓN SUPERIOR DEL TERRAPLÉN (M.S.N.M.)	12.00
	ANCHO SUPERIOR DEL TERRAPLEN (M)	5
	ANCHO DE LA CRESTA (M)	1.8
CÁLCULOS	CAUDAL MÍNIMO (M3/S)	0
	CAUDAL MÁXIMO (M3/S)	5.17
	INCREMENTO DE CAUDAL (M3/S)	5.17
	TIPO DE FLUJO	CRÍTICO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31.Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 47+131.48

RESULTADOS DE CÁLCULO

CAUDAL (M3/S)			VELOCIDAD (M/S)		LINEA DE NIVELACIÓN HIDRAULICA			
TOTAL	TUBERÍA	EXCESO	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	Hw	Hw/D
5.17	5.17	0	3.6652	2.9086	10.6828	10.9654	11.4747	0.7609

NOTA:

HW: La altura o profundidad de la cabecera. Incluye pérdida menor en el control de salida.

HW/D: Relación de cabecera sobre diámetro de tubería.

De la tabla 30 y 31, cálculos y resultados, se considera que el diseño para una alcantarilla tipo cajón de C°A, con dimensiones ancho de 2066mm y una altura de 1800mm, el valor del agua que ingresa es al 0.7609 siendo esta menor del 80% de la sección de diseño, por lo cual se diría que la sección asumida para la alcantarilla ubicada en el Km: 47+131.48 es correcto.

Tabla 32. Cálculos para alcantarilla Km: 47+402.36
Alcantarilla Km: 47+402.36

SECCIÓN	ITEM	DATOS
DATOS DE LA ALCANTARILLA	COTA SALIDA CONDUCTO (M.S.N.M.)	10
	LARGO ALCANTARILLA (M)	7
	PENDIENTE (%)	1.5
	COTA ENTRADA DEL CONDUCTO (M.S.N.M)	10.105
	ALTURA DEL CONDUCTO (MM)	1200
	FORMA DEL CONDUCTO	Circular
	ANCHO DEL CONDUCTO (MM)	1200
	Nº DE ALCANTARILLAS	1
	Nº DE MANNING	0.023
	MATERIAL DE ALCANTARILLA	T.M.C.
	TIPO DE ENTRADA DE ALCANTARILLA	Cabezal
DATOS DEL TERRAPLÉN	ELEVACIÓN SUPERIOR DEL TERRAPLÉN (M.S.N.M.)	12
	ANCHO SUPERIOR DEL TERRAPLEN (M)	5
	ANCHO DE LA CRESTA (M)	2.5
CÁLCULOS	CAUDAL MÍNIMO (M3/S)	0
	CAUDAL MÁXIMO (M3/S)	0.27
	INCREMENTO DE CAUDAL (M3/S)	0.27
	TIPO DE FLUJO	CRÍTICO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 47+402.36
RESULTADOS DE CÁLCULO

CAUDAL (M3/S)		VELOCIDAD (M/S)		LINEA DE NIVELACIÓN HIDRAULICA				
TOTAL	TUBERÍA	EXCESO	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	Hw	Hw/D
0.27	0.27	0	1.5093	1.3806	10.2584	10.3801	10.4972	0.3268

NOTA:

HW: La altura o profundidad de la cabecera. Incluye pérdida menor en el control de salida.

HW/D: Relación de cabecera sobre diámetro de tubería.

De la tabla 32 y 33, cálculos y resultados, se considera que el diseño para una alcantarilla tipo TMC con un diámetro de 1200mm, el valor del vinel del agua que ingresa es 0.3268 siendo esta menor del 80% de la sección de diseño por lo cual se diría que el diámetro asumido para la alcantarilla ubicada en el km: 47+402.36 es correcto.

Tabla 34.Cálculos para alcantarilla Km: 47+901.35

Alcantarilla Km: 47+901.35		
SECCIÓN	ITEM	DATOS
DATOS DE LA ALCANTARILLA	COTA SALIDA CONDUCTO (M.S.N.M.)	10
	LARGO ALCANTARILLA (M)	7
	PENDIENTE (%)	1.5
	COTA ENTRADA DEL CONDUCTO (M.S.N.M)	10.105
	ALTURA DEL CONDUCTO (MM)	1200
	FORMA DEL CONDUCTO	Circular
	ANCHO DEL CONDUCTO (MM)	1200
	Nº DE ALCANTARILLAS	1
	Nº DE MANNING	0.023
	MATERIAL DE ALCANTARILLA	T.M.C.
	TIPO DE ENTRADA DE ALCANTARILLA	Cabezal
DATOS DEL TERRAPLÉN	ELEVACIÓN SUPERIOR DEL TERRAPLÉN (M.S.N.M.)	11.2
	ANCHO SUPERIOR DEL TERRAPLEN (M)	5
	ANCHO DE LA CRESTA (M)	2.5
CÁLCULOS	CAUDAL MÍNIMO (M3/S)	0
	CAUDAL MÁXIMO (M3/S)	1.24
	INCREMENTO DE CAUDAL (M3/S)	1.24
	TIPO DE FLUJO	CRÍTICO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35.Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 47+901.35

RESULTADOS DE CÁLCULO

CAUDAL (M3/S)			VELOCIDAD (M/S)		LINEA DE NIVELACIÓN HIDRAULICA			
TOTAL	TUBERÍA	EXCESO	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	Hw	Hw/D
1.24	1.24	0	2.1661	2.1661	10.6058	10.7108	11.0183	0.761

NOTA:

HW: La altura o profundidad de la cabecera. Incluye pérdida menor en el control de salida.

HW/D: Relación de cabecera sobre diámetro de tubería.

De la tabla 34 y 35, cálculos y resultados, se considera el diseño para una alcantarilla tipo TMC con un diámetro de 1200mm, el valor del nivel del agua que ingresa es 0.761 siendo esta menor del 80% de la sección de diseño por lo cual se diría que el diámetro asumido para la alcantarilla ubicada en el km: 47+901.35 es correcto.

Tabla 36. Cálculos para alcantarilla Km: 48+278.35

Alcantarilla Km: 48+278.35		
SECCIÓN	ITEM	DATOS
DATOS DE LA ALCANTARILLA	COTA SALIDA CONDUCTO (M.S.N.M.)	10
	LARGO ALCANTARILLA (M)	7
	PENDIENTE (%)	1.5
	COTA ENTRADA DEL CONDUCTO (M.S.N.M)	10.105
	ALTURA DEL CONDUCTO (MM)	1800
	FORMA DEL CONDUCTO	Circular
	ANCHO DEL CONDUCTO (MM)	1800
	Nº DE ALCANTARILLAS	1
	Nº DE MANNING	0.023
	MATERIAL DE ALCANTARILLA	T.M.C.
	TIPO DE ENTRADA DE ALCANTARILLA	Cabezal
DATOS DEL TERRAPLÉN	ELEVACIÓN SUPERIOR DEL TERRAPLÉN (M.S.N.M.)	12.00
	ANCHO SUPERIOR DEL TERRAPLEN (M)	5
	ANCHO DE LA CRESTA (M)	2.5
CÁLCULOS	CAUDAL MÍNIMO (M3/S)	0
	CAUDAL MÁXIMO (M3/S)	3.18
	INCREMENTO DE CAUDAL (M3/S)	3.18
	TIPO DE FLUJO	CRÍTICO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37. Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 48+278.35

RESULTADOS DE CÁLCULO								
CAUDAL (M3/S)			VELOCIDAD (M/S)		LINEA DE NIVELACIÓN HIDRAULICA			
TOTAL	TUBERÍA	EXCESO	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	Hw	Hw/D
3.18	3.18	0	2.5911	2.5911	10.8750	10.9800	11.4171	0.7289

NOTA:

HW: La altura o profundidad de la cabecera. Incluye pérdida menor en el control de salida.

HW/D: Relación de cabecera sobre diámetro de tubería.

De la tabla 36 y 37, cálculos y resultados, se considera el diseño para una alcantarilla tipo TMC con un diámetro de 1800mm, el valor del nivel del agua que ingresa es 0.7289 siendo esta menor del 80% de la sección de diseño por lo cual se diría que el diámetro asumido para la alcantarilla ubicada en el km: 48+278.35 es correcto.

Tabla 38.Cálculos para alcantarilla Km: 48+805.89

Alcantarilla Km: 48+805.89		
SECCIÓN	ITEM	DATOS
DATOS DE LA ALCANTARILLA	COTA SALIDA CONDUCTO (M.S.N.M.)	10
	LARGO ALCANTARILLA (M)	7
	PENDIENTE (%)	1.5
	COTA ENTRADA DEL CONDUCTO (M.S.N.M)	10.105
	ALTURA DEL CONDUCTO (MM)	1800
	FORMA DEL CONDUCTO	Rectangular
	ANCHO DEL CONDUCTO (MM)	1501
	Nº DE ALCANTARILLAS	1
	Nº DE MANNING	0.023
	MATERIAL DE ALCANTARILLA	Concreto
	TIPO DE ENTRADA DE ALCANTARILLA	Cabezal
DATOS DEL TERRAPLÉN	ELEVACIÓN SUPERIOR DEL TERRAPLÉN (M.S.N.M.)	11.8
	ANCHO SUPERIOR DEL TERRAPLEN (M)	5
	ANCHO DE LA CRESTA (M)	2.5
CÁLCULOS	CAUDAL MÍNIMO (M3/S)	0
	CAUDAL MÁXIMO (M3/S)	3.75
	INCREMENTO DE CAUDAL (M3/S)	3.75
	TIPO DE FLUJO	CRÍTICO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39.Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 48+805.89

RESULTADOS DE CÁLCULO								
CAUDAL (M3/S)			VELOCIDAD (M/S)		LINEA DE NIVELACIÓN HIDRAULICA			
TOTAL	TUBERÍA	EXCESO	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	Hw	Hw/D
3.75	3.75	0	3.6108	2.9070	10.6919	10.9644	11.4732	0.7601

NOTA:

HW: La altura o profundidad de la cabecera. Incluye pérdida menor en el control de salida.

HW/D: Relación de cabecera sobre diámetro de tubería.

De la tabla 38 y 39, cálculos y resultados, se considera que el diseño para una alcantarilla tipo cajón de C°A, con dimensiones ancho de 1501mm y una altura de 1800mm, el valor del agua que ingresa es al 0.7601 siendo esta menor del 80% de la sección de diseño, por lo cual se diría que la sección asumida para la alcantarilla ubicada en el Km: 47+131.48 es correcto.

Tabla 40. Cálculos para alcantarilla Km: 48+996.20

Alcantarilla Km: 48+996.20		
SECCIÓN	ITEM	DATOS
DATOS DE LA ALCANTARILLA	COTA SALIDA CONDUCTO (M.S.N.M.)	10
	LARGO ALCANTARILLA (M)	7
	PENDIENTE (%)	1.5
	COTA ENTRADA DEL CONDUCTO (M.S.N.M)	10.105
	ALTURA DEL CONDUCTO (MM)	1200
	FORMA DEL CONDUCTO	Circular
	ANCHO DEL CONDUCTO (MM)	1200
	Nº DE ALCANTARILLAS	1
	Nº DE MANNING	0.023
	MATERIAL DE ALCANTARILLA	T.M.C.
	TIPO DE ENTRADA DE ALCANTARILLA	Cabezal
DATOS DEL TERRAPLÉN	ELEVACIÓN SUPERIOR DEL TERRAPLÉN (M.S.N.M.)	11.50
	ANCHO SUPERIOR DEL TERRAPLEN (M)	5
	ANCHO DE LA CRESTA (M)	2.5
CÁLCULOS	CAUDAL MÍNIMO (M3/S)	0
	CAUDAL MÁXIMO (M3/S)	0.29
	INCREMENTO DE CAUDAL (M3/S)	0.29
	TIPO DE FLUJO	CRÍTICO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 48+996.20

RESULTADOS DE CÁLCULO								
CAUDAL (M3/S)		VELOCIDAD (M/S)		LINEA DE NIVELACIÓN HIDRAULICA				
TOTAL	TUBERÍA	EXCESO	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	Hw	Hw/D
0.29	0.29	0	1.5364	1.4086	10.2683	10.3902	10.5121	0.3392

NOTA:

HW: La altura o profundidad de la cabecera. Incluye pérdida menor en el control de salida.

HW/D: Relación de cabecera sobre diámetro de tubería.

De la tabla 40 y 41, cálculos y resultados, se considera el diseño para una alcantarilla tipo TMC con un diámetro de 1200mm, el valor del nivel del agua que ingresa es 0.3392 siendo esta menor del 80% de la sección de diseño por lo cual se diría que el diámetro asumido para la alcantarilla ubicada en el km: 48+996.20 es correcto.

Tabla 42. Cálculos para alcantarilla Km: 49+771.24

Alcantarilla Km: 49+771.24		
SECCIÓN	ITEM	DATOS
DATOS DE LA ALCANTARILLA	COTA SALIDA CONDUCTO (M.S.N.M.)	10
	LARGO ALCANTARILLA (M)	7
	PENDIENTE (%)	1.5
	COTA ENTRADA DEL CONDUCTO (M.S.N.M)	10.105
	ALTURA DEL CONDUCTO (MM)	2500
	FORMA DEL CONDUCTO	Caja
	ANCHO DEL CONDUCTO (MM)	5349
	Nº DE ALCANTARILLAS	1
	Nº DE MANNING	0.011
	MATERIAL DE ALCANTARILLA	Concreto
	TIPO DE ENTRADA DE ALCANTARILLA	Cabezal
	DATOS DEL TERRAPLÉN	ELEVACIÓN SUPERIOR DEL TERRAPLÉN (M.S.N.M.)
ANCHO SUPERIOR DEL TERRAPLEN (M)		6
ANCHO DE LA CRESTA (M)		2.5
CÁLCULOS	CAUDAL MÍNIMO (M3/S)	0
	CAUDAL MÁXIMO (M3/S)	18.59
	INCREMENTO DE CAUDAL (M3/S)	18.59
	TIPO DE FLUJO	CRÍTICO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43. Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 49+771.24

RESULTADOS DE CÁLCULO								
CAUDAL (M3/S)			VELOCIDAD (M/S)		LINEA DE NIVELACIÓN HIDRAULICA			
TOTAL	TUBERÍA	EXCESO	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	Hw	Hw/D
16.59	16.59	0	4.043	3.2458	10.8595	11.1757	11.8099	0.682

NOTA:

HW: La altura o profundidad de la cabecera. Incluye pérdida menor en el control de salida.

HW/D: Relación de cabecera sobre diámetro de tubería.

De la tabla 42 y 43, cálculos y resultados, se considera el diseño para una alcantarilla tipo cajón de C°A, con dimensiones ancho de 5349mm y una altura de 2500mm, el valor del nivel del agua que ingresa es 0.682 siendo esta menor del 80% de la sección de diseño, por lo cual se diría que la sección asumida para la alcantarilla ubicada en el km: 49+771.24 es correcto.

Tabla 44. Cálculos para alcantarilla Km: 50+417.86

Alcantarilla Km: 50+417.86		
SECCIÓN	ITEM	DATOS
DATOS DE LA ALCANTARILLA	COTA SALIDA CONDUCTO (M.S.N.M.)	10
	LARGO ALCANTARILLA (M)	7
	PENDIENTE (%)	1.5
	COTA ENTRADA DEL CONDUCTO (M.S.N.M)	10.105
	ALTURA DEL CONDUCTO (MM)	1200
	FORMA DEL CONDUCTO	Circular
	ANCHO DEL CONDUCTO (MM)	1200
	Nº DE ALCANTARILLAS	1
	Nº DE MANNING	0.023
	MATERIAL DE ALCANTARILLA	T.M.C.
	TIPO DE ENTRADA DE ALCANTARILLA	Cabezal
	DATOS DEL TERRAPLÉN	ELEVACIÓN SUPERIOR DEL TERRAPLÉN (M.S.N.M.)
ANCHO SUPERIOR DEL TERRAPLEN (M)		5
ANCHO DE LA CRESTA (M)		2.5
CÁLCULOS	CAUDAL MÍNIMO (M3/S)	0
	CAUDAL MÁXIMO (M3/S)	1.37
	INCREMENTO DE CAUDAL (M3/S)	1.37
	TIPO DE FLUJO	CRÍTICO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45. Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 50+417.86

RESULTADOS DE CÁLCULO								
CAUDAL (M3/S)			VELOCIDAD (M/S)		LINEA DE NIVELACIÓN HIDRAULICA			
TOTAL	TUBERÍA	EXCESO	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	Hw	Hw/D
1.37	0.37	0	2.3797	2.2412	10.6085	10.7432	11.0755	0.8

NOTA:

HW: La altura o profundidad de la cabecera. Incluye pérdida menor en el control de salida.

HW/D: Relación de cabecera sobre diámetro de tubería.

De la tabla 44 y 45, cálculos y resultados, se considera el diseño para una alcantarilla tipo TMC con un diámetro de 1200mm, el valor del nivel del agua que ingresa es 0.80 siendo esta igual al 80% de la sección de diseño por lo cual se diría que el diámetro asumido para la alcantarilla ubicada en el km: 50+417.86 es correcto.

Tabla 46. Cálculos para alcantarilla Km: 50+864.22

Alcantarilla Km: 50+864.22		
SECCIÓN	ITEM	DATOS
DATOS DE LA ALCANTARILLA	COTA SALIDA CONDUCTO (M.S.N.M.)	10
	LARGO ALCANTARILLA (M)	7
	PENDIENTE (%)	1.5
	COTA ENTRADA DEL CONDUCTO (M.S.N.M)	10.105
	ALTURA DEL CONDUCTO (MM)	1200
	FORMA DEL CONDUCTO	Circular
	ANCHO DEL CONDUCTO (MM)	1200
	Nº DE ALCANTARILLAS	1
	Nº DE MANNING	0.023
	MATERIAL DE ALCANTARILLA	T.M.C.
	TIPO DE ENTRADA DE ALCANTARILLA	Cabezal
	DATOS DEL TERRAPLÉN	ELEVACIÓN SUPERIOR DEL TERRAPLÉN (M.S.N.M.)
ANCHO SUPERIOR DEL TERRAPLEN (M)		5
ANCHO DE LA CRESTA (M)		2.5
CÁLCULOS	CAUDAL MÍNIMO (M3/S)	0
	CAUDAL MÁXIMO (M3/S)	0.41
	INCREMENTO DE CAUDAL (M3/S)	0.41
	TIPO DE FLUJO	CRÍTICO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47. Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 50+864.22

RESULTADOS DE CÁLCULO								
CAUDAL (M3/S)			VELOCIDAD (M/S)		LINEA DE NIVELACIÓN HIDRAULICA			
TOTAL	TUBERÍA	EXCESO	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	Hw	Hw/D
0.41	0.41	0	1.5509	1.5509	10.3408	10.4458	10.5938	0.4073

NOTA:

HW: La altura o profundidad de la cabecera. Incluye pérdida menor en el control de salida.

HW/D: Relación de cabecera sobre diámetro de tubería.

De la tabla 47 y 48, cálculos y resultados, se considera el diseño para una alcantarilla tipo TMC con un diámetro de 1200mm, el valor del nivel del agua que ingresa es 0.4073 siendo esta menor del 80% de la sección de diseño por lo cual se diría que el diámetro asumido para la alcantarilla ubicada en el km: 50+864.22 es correcto.

Tabla 48.Cálculos para alcantarilla Km: 51+582.96

Alcantarilla Km: 51+582.96		
SECCIÓN	ITEM	DATOS
DATOS DE LA ALCANTARILLA	COTA SALIDA CONDUCTO (M.S.N.M.)	10
	LARGO ALCANTARILLA (M)	7
	PENDIENTE (%)	1.5
	COTA ENTRADA DEL CONDUCTO (M.S.N.M)	10.105
	ALTURA DEL CONDUCTO (MM)	1200
	FORMA DEL CONDUCTO	Circular
	ANCHO DEL CONDUCTO (MM)	1200
	Nº DE ALCANTARILLAS	1
	Nº DE MANNING	0.023
	MATERIAL DE ALCANTARILLA	T.M.C.
	TIPO DE ENTRADA DE ALCANTARILLA	Cabezal
	DATOS DEL TERRAPLÉN	ELEVACIÓN SUPERIOR DEL TERRAPLÉN (M.S.N.M.)
ANCHO SUPERIOR DEL TERRAPLEN (M)		5
ANCHO DE LA CRESTA (M)		2.5
CÁLCULOS	CAUDAL MÍNIMO (M3/S)	0
	CAUDAL MÁXIMO (M3/S)	0.13
	INCREMENTO DE CAUDAL (M3/S)	0.13
	TIPO DE FLUJO	CRÍTICO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49.Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 51+582.96

RESULTADOS DE CÁLCULO								
CAUDAL (M3/S)			VELOCIDAD (M/S)		LINEA DE NIVELACIÓN HIDRAULICA			
TOTAL	TUBERÍA	EXCESO	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	Hw	Hw/D
0.13	0.13	0	1.2237	1.1336	10.1798	10.2946	10.3755	0.2254

NOTA:

HW: La altura o profundidad de la cabecera. Incluye pérdida menor en el control de salida.

HW/D: Relación de cabecera sobre diámetro de tubería.

De la tabla 48 y 49, cálculos y resultados, se considera el diseño para una alcantarilla tipo TMC con un diámetro de 1200mm, el valor del nivel del agua que ingresa es 0.2254 siendo esta menor del 80% de la sección de diseño por lo cual se diría que el diámetro asumido para la alcantarilla ubicada en el km: 51+582.96 es correcto.

Tabla 50. Cálculos para alcantarilla Km: 52+867.28

Alcantarilla Km: 52+867.28		
SECCIÓN	ITEM	DATOS
DATOS DE LA ALCANTARILLA	COTA SALIDA CONDUCTO (M.S.N.M.)	10
	LARGO ALCANTARILLA (M)	7
	PENDIENTE (%)	1.5
	COTA ENTRADA DEL CONDUCTO (M.S.N.M)	10.105
	ALTURA DEL CONDUCTO (MM)	1200
	FORMA DEL CONDUCTO	Circular
	ANCHO DEL CONDUCTO (MM)	1200
	Nº DE ALCANTARILLAS	1
	Nº DE MANNING	0.023
	MATERIAL DE ALCANTARILLA	T.M.C.
	TIPO DE ENTRADA DE ALCANTARILLA	Cabezal
	DATOS DEL TERRAPLÉN	ELEVACIÓN SUPERIOR DEL TERRAPLÉN (M.S.N.M.)
ANCHO SUPERIOR DEL TERRAPLEN (M)		5
ANCHO DE LA CRESTA (M)		2.5
CÁLCULOS	CAUDAL MÍNIMO (M3/S)	0
	CAUDAL MÁXIMO (M3/S)	0.13
	INCREMENTO DE CAUDAL (M3/S)	0.13
	TIPO DE FLUJO	CRÍTICO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51. Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 52+867.28

RESULTADOS DE CÁLCULO								
CAUDAL (M3/S)			VELOCIDAD (M/S)		LINEA DE NIVELACIÓN HIDRAULICA			
TOTAL	TUBERÍA	EXCESO	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	Hw	Hw/D
0.13	0.13	0	01.2237	1.3636	10.1798	10.2946	10.3755	0.2254

NOTA:

HW: La altura o profundidad de la cabecera. Incluye pérdida menor en el control de salida.

HW/D: Relación de cabecera sobre diámetro de tubería.

De la tabla 50 y 51, cálculos y resultados, se considera el diseño para una alcantarilla tipo TMC con un diámetro de 600mm, el valor del nivel del agua que ingresa es 0.2254 siendo esta menor del 80% de la sección de diseño por lo cual se diría que el diámetro asumido para la alcantarilla ubicada en el km: 52+867.28 es correcto.

Tabla 52. Cálculos para alcantarilla Km: 53+424.48

Alcantarilla Km: 53+424.48		
SECCIÓN	ITEM	DATOS
DATOS DE LA ALCANTARILLA	COTA SALIDA CONDUCTO (M.S.N.M.)	10
	LARGO ALCANTARILLA (M)	7
	PENDIENTE (%)	1.5
	COTA ENTRADA DEL CONDUCTO (M.S.N.M)	10.105
	ALTURA DEL CONDUCTO (MM)	1200
	FORMA DEL CONDUCTO	Circular
	ANCHO DEL CONDUCTO (MM)	1200
	Nº DE ALCANTARILLAS	1
	Nº DE MANNING	0.023
	MATERIAL DE ALCANTARILLA	T.M.C.
	TIPO DE ENTRADA DE ALCANTARILLA	Cabezal
DATOS DEL TERRAPLÉN	ELEVACIÓN SUPERIOR DEL TERRAPLÉN (M.S.N.M.)	11.50
	ANCHO SUPERIOR DEL TERRAPLEN (M)	5
	ANCHO DE LA CRESTA (M)	2.5
CÁLCULOS	CAUDAL MÍNIMO (M3/S)	0
	CAUDAL MÁXIMO (M3/S)	0.29
	INCREMENTO DE CAUDAL (M3/S)	0.29
	TIPO DE FLUJO	CRÍTICO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53. Resultados obtenidos para la alcantarilla km: 53+424.48

RESULTADOS DE CÁLCULO								
CAUDAL (M3/S)			VELOCIDAD (M/S)		LINEA DE NIVELACIÓN HIDRAULICA			
TOTAL	TUBERÍA	EXCESO	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	Hw	Hw/D
0.29	0.29	0	1.5364	1.4086	10.2683	10.3902	10.5121	0.3392

NOTA:

HW: La altura o profundidad de la cabecera. Incluye pérdida menor en el control de salida.

HW/D: Relación de cabecera sobre diámetro de tubería.

De la tabla 53 y 54, cálculos y resultados, se considera el diseño para una alcantarilla tipo TMC con un diámetro de 600mm, el valor del nivel del agua que ingresa es 0.3392 siendo esta menor del 80% de la sección de diseño por lo cual se diría que el diámetro asumido para la alcantarilla ubicada en el km: 53+424.48 es correcto.

Tabla 54. Resumen de alcantarillas de tipo TMC

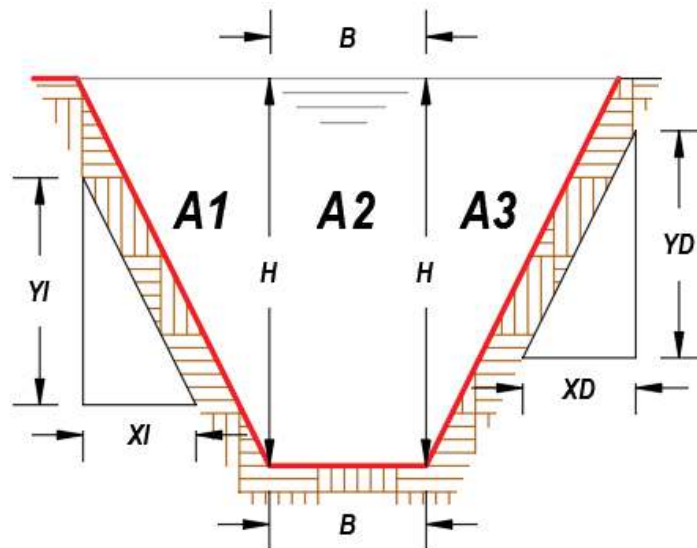
PROGRESIVA ALCANTARILLA	CAUDAL DE DISEÑO (M3/S)	SECCIÓN ASUMIDA (MM)		TIPO	HW/D
		ANCHO	ALTURA		
Km: 44+243	2.05	1500		TMC	0.7368
Km: 44+870	0.50	1200		TMC	0.453
Km: 45+101	1.87	1500		TMC	0.6971
Km: 45+494	1.65	1500		TMC	0.6478
Km: 45+855	1.09	1200		TMC	0.704
Km: 46+054	0.69	1200		TMC	0.5416
Km: 46+727	0.40	1200		TMC	0.540
Km: 47+402	0.27	1200		TMC	0.3268
Km: 47+901	1.24	1200		TMC	0.761
Km: 48+278	3.18	1800		TMC	0.728
Km: 48+996	0.29	1200		TMC	0.339
Km: 50+418	1.37	1200		TMC	0.800
Km: 50+864	0.41	1200		TMC	0.407
Km: 51+583	0.13	1200		TMC	0.2254
Km: 52+867	0.13	1200		TMC	0.2254
Km: 53+424	0.29	1200		TMC	0.3392

Tabla 55. Resumen de alcantarillas tipo cajón de C°A

PROGRESIVA ALCANTARILLA	CAUDAL DE DISEÑO (M3/S)	SECCIÓN ASUMIDA (MM)		TIPO	HW/D
		ANCHO	ALTURA		
Km: 44+720	5.56	2667	1500	C°A	0.654
Km: 46+932	14.92	5965	1800	C°A	0.510
Km: 47+131	5.17	2066	1800	C°A	0.760
Km: 48+806	1.88	1501	1800	C°A	0.760
Km: 49+771	18.59	5349	2500	C°A	0.682

3.6.2. Diseño de cunetas

- Para el cálculo del diseño de cunetas se consideró el caudal de la zona más crítica en el tramo de estudio.
- Se tomaron los coeficientes de rugosidad de la tabla 8 (coeficientes de Manning)
- En el grafico siguiente se muestra los valores a considerar para el diseño de las cunetas.



$$Q = \frac{(S^{1/2})(A^2 S^{1/3})}{n P_m^{2/3}}$$

$$A = A_1 + A_2 + A_3$$

$$A_1 = \frac{(X_I/Y_I) \cdot H^2}{2}$$

$$A_2 = B \cdot H$$

$$A_3 = \frac{(X_D/Y_D) \cdot H^2}{2}$$

$$P_m = [((X_I/Y_I) \cdot H)^2 + H^2]^{0.5} + B + [((X_D/Y_D) \cdot H)^2 + H^2]^{0.5}$$

Donde:

Q : Caudal

S : pendiente

n : coeficiente de Manning

B : Base (fondo cuneta)

XI, YI, XD, YD: valores de taludes

Tabla 56. Cálculo de caudales para cunetas en un periodo de retorno de 10 años

PROG. CUNETAS	LONG. DE CAUCE [m]	COTA MAX [m]	COTA MIN [m]	PENDIENTE [m/m]	ÁREA km ²	TIEMPO CONCENTRACIÓN [Minutos]	INTENSIDAD mm/hr	C	Q=C*I*A/3.6 [m ³ /s]
53+424.48	481.00	2805	2777	0.0582	0.0441	10.0	66.2	0.35	0.28

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de la tabla 10, la longitud del cauce es la mas representativa en el tramo de estudio, así se uniformiza las dimensiones en todo el tramo.

Tabla 57. Predimensionamiento de cunetas de tierra

DATOS	
S=	0.058
n=	0.180
B=	0.000
XI=	2.000
YI=	1.000
XD=	1.000
YD=	1.000
DIMENSIONES	
H	0.596
A ^(5/3)	0.351
P ^(2/3)	1.680
Q	0.280
Área	0.534
Velocidad	0.525
H Constante	0.700

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 59 los cálculos se realizan considerando los valores de talud recomendados por el manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (BVT), además para el cálculo del área y velocidad se tiene que apoyar del programa Excel usando la herramienta análisis de hipótesis, tomando como datos el caudal, pendiente y coeficiente de Manning.

Usando el programa Civil 3d, extensión Hidraflow se verifica que los cálculos que se muestran a continuación:

Tabla 58. Datos, cálculos y verificación para predimensionamiento de cunetas de tierra

SECCIÓN	ITEM	DATOS
DATOS DE LA CUNETETA	TIPO DE SECCIÓN	TRIANGULAR
	ANCHO INFERIOR DEL CANAL	0
	PENDIENTE LATERAL (Z:1)	1:1
	PROFUNDIDAD DEL CANAL	0.8
	ELEV. INV	0.01
	PENDIENTE DE LA CUNETETA	5.82
	n - MANNING	0.18
	CAUDAL (M3/S)	0.28

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59. Resultado de cálculos de cuneta de tierra

RESULTADOS DE CÁLCULO							
ALTURA NORMAL (M)	Q (M3/S)	AREA DE FLUJO (M2)	VELOCIDAD (M/S)	PERIMETRO MOJADO	PROFUNDIDAD CRÍTICA	ANCHO SUPERIOR	EGL
0.7224	0.28	0.522	0.5366	2.0432	0.4389	1.4448	0.7371

NOTA:

EGL: La línea de grado energético (EGL). Profundidad más altura de velocidad.

Se puede apreciar que los cálculos realizados en las tablas 59 y 60 son correctos ya que el caudal de pase (EGL) no supera el 80% de la altura diseñada, según lo recomendado en el manual de carreteras de bajo volumen de tránsito.

IV. DISCUSIÓN

- ✚ Se realizó el estudio de drenaje con una muestra en las progresivas km:44+000 al km:53+427 del tramo Huaylla Belén, donde se logró apreciar que cuenta con un sistema de drenaje transversal (alcantarillas), que son de tipo TMC con un diámetro de 24” y un drenaje longitudinal cunetas de tierra en todo el tramo que discurren el alcantarillas y aliviaderos.
- ✚ Las alcantarillas identificadas en el tramo Huaylla Belén km:44+000 al km:53+427, tienen un diámetro de 24”, lo cual no cumplen sus dimensiones según lo especificado en el reglamento de Hidrología, Hidráulica y drenaje y la BVT
- ✚ Se logró identificar que las cunetas de tierra están sumamente deterioradas, los mismos que no están cumpliendo su funcionalidad para evacuar correctamente las aguas pluviales, además que en todo el tramo en estudio no cumplen con su sección mínima
- ✚ Los diseños de alcantarillas planteados de acuerdo al estudio realizado en el tramo Huaylla Belén km:44+000 al km:53+427 cumplen con lo especificado en el reglamento de Hidrología, Hidráulica y drenaje, lo cual garantizaría su funcionalidad correctamente para un periodo de retorno de 100 años.
- ✚ El diseño de las cunetas de tierra diseñadas cumple con lo especificado en el reglamento de Hidrología, Hidráulica y drenaje, con la sección calculada se logrará evacuar todas las aguas que discurren en las cuencas y microcuencas identificadas.
- ✚ Se verificó que las alcantarillas que se encuentran construidas dentro del área de influencia no cumplen con un diseño adecuado, por lo que se propone agregar alcantarillas intermedias, así no demoler lo existente, ya que éstas que se agreguen últimas evacuen parte del caudal excedente.

V. CONCLUSIONES

- ✚ Se logró identificar en el área de influencia 21 cuencas y microcuencas que se describió de acuerdo a las progresivas del tramo en estudio siendo punto de inicio el Km: 44+000 que va hacia el Km: 53+700, las áreas según progresivas son las siguientes : progresiva 44+243.24 área de 87618.411m², progresiva 44+720.12 área de 427606.921m², progresiva 44+869.84 área de 19244.899m², progresiva 45+101.09 área de 71900.358m², progresiva 45+493.59 área de 63293.627m², progresiva 45+855.26 área de 46712.103m², progresiva 46+054.29 área de 29470.652m², progresiva 46+726.60 área de 15475.297m², progresiva 46+931.55 área de 573890.344m², progresiva 47+131.48 área de 198657.759m², progresiva 47+402.36 área de 10362.713m², progresiva 47+901.35 área de 53062.289m², progresiva 48+278.35 área de 122288.444m², progresiva 48+805.89 área de 144391.052m², progresiva 48+996.20 área de 11213.928m², progresiva 49+771.24 área de 1055871.398m², progresiva 50+417.86 área de 52674.416m², progresiva 50+864.22 área de 15680.75m², progresiva 51+582.96 área de 5594.93m², progresiva 52+867.28 área de 5594.93m², progresiva 53+424.48 área de 11226.958m².
- ✚ Los caudales para el diseño de alcantarillas se determinaron por progresivas: progresiva 44+243.24 un caudal de 2.05m³/s, progresiva 44+720.12 un caudal de 11.12 m³/s, progresiva 44+869.84 un caudal de 0.50m³/s, progresiva 45+101.09 un caudal de 1.87m³/s, progresiva 45+493.59 un caudal de 1.65 m³/s, progresiva 45+855.26 un caudal de 1.09 m³/s, progresiva 46+054.29 un caudal de 0.69 m³/s, progresiva 46+726.60 un caudal de 0.40 m³/s, progresiva 46+931.55 un caudal de 14.92m³/s, progresiva 47+131.48 un caudal de 5.17 m³/s, progresiva 47+402.36 un caudal de 0.27 m³/s, progresiva 47+901.35 un caudal de 1.24 m³/s, progresiva 48+278.35 un caudal de 3.18m³/s, progresiva 48+805.89 un caudal de 3.75 m³/s, progresiva 48+996.20 un caudal de 0.29 m³/s, progresiva 49+771.24 un caudal de 18.59 m³/s, progresiva 50+417.86 un caudal de 1.37 m³/s, progresiva 50+864.22 un caudal de 0.41 m³/s, progresiva 51+582.96 un caudal de 0.13 m³/s, progresiva 52+867.28 un caudal de 0.13 m³/s, progresiva 53+424.48 un caudal de 0.29 m³/s.

- ✚ Se identificó la zona crítica para el drenaje superficial longitudinal, donde el área de la cuenca es de 44088.896m², con un caudal de diseño 0.28m³/s, y así se obtuvieron las dimensiones correctas de las cunetas.
- ✚ Se concluye que las dimensiones de las estructuras existentes no cumplen con el diseño adecuado para evacuar las aguas pluviales en temporadas que hay precipitaciones máximas.

VI. RECOMENDACIONES

A la universidad.

- ✚ En principal a la facultad de ingeniería civil y ambiental se recomienda a que los profesionales que dictan los cursos carreteros, hidrología e hidráulica, enseñen los cursos de manera aplicada, y participen constantemente visitando obras en ejecución.
- ✚ Apoyar en la gestión a los proyectos de investigación.
- ✚ Gestionar con entidades y empresas que se dediquen a elaboración de proyectos para que se permita participar en la formulación.

A las Entidades

- ✚ Los profesionales designados para la elaboración y ejecución deben tener experiencia y ser especialistas, ya que se ve mucha deficiencia en los proyectos ejecutados en las diferentes ramas de la ingeniería.
- ✚ A las entidades encargadas del mantenimiento y mejoramiento de la carretera luya Ocúmal, realizar un buen estudio hidrológico, ya que de esa manera plantearían las estructuras de drenaje correctas.
- ✚ Se recomienda agregar alcantarillas para así las que existen puedan evacuar los caudales que aportan las cuencas.

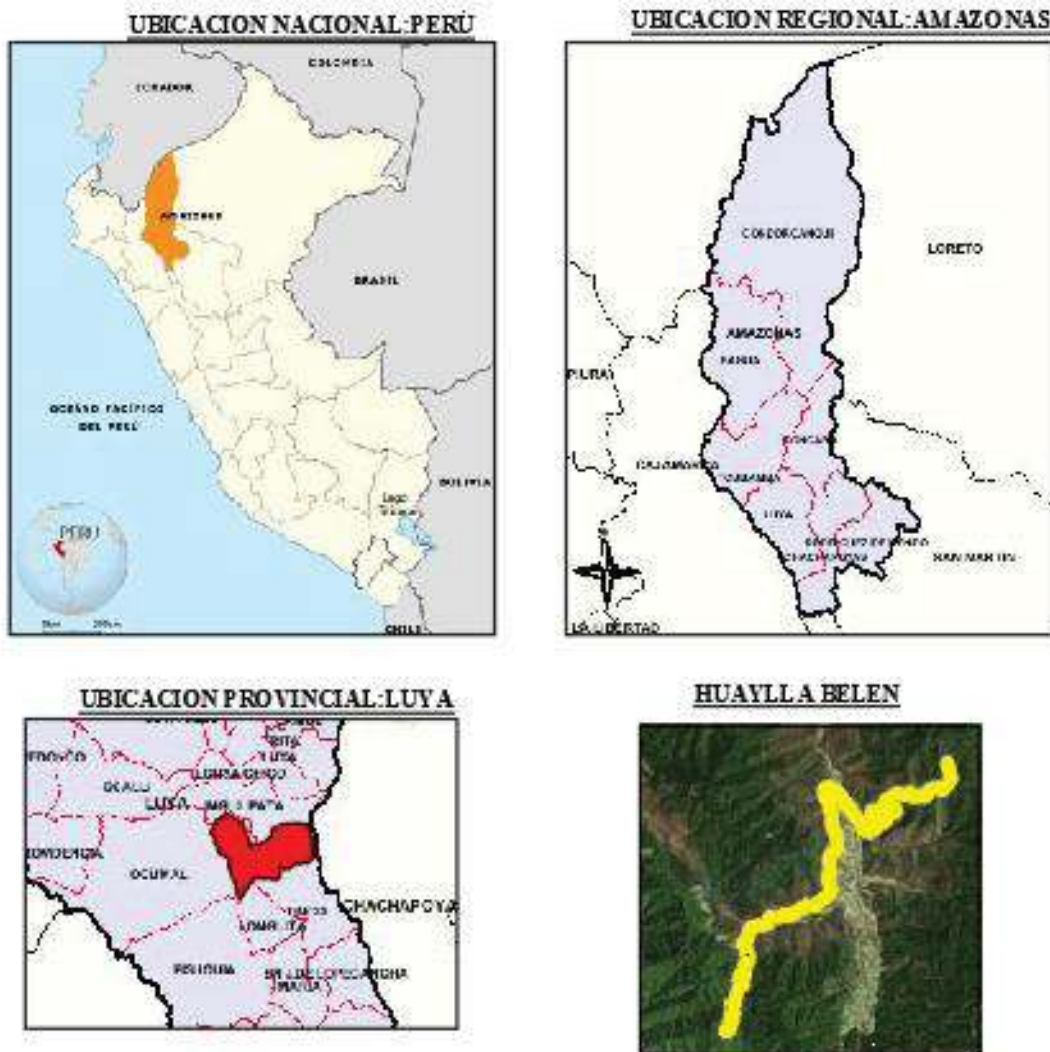
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje
- ✚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.
- ✚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos.
- ✚ Diez, F. (2004). El Drenaje Subterráneo En Las Carreteras. carreteras, revista técnica de la asociación española de la carretera (136).
- ✚ García. (2010). Criterios hidromorfológicos para la mejora de la eficiencia de obras de drenaje pequeñas en pasos de carreteras sobre ramblas. Papeles de Geografía (51–52): 85–94.
- ✚ Gencel, Zivko. (2013). Diseño Mejorado de Alcantarillas de Drenaje Pluvial En Carreteras. Ingeniería Hidráulica y Ambiental 34(3): 77–85.
- ✚ Villon Bejar M.(2003). Diseño de Estructuras Hidráulicas

VIII. ANEXOS

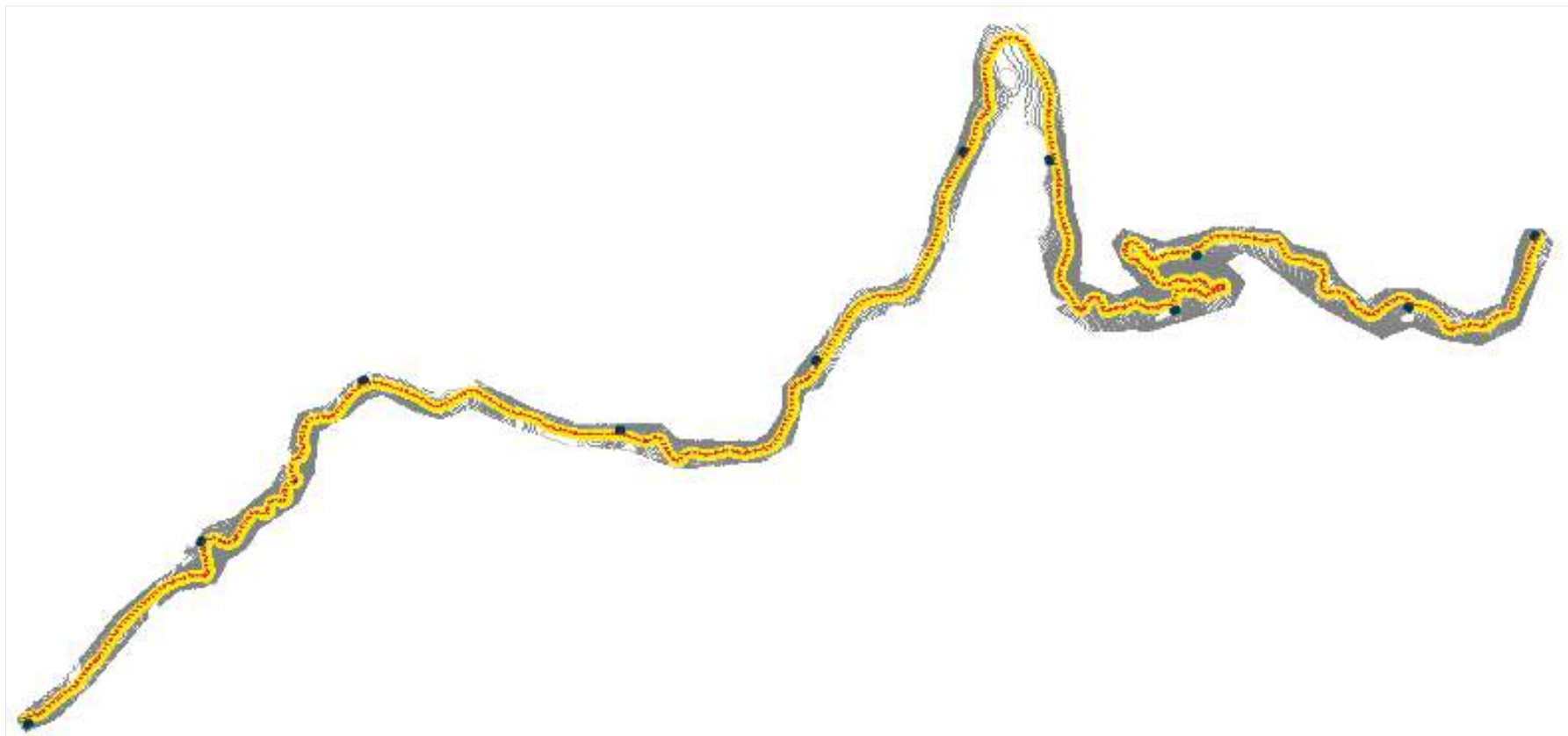
8.1. Anexo 1-A

Figura VIII. Ubicación del proyecto



8.2. Anexo 1-B

Figura IX. Planta topográfica Km: 43+000 hasta Km 53+700



8.3.Anexo 2-A

Tabla 60. Precipitaciones (mm/h) con una duración de 24 horas

n	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	1998	21.9	18	30.6	34.4	12.8	2.5	0.5	12.3	9.8	15.6	42.4	4.2
2	1999	28.2	31.5	14	5.7	15.4	22	6.3	15.4	15.5	12.8	11.3	17.5
3	2000	10	22.1	20.4	13.6	28.4	17.6	2.8	6.4	20	2	8.2	17.3
4	2001	8.2	30.8	17.7	12.5	24.3	2.7	8.5	2.9	11	52.8	13.7	10.9
5	2002	20.4	26.5	21.9	29.6	18.8	2.7	8.3	4.2	12.5	33.3	14.1	24.8
6	2003	26	22.5	23.1	16.2	22.7	4.5	2	16.9	13	19.9	20.5	26.9
7	2004	14.1	22.4	31.5	18.3	8.6	16	14.4	7	13.8	17.3	19.3	18.4
8	2005	6.5	23.6	19.8	17.8	29.3	1.8	2	12.2	16	29.9	18.1	20.2
9	2006	24.6	20.2	36.2	18.3	5	4.6	13.8	2	8.4	49.5	21.3	14.3
10	2007	21.9	9.5	29.3	13.5	15.8	1.9	21.4	27.9	9.5	44.8	20.8	28.2
11	2008	11.3	28.5	10.1	8	15.1	13	3.5	8.3	23	49.5	21.7	11.2
12	2009	18.3	53.9	23.5	48.3	5.6	2	8.6	7.4	6.1	36.3	14	5.8
13	2010	35.1	29.7	21.5	32.1	10.3	14.3	24.8	4.4	8.6	7.7	12.5	14
14	2011	19.3	11.3	30.7	18.2	30.2	3.2	13.1	5.7	11.5	19.6	9.8	21
15	2012	26.3	64.6	21.4	20.4	21.8	37.7	1.6	7	11.9	48.1	20.4	10.9
16	2013	29.9	18	34.4	22.2	13.1	5.2	4.7	9.2	10.7	24.1	12	15.1
17	2014	25.1	13.3	43.7	19.6	22.8	16.8	5.5	10	13.5	8.9	22.1	32.4
18	2015	41.1	27	28	13.3	14.6	2.8	5.4	16.7	3.3	12.2	19	17.7
19	2016	32.7	29.2	30.2	42.9	26.4	11.9	3	61.5	29.5	35.6	32.2	38.6
20	2017	25.1	63.2	48.8	40.1	20.6	22.9	6.3	35.8	21.6	25.4	23.6	29
21	2018	31	33.2	37.7	29	21.1	13.6	5.1	31	17	20.5	24.2	29.4
22	2019	32.5	38.2	36.2	31.3	20.7	12.8	5	36.3	17.9	23.4	24.8	28.7
23	2020	30.3	41	38.2	35.8	22.2	15.3	4.9	41.2	21.5	26.2	26.2	0

Fuente: SENAMHI, datos pluviométricos durante 24 horas mensual

8.4. Anexo 3-A

8.4.1. Panel fotográfico

Fotografía N°01: En la imagen se aprecia la toma de medidas de las alcantarillas existentes, que tienen como diámetro 24", lo cual es típico en todo el tramo de las progresivas Km: 44+000 hasta Km: 53+427.



Fotografía N°02: En la imagen se aprecia la medida de las cunetas de tierra, donde también se puede apreciar que se encuentran en mal estado, debido a que las secciones no evacuan todo el caudal debido a las fuertes precipitaciones.

