

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

---

**Diseño de pavimento para el tramo DV. LI-120 de Chuán - Oromalqui,  
provincia de Julcán, La Libertad**

---

**Línea de investigación:** Ingeniería de Transportes

**Sub Línea de investigación:** Transportes

**AUTORES:**

Cedeño Durand, Patricio Fabian

Ñique Valderrama, Ana Paula

**JURADO EVALUADOR:**

Presidente : Hurtado Zamora, Oswaldo

Secretario : Farfán Córdova, Marlon Gastón

Vocal : Burgos Sarmiento, Tito Alfredo

**ASESOR:**

Rodríguez Ramos, Mamerto

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3024-0155>

Trujillo – Perú

2024

Fecha de Sustentación: 2024 / 10 / 28



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

---

**Diseño de pavimento para el tramo DV. LI-120 de Chuán - Oromalqui,  
provincia de Julcán, La Libertad**

---

**Línea de investigación:** Ingeniería de Transportes

**Sub Línea de investigación:** Transportes

**AUTORES:**

Cedeño Durand, Patricio Fabian

Ñique Valderrama, Ana Paula

**JURADO EVALUADOR:**

Presidente : Hurtado Zamora, Oswaldo

Secretario : Farfán Córdova, Marlon Gastón

Vocal : Burgos Sarmiento, Tito Alfredo

**ASESOR:**

Rodríguez Ramos, Mamerto

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3024-0155>

Trujillo – Perú

2024

Fecha de Sustentación: 2024 / 10 / 28

# Diseño de pavimento para el tramo DV. LI-120 de Chuán - Oromalqui, provincia de Julcán, La Libertad

## INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[repositorio.ucv.edu.pe](https://repositorio.ucv.edu.pe)

Fuente de Internet

9%

2

[repositorio.upao.edu.pe](https://repositorio.upao.edu.pe)

Fuente de Internet

3%

3

Submitted to Universidad Nacional Hermilio Valdizan

Trabajo del estudiante

1%

Excluir citas

Excluir bibliografía

Apagado

Apagado



Excluir coincidencias < 1%

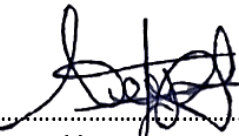
.....  
Rodríguez Ramos, Mamerto  
CIP: 3689


## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

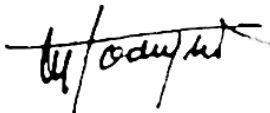
Yo, Rodriguez Ramos Mamerto, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada **“Diseño de pavimento para el tramo DV. LI-120 de Chuán - Oromalqui, provincia de Julcán, La Libertad”**, de los autor es **Ana Paula Prissila Ñique Valderrama** y **Patricio Fabian Cedeño Durand**, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del 13%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 23 de octubre del 2024
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis **“Diseño de pavimento para el tramo DV. LI-120 de Chuán - Oromalqui, provincia de Julcán, La Libertad”**, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Ciudad y fecha: 24 de octubre del 2024

  
.....  
Ñique Valderrama, Ana Paula Prissila  
DNI: 74222233

  
.....  
Cedeño Durand, Patricio Fabian  
DNI: 75397176

  
.....  
Rodriguez Ramos, Mamerto  
DNI: 18034417  
Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3024-0155>

## Dedicatoria

A Dios por brindarnos sabiduría y fortaleza para poder afrontar este reto y así cumplir con éxito nuestras metas tan anheladas.

A nuestros padres por todo su apoyo incondicional, moral y económico que nos han brindado en nuestra formación académica, a ellos queremos decirles que los amamos mucho y agradecerles por creer en nosotros, ya que sin ellos no lo hubiéramos logrado.

A nuestras hermanas por sus palabras de aliento en todo momento y su apoyo para lograr ser personas excelentes.

A nuestros dos abuelos que partieron al cielo antes de vernos cumplir nuestras metas, quienes son una pieza fundamental en nuestras vidas, por darnos todo y hacernos reír siempre. Queremos decirles que esto es por ustedes, ya que aprendimos a jamás darnos por vencidos y a esforzarnos siempre, que con mucho trabajo se logra el éxito. Gracias, Chalan y Oswaldo, ya que con ustedes no pudimos celebrar muchos de nuestros éxitos, nosotros cuidaremos de nuestras abuelas hasta que Dios lo permita.

## Agradecimiento

Agradezco a los docentes de la Escuela de Ingeniería Civil por brindarme todos sus conocimientos, orientaciones, asesoría, persistencia y motivación durante toda mi formación académica.

Un agradecimiento a todas esas personas que fueron de gran ayuda con mi estudio, los cuales, a través de sus enseñanzas, consejos me sirvieron de mucho para lograr con éxito esta meta.

Mi profundo agradecimiento en especial para mi asesor de tesis, Ing. Rodríguez Ramos Mamerto Araujo por su manera de enseñar, su paciencia y la seriedad que ha sabido impartir a este proyecto.

***Cedeño Durand, Fabian.***

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que han estado a mi lado durante este largo camino de preparación y realización de mi tesis.

En primer lugar, agradezco a mis padres por su apoyo incondicional. A mi mamá, por su cariño y comprensión en los momentos difíciles. A mi papá, a quien dedico un agradecimiento especial por ser siempre mi mayor motivación, recordándome constantemente la importancia de culminar este proyecto y no rendirme. Tus palabras de aliento me dieron la fuerza necesaria para seguir adelante.

Quiero dedicar unas palabras especiales a mi abuelito, que ahora está en el cielo. Siempre deseó que me convirtiera en ingeniera para "vencer" a mi papá, como él solía decir con cariño. Este logro es, en parte, en su honor, y sé que estaría orgulloso de verlo hecho realidad.

Finalmente, agradezco a mis hermanitos, quienes con su amor y alegría han sido una inspiración constante y un recordatorio de que, a pesar de las dificultades, cada paso es una oportunidad para seguir creciendo.

***Ñique Valderrama, Ana Paula Prissila.***

## Resumen

Los caminos vecinales que conectan los caseríos de distintos distritos en las provincias del Perú juegan un papel crucial en el desarrollo de estas áreas, facilitando el transporte de mercancías, impulsando la economía y promoviendo el crecimiento social, económico y cultural. En esta tesis, se diseña la estructura del pavimento flexible y rígido para un tramo de 7.554 km del Camino Vecinal Chuán – Oromalqui a Julcán, en La Libertad, provincia de Julcán, que actualmente carece de pavimentación y señalización, lo que genera retrasos y dificulta el acceso. El diseño sigue la metodología de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), aplicando sus variables y procedimientos para establecer los espesores adecuados de las capas de pavimento. Primero, se realizará un levantamiento topográfico y un estudio de suelos, lo que permitirá definir las variables de diseño. Luego, se desarrollará un análisis comparativo entre los diseños de pavimento flexible y rígido para determinar la mejor opción para la zona de estudio. Este diseño se enmarca en un contexto con propiedades mecánicas específicas y puede servir como referencia para futuros proyectos con condiciones similares.

Palabras claves: Desarrollo distrital, pavimento flexible, pavimento rígido, AASHTO.



## Abstract

The rural roads connecting the villages of various districts in the provinces of Peru play a crucial role in the development of these areas, facilitating the transportation of goods, boosting the economy, and promoting social, economic, and cultural growth. This thesis designs the flexible and rigid pavement structure for a 7.554 km section of the rural road from Chuan – Oromalqui to Julcán, located in La Libertad, Julcán province, which currently lacks paving and signage, causing delays and making access difficult. The design follows the methodology of the American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), applying its design variables and procedures to determine the appropriate layer thicknesses for the pavement. First, a topographic survey and a soil study will be conducted to define the design variables. Then, a comparative analysis between the flexible and rigid pavement designs will be carried out to determine the best option for the study area. This design is based on specific mechanical properties and can serve as a reference for future projects with similar conditions.

Keywords: District development, flexible pavement, rigid pavement, AASHTO.

## Presentación

### Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, presento ante ustedes la tesis titulada: "DISEÑO DE PAVIMENTO PARA EL TRAMO DV. LI-120 DE CHUAN – OROMALQUI, PROVINCIA DE JULCAN, LA LIBERTAD", con la finalidad de obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

Agradezco por los aportes y sugerencias brindadas a lo largo del desarrollo del presente estudio y de esa manera realizar una investigación más eficiente. El trabajo mencionado determina la importancia y la influencia que tiene un proyecto Vial de Ingeniería de las zonas rurales del distrito de Chuán - Oromalqui, por lo que constatamos que una vía es indispensable para el desarrollo de la población.

***Los autores.***

## Índice

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Presentación.....	v
I. Introducción.....	1
1.1 Problema de Investigación.....	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Justificación del Estudio.....	3
II. Marco de Referencia.....	5
2.1 Antecedentes del Estudio.....	5
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	5
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	5
2.1.3. Antecedentes Locales.....	6
2.2 Marco Teórico.....	6
2.2.1. Las Carreteras y pavimentos.....	7
2.2.2. Características de un pavimento.....	7
2.2.3. Clases de carreteras según su transitabilidad.....	8
2.2.4. Pavimento.....	9
2.2.5. Estudios preliminares para diseño de pavimento flexible.....	10
2.2.6. Drenaje Pluvial.....	30
2.2.7. Señalización Vial.....	30
2.3 Marco Conceptual.....	31
2.4 Variables e indicadores (cuadro de Operacionalización de variables.....	32
III. Metodología Empleada.....	34
3.1 Tipo y Nivel de Investigación.....	34
3.1.1. Tipo de investigación.....	34
3.2 Población y Muestra de Estudio.....	34
3.2.1. Población.....	34
3.2.2. Muestra.....	35
3.3 Diseño de Investigación.....	35
3.4 Técnicas e Instrumentos de Investigación.....	35
3.4.1. Técnicas.....	35
3.4.2. Instrumentos.....	35
3.5 Procesamiento y Análisis de Datos.....	36

IV.	Presentación de Resultados .....	37
4.1	Análisis e Interpretación de Resultados .....	37
4.1.1.	Características del área de estudio .....	37
4.1.2.	Levantamiento topográfico .....	38
4.1.3.	Estudio de mecánica de suelos .....	42
4.1.4.	Estudio vehicular .....	48
4.1.5.	Estudio hidrológico.....	59
4.1.6.	Diseño de pavimento .....	89
4.1.7.	Drenaje pluvial .....	133
4.1.8.	Señalización.....	141
4.1.9.	Presupuesto de proyecto .....	147
V.	Discusión de Resultados .....	168
	Conclusiones .....	170
	Recomendaciones .....	172
	Referencias bibliográficas .....	173
	Anexos.....	175

## I. Introducción

### 1.1 Problema de Investigación

A nivel internacional, las carreteras tienen una gran importancia debido a los beneficios que brinda, debido al desarrollo socioeconómico y comunicación entre pueblos, brindando la posibilidad de generar nuevas oportunidades para las personas de bajos recursos, es por esto que las infraestructuras viales son un factor que permite abastecer de bienes y servicios en todo el mundo. En la actualidad, existen muchas vías terciarias con un gran avance en el deterioro de su estructura debido a factores como su localización geográfica, tránsito vehicular, aspectos hidrológicos, así como la falta de mantenimiento y mejoramiento de los diseños de carreteras (Berg, Deichmann & Selod, 2024).

Los caminos vecinales, en cada nación, se han visto regidos y orientados por la entidad correspondiente, como puede ser un Ministerio o Municipios de Obras Públicas, los cuales se ha visto reflejado, en todo el mundo, la mala planificación y coordinación de sus autoridades, generan un retraso en el avance de los accesos a las comunidades aislándolas generando problemas a los pobladores por encontrarse en mal estado, reflejando que la conformación de red vial no ha sido homogénea en todas partes del mundo (Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, 2024).

En la población de Vereda Lavadero, del municipio de Fomeque, Colombia, existen dificultades para intercomunicarte por medio de vías terrestres en su población, debido a que sus carreteras se encuentran en mal estado, llegando a presentar una superficie de rodadura que no brinda seguridad a sus pobladores para transitarla, dificultando su transportabilidad y realización de sus actividades, además sus vías terciarias presentan en su gran mayoría una topografía con una pendiente de más del 20% por lo cual buscar alternativas que solucionen este problema es de suma importancia, como realizar nuevos diseños infraestructurales para este tipo de vías, con la finalidad de brindar un tránsito vehicular seguro para sus usuarios, (Ministerio de Transporte de Colombia, 2024).

Colombia es uno de los países que se ve en la necesidad de tener un parámetro de medición de regularidad superficial para las carreteras, debido a que sus calles se encuentran deterioradas además de que existe una gran demanda por la construcción de una gran cantidad de kilómetros con la finalidad de ser implementados en el desarrollo del país. Las principales fallas que frecuentan los pavimentos de este país son las grietas, las fisuras, los orificios y hundimientos, generando un riesgo para los pobladores que transitan por estas vías (Pérez & González, 2024).

Una de las regiones del Perú, Piura, viene desarrollando una gran cantidad de proyectos de infraestructura vial, comprendiendo unos 6 608.5 Km, en donde solo 170.6

Km se encuentran pavimentados, siendo apenas un 17.2% las que se encuentran en afirmado, un 22.8% se encuentran sin afirmar y un 60% se encuentra en estado de trocha carrozable. Los principales problemas de estas carreteras son el tránsito vehicular, sumado a esto son las condiciones climáticas en donde el fenómeno del niño y calentamiento climático provoca que se vean afectadas por las aguas provenientes a los ríos que rodean la región, por lo cual tener un buen diseño estructural de pavimento y obras de arte comprende un estudio diseñado a satisfacer esta demanda, (Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, 2024)

Actualmente, nuestro país se ve influenciado en la búsqueda del desarrollo integral basándose en la calidad y eficiencia que puede brindar una infraestructura a los pobladores, garantizando su seguridad y comodidad de éstos. Una de las regiones del Perú, Piura, viene desarrollando una gran cantidad de proyectos de infraestructura vial, comprendiendo unos 6 608.5 Km, en donde solo 170.6 Km se encuentran pavimentados, siendo apenas un 17.2% las que se encuentran en afirmado, un 22.8% se encuentran sin afirmar y un 60% se encuentra en estado de trocha carrozable. Los principales problemas de estas carreteras son el tránsito vehicular, sumado a esto son las condiciones climáticas en donde el fenómeno del niño y calentamiento climático provoca que se vean afectadas por las aguas provenientes a los ríos que rodean la región, por lo cual tener un buen diseño estructural de pavimento y obras de arte comprende un estudio diseñado a satisfacer esta demanda (Gómez & Fernández, 2024).

Por otro lado, en la Libertad, existe un problema de demanda vehicular y diseño de pavimentos para las carreteras que se encuentran en mal estado y sin pavimentación, permitiendo conectar los pueblos y ciudades de la región adaptándose a las condiciones climáticas y del terreno, según las zonas de la sierra liberteña, teniendo presencia de agua, lo cual requiere diseñar un pavimento que se adapte a la zona de estudio (Martínez & López, 2024)

La carretera que conecta a los centros poblados de Chuán y Oromalqui se encuentra en un estado de deterioro severo, debido a que no hubo una buena gestión para su conservación y mantenimiento, siendo además una zona que se ve afectada por las constantes lluvias, por lo cual se desea diseñar un pavimento que se adapte mejor a la demanda del tráfico vehicular, además de estudiar y diseñar las obras de arte correspondientes a la zona de estudio, teniendo en cuenta las condiciones ambientales y estudios de mecánica de suelos para el cumplimiento de los objetivos establecidos.

Es por eso que el enunciado del problema planteado es: ¿Cuál es el diseño de pavimento para el tramo DV LI-120 de Chuán – Oromalqui, provincia de Julcán, La Libertad?

## 1.2 Objetivos

### Objetivo General

Diseñar un pavimento para el tramo DV. LI - 120 perteneciente a la carretera de Chuán y Oromalqui, del distrito de Julcán, provincia de Julcán, departamento de La Libertad.

### Objetivos Específicos

Determinar la ubicación y la altitud de los puntos del tramo DV. LI - 120 de Chuán – Oromalqui; mediante un levantamiento topográfico.

Determinar las características del suelo del tramo DV. LI - 120 de Chuán – Oromalqui; realizando un estudio de mecánica de suelos.

Estimar las cargas que soportará la carretera del tramo DV. LI - 120 de Chuán – Oromalqui; realizando un estudio vehicular.

Establecer un diseño del pavimento flexible y rígido para la zona de estudio mediante un diseño normativo.

Diseñar las obras de arte del pavimento mediante las características obtenidas en la zona.

Determinar un monto por implementación del pavimento en el tramo DV. LI - 120 de Chuán – Oromalqui mediante un presupuesto de obra.

## 1.3 Justificación del Estudio

El presente trabajo se justifica socialmente debido a que se brinda un beneficio de forma puntual y directa para los pobladores que transitan por la carretera de los centros poblados de Chuán y Oromalqui, en donde se busca mejorar la transitabilidad de los vehículos a través de un diseño de pavimento que se adapte a las necesidades y condiciones ambientales de la zona, así como las obras complementarias para el paso de aguas superficiales pertenecientes a ríos, realizando el tema de investigación y según los estudios requeridos.

Además, se pretende de forma práctica hacer uso de metodologías establecidas reglamentariamente, así como el uso de instrumentos que brindan los parámetros de diseño de un pavimento y obras de arte, dando el conocimiento necesario para la realización de los objetivos de la presente investigación, diseñando un pavimento más favorable para la carretera, así como la realización del presupuesto diseño de la

señalización vial, llegando a ser una información de gran importancia para la investigación y la población.

Este proyecto es relevante teórica y académicamente debido a que la presente investigación utilizará los conocimientos aprendidos a lo largo de la carrera universitaria, así como las normas y metodologías que estable el MTC y la AASHTO 93 para realizar un diseño estructural favorable a las condiciones que presenta la carretera que une a los centros poblados de Chuán y Oromalqui con el distrito de Julcán.



## II. Marco de Referencia

### 2.1 Antecedentes del Estudio

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

Moreira & Torres (2021), desarrollaron la investigación ***“Diseño geométrico del pavimento y de las obras de arte de la vía Piedadcita – Estero Hondo contemplado desde la Abscisa Km 3+400 hasta Km 6+800, perteneciente al Cantón Pangua Provincia de Cotopaxi”***, siendo su objetivo principal realizar un estudio de prefactibilidad del desarrollo geométrico para la vía. Los resultados obtenidos permitieron clasificar el camino vecinal según sus características de terreno y tránsito vehicular. Esta investigación brinda los parámetros de diseño de un pavimento el cual cuenta con obras de arte, permitiendo tener un contraste del diseño estructural y las metodologías a tener en cuenta.

Barreto (2020), desarrollaron la investigación ***“Elaboración de los estudios de suelos para el diseño de la estructura de pavimento tipo placa-huella para algunas vías terciarias ubicadas en los municipios de Pereira y Dosquebradas del departamento de Risaralda”***, siendo su objetivo principal realizar los estudios de suelos para el diseño de la estructura de pavimento tipo placa-huella. Los resultados permitieron elaborar un plan de planificación; fueron favorables para el correcto diseño de un pavimento por los estudios realizados. Esta investigación brinda los parámetros de estudios importantes para el diseño de un pavimento que servirán como guía para nuestra investigación, así como también nos resalta los fundamentales que son para mitigar posibles riesgos en la ejecución.

#### 2.1.2. Antecedentes Nacionales

Asmat & Montoya (2022), en su trabajo titulado ***“Diseño de infraestructura vial con pavimento flexible empleando elastómeros mejorando la transitabilidad de carretera Callalli - Condorama km128+000 - km135+970”***, teniendo como objetivo general de realizar un diseño en la infraestructura vial de tipo flexible utilizando elastómeros en la carretera en mención. Los resultados determinaron la identificación del terreno, donde los espesores del diseño son 15cm, 25cm y 45cm de carpeta de rodadura, base y subbase respectivamente. Esta investigación brinda los parámetros que se deben considerar para determinar un pavimento adecuado para el diseño estructural de una carretera y las condiciones de diseño que deben presentar los drenajes pluviales.

Duran & Reyes (2022), en su trabajo titulado “Diseño de pavimento y señalización de vías de la prolongación avenida Grau del distrito veintiséis de octubre, provincia de Piura, 2022”; se propuso como objetivo diseñar la estructura del pavimento y determinar la señalización vial de la prolongación avenida Grau del distrito veintiséis de octubre. Los resultados determinaron que el diseño propuesto mejorará significativamente la transitabilidad y la seguridad vial en la zona estudiada. Esta investigación brinda una forma de implementación de señalización vial, el cual servirá de guía para estructurar nuestra señalización.

### **2.1.3. Antecedentes Locales**

Bocanegra & Gómez (2022), desarrollaron la investigación “**Diseño de la infraestructura vial a nivel geométrico y estructural de la carretera tramo Julcán - San Antonio - Provincia de Julcán - Región La Libertad**”; se propuso como objetivo diseñar un pavimento a nivel geométrico y estructural en la carretera tramo Julcán - San Antonio - Provincia de Julcán. La investigación llevó como resultado la determinación de Segunda Clase, de tipo 3, es decir, un terreno accidentado, con un bombeo de 2.50%, con las capas del diseño en 9, 20 y 10cm de carpeta asfáltica, base granular y subbase granular respectivamente. El principal aporte para la investigación fue verificar la mejora de la transitabilidad de la carretera a través del diseño estructural.

Briceño & Narcizo (2019), desarrollaron la investigación “**Análisis comparativo del diseño estructural del pavimento flexible entre las metodologías de la AASHTO-93 y la del instituto del asfalto para el camino vecinal de Julcán al caserío de Chuán parte baja, distrito de Julcán, la libertad**”, se propuso como objetivo realizar el análisis comparativo del diseño estructural del pavimento flexible entre las metodologías de la AASHTO-93 y la del instituto del Asfalto para el camino vecinal del Julcán. La investigación llevó como resultado a que el método del Instituto del Asfalto puede ser más económico inicialmente, el método AASHTO-93 ofrece más durabilidad y resistencia. Esto lo hace más adecuado para caminos con tráfico constante y moderado a largo plazo. El principal aporte para la investigación fue que nos da las metodologías que podemos implementar y la que puede ser más óptima para la zona a estudiar

## **2.2 Marco Teórico**

### **2.2.1. Las Carreteras y pavimentos**

Se denomina carretera a la vía o ruta que es construida para el uso público por el cual transitarán todo tipo de vehículos. En la actualidad existen varios tipos de carreteras, permitiendo conectar a diferentes zonas o pueblos mejorando su transitabilidad y aumentando las diversas actividades que puede realizar una persona (Montejo, 2022). Las carreteras pueden clasificarse en varias categorías según su diseño y uso, tales como autopistas, carreteras rurales, caminos vecinales y vías urbanas. Estas infraestructuras no solo facilitan el transporte de personas y bienes, sino que también juegan un papel crucial en el desarrollo económico y social de las regiones que conectan.

Los pavimentos se caracterizan por ser la capa que constituye el suelo de una construcción de una superficie que ha sido modificada, el cual puede revestirse por materiales pétreos, piedras o concreto (Vivar, 1995). Además, los pavimentos pueden estar compuestos por diversas capas, cada una con una función específica para garantizar la durabilidad y el desempeño del mismo. Estas capas suelen incluir la subbase, la base y la capa de rodadura.

### **2.2.2. Características de un pavimento**

Para que un pavimento sea óptimo y duradero, debe cumplir con los siguientes requerimientos (Pérez y Gardey, 2023):

Debe presentar una superficie uniforme que permita una fácil circulación. Esto incluye la ausencia de deformaciones, baches y grietas que puedan afectar la comodidad y seguridad de los usuarios. Una superficie lisa también contribuye a reducir el desgaste de los vehículos y a mejorar la eficiencia del combustible.

Tener una gran resistencia a las cargas que permita soportar las agresiones producidas por las cargas vehiculares y las condiciones químicas del suelo. Esto implica que el pavimento debe ser capaz de soportar tanto cargas estáticas como dinámicas, distribuyendo adecuadamente las fuerzas para evitar fallos estructurales prematuros.

Presentar una buena resistencia a las condiciones ambientales y cambios de temperatura bruscos. Los materiales del pavimento deben ser capaces de soportar ciclos de congelación y descongelación, exposición a la radiación solar, humedad, y otras condiciones climáticas adversas sin deteriorarse significativamente.

Presentar una textura y color adecuados, brindando un buen aspecto a los conductores y pobladores. Una textura superficial apropiada mejora la fricción entre los neumáticos y el pavimento, aumentando la seguridad al reducir el riesgo de deslizamiento.

Además, un color adecuado puede mejorar la visibilidad y el atractivo estético de la carretera.

Brindar una superficie impermeable para tener mayor duración de la estructura del pavimento. La impermeabilidad previene la infiltración de agua en las capas inferiores del pavimento, lo que puede causar debilitamiento de la base y la subbase, y eventualmente provocar fallos estructurales. Esto es especialmente importante en áreas con alta precipitación o donde el nivel freático es alto.

La durabilidad es un aspecto crítico. Un pavimento duradero requiere menos mantenimiento y reparaciones a lo largo de su vida útil, lo que reduce los costos y las interrupciones para los usuarios. La selección de materiales de alta calidad y el diseño adecuado son esenciales para lograr una larga vida útil del pavimento.

El pavimento debe contribuir a la seguridad vial mediante un diseño que minimice el riesgo de accidentes. Esto incluye una adecuada señalización horizontal, como líneas y marcas viales, y la inclusión de características como bandas sonoras para alertar a los conductores.

La construcción y mantenimiento del pavimento deben ser económicamente viables. Esto implica seleccionar materiales y técnicas de construcción que ofrezcan el mejor rendimiento posible al menor costo, teniendo en cuenta el ciclo de vida completo del pavimento.

La sostenibilidad es un factor cada vez más importante en el diseño de pavimentos. El uso de materiales reciclados y técnicas de construcción que minimicen el impacto ambiental contribuyen a la sostenibilidad del proyecto. Además, un pavimento bien diseñado puede mejorar la eficiencia del tráfico, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero.

El pavimento debe ser diseñado para adaptarse a posibles incrementos en el volumen de tráfico y cargas vehiculares en el futuro. Esto incluye prever la posibilidad de ampliaciones o refuerzos sin necesidad de reconstruir completamente la infraestructura.

Cumplir con estos requerimientos asegura no solo la funcionalidad y seguridad del pavimento, sino también su eficiencia económica y sostenibilidad a largo plazo. Un diseño adecuado y la selección de materiales de alta calidad son esenciales para lograr estos objetivos y proporcionar una infraestructura vial que beneficie a todos los usuarios y a la comunidad en general.

### **2.2.3. Clases de carreteras según su transitabilidad**

Las carreteras se clasifican en diferentes maneras, dependiendo del lugar o país, distinguiéndose según su finalidad y transitabilidad, tales como (Montejo, 2022):

**Carreteras de terracería:** Consisten en la construcción de una sección del proyecto que se realiza hasta el nivel de la subrasante, permitiendo la transitabilidad en épocas secas. Estas carreteras suelen ser utilizadas en áreas rurales o poco desarrolladas debido a su menor costo de construcción y mantenimiento. Sin embargo, su uso se ve limitado durante la temporada de lluvias, ya que el agua puede erosionar el suelo y dificultar el tránsito de vehículos.

**Carreteras revestidas:** Consisten en la construcción de carreteras donde se coloca una o varias capas de material granular sobre la subrasante, permitiendo la transitabilidad en todo tiempo. Estas carreteras ofrecen una superficie más estable y resistente a las inclemencias del tiempo en comparación con las de terracería. Son comunes en áreas con un tránsito moderado, donde se requiere una mayor durabilidad, pero no se justifica el costo de un pavimento completo.

**Carreteras pavimentadas:** Consisten en la construcción total del pavimento, conformado desde el nivel de subrasante hasta la capa de rodadura, permitiendo una buena transitabilidad. Estas carreteras están diseñadas para soportar altos volúmenes de tráfico y cargas pesadas, ofreciendo una superficie de rodadura lisa y segura. Se utilizan principalmente en áreas urbanas y en autopistas, donde la eficiencia y la seguridad del transporte son prioritarias. La pavimentación puede ser de diferentes materiales, como asfalto, concreto o adoquines, dependiendo de los requisitos específicos del proyecto y las condiciones locales.

#### **2.2.4. Pavimento**

Se define como pavimento a la estructura vial que tiene la finalidad de brindar la transitabilidad de vehículos de forma cómoda y segura. Este pavimento puede estar conformado por materiales de construcción en donde su estructura se conforma por diferentes capas (Montejo, 2002).

Existe una clasificación para los pavimentos que se basa en su diseño y composición, basándose en su construcción temporal o definitiva, se tiene los siguientes (Vivar, 1995):

**Rígido**, conformado por una sub base y una losa de concreto.

**Flexible**, conformado principalmente por una subbase granular, una base granular y una carpeta o capa de rodadura.

**Articulado**, conformado por una capa de rodadura, subbase granular y una capa de mejoramiento de subrasante según condiciones sean necesarias de las propiedades del suelo.

#### **2.2.4.1. Pavimento Flexible**

El pavimento flexible se define como una estructura vial compuesta por varias capas de materiales, diseñada para distribuir las cargas de tráfico de manera eficiente, proporcionando una superficie de rodadura cómoda y segura. Este tipo de pavimento es capaz de adaptarse a las deformaciones del suelo subyacente sin agrietarse, lo que lo hace adecuado para una amplia variedad de condiciones de tráfico y clima (Huang, 2004).

#### **2.2.4.2. Importancia del pavimento Flexible**

El pavimento flexible es un tipo de pavimento utilizado en carreteras y otras superficies de tráfico que está compuesto por capas de materiales flexibles. Estos materiales suelen incluir una capa base de grava o material granular, una capa de base asfáltica y una capa de rodadura de asfalto. El término "flexible" se refiere a la capacidad del pavimento para soportar cargas y deformaciones bajo el tráfico vehicular, distribuyendo las tensiones a lo largo de las capas del pavimento.

El pavimento flexible se caracteriza por su capacidad de adaptarse a pequeñas deformaciones y movimientos del suelo, lo que lo hace adecuado para terrenos con características geotécnicas variables. Además, este tipo de pavimento tiende a tener un proceso de construcción más rápido y menos costoso en comparación con el pavimento rígido, que es otro tipo de pavimento comúnmente utilizado.

#### **2.2.5. Estudios preliminares para diseño de pavimento flexible**

El diseño de pavimentos flexibles implica una serie de pasos y consideraciones clave para asegurar su desempeño a lo largo de su vida útil.

##### **2.2.5.1. Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico es una etapa crucial en el diseño de pavimentos flexibles, ya que proporciona información detallada sobre las características físicas y geométricas del terreno. Esta información es fundamental para planificar la construcción, determinar los volúmenes de corte y relleno, y diseñar sistemas de drenaje adecuados. A continuación, se describen los componentes y procesos involucrados en el levantamiento topográfico para el diseño de pavimentos flexibles.

#### **2.2.5.1.1. Objetivos del Levantamiento Topográfico**

**Obtención de Datos Geométricos:** El levantamiento topográfico proporciona datos precisos sobre la altimetría y planimetría del terreno, incluyendo la ubicación de elementos naturales y construidos (Wolf & Ghilani, 2012).

**Análisis de la Superficie del Terreno:** Permite identificar pendientes, depresiones, y otros elementos del terreno que puedan influir en el diseño y la construcción del pavimento (Kavanagh & Glenn Bird, 2014).

**Planificación de la Construcción:** Proporciona la información necesaria para planificar las actividades de construcción, incluyendo el trazado del pavimento, el cálculo de volúmenes de corte y relleno, y la ubicación de estructuras de drenaje (Kavanagh & Glenn Bird, 2014).

#### **2.2.5.1.2. Métodos de Levantamiento Topográfico**

**Levantamiento con Estación Total:** Utiliza instrumentos electrónicos para medir ángulos y distancias con alta precisión. Los datos obtenidos se utilizan para crear modelos digitales del terreno (Wolf & Ghilani, 2012).

**Levantamiento GPS:** Utiliza sistemas de posicionamiento global para obtener coordenadas precisas en el terreno. Es especialmente útil para proyectos de gran escala (Ghilani, 2017).

**Levantamiento LIDAR:** Utiliza tecnología de detección y rango de luz para obtener datos de alta resolución sobre la superficie del terreno. Es muy útil para áreas con vegetación densa o terrenos difíciles de acceder (Shan & Toth, 2018).

#### **2.2.5.1.3. Componentes del Levantamiento Topográfico**

**Red de Control:** Se establece una red de puntos de control topográfico que sirve como referencia para todas las mediciones. Estos puntos deben ser ubicados con precisión y estar bien distribuidos a lo largo del área del proyecto (Wolf & Ghilani, 2012).

**Mediciones de Detalle:** Incluyen la localización de todos los elementos relevantes del terreno, como carreteras existentes, cuerpos de agua, edificaciones, y vegetación. Se utilizan para generar planos topográficos detallados (Kavanagh & Glenn Bird, 2014).

**Modelo Digital del Terreno (MDT):** A partir de las mediciones de campo, se crea un modelo digital del terreno que representa las características geométricas del área. Este modelo es esencial para el diseño del pavimento y la planificación de la construcción (Shan & Toth, 2018).

#### **2.2.5.1.4. Aplicaciones del Levantamiento Topográfico en el Diseño de Pavimento**

**Diseño Geométrico del Pavimento:** Los datos topográficos permiten diseñar la alineación horizontal y vertical del pavimento, asegurando que se cumplan los estándares de seguridad y comodidad para los usuarios (Huang, 2004).

**Cálculo de Volúmenes de Movimiento de Tierra:** Se utilizan los datos del modelo digital del terreno para calcular los volúmenes de corte y relleno necesarios para alcanzar las cotas de diseño del pavimento (Yoder & Witczak, 1975).

**Diseño de Sistemas de Drenaje:** La información topográfica es crucial para diseñar sistemas de drenaje eficientes que prevengan la acumulación de agua y la erosión del pavimento (Roberts et al., 1996).

#### **2.2.5.2. Estudio de mecánica de suelos**

Para llevar a cabo proyectos viales, es esencial realizar estudios de suelos del terreno natural, tanto en el campo como en el laboratorio. Esto tiene como finalidad determinar las condiciones naturales del suelo, identificar los tipos de suelos y evaluar si son apropiados o no como base para la construcción del pavimento.

##### **2.2.5.2.1. Trabajo de campo**

Es necesario efectuar una inspección general del área donde se desarrollará el proyecto, con el propósito de identificar las características de la superficie del suelo y determinar la ubicación y perforación de las calicatas. Esto permitirá la extracción de muestras representativas de las distintas capas que componen el suelo, para su análisis posterior en el laboratorio.



### **2.2.5.2.2. Profundidad De Investigación Del Suelo**

La American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) sugiere que la exploración del suelo debe realizarse a una profundidad mínima de 1.50 metros. Sin embargo, el especialista puede ajustar esta profundidad según su criterio.

Para evitar aumentar los costos de estos estudios, es preferible conocer la profundidad activa. Se recomienda que la presión sea igual o menor a 0.10 kg/cm<sup>2</sup> para determinar esta profundidad, lo cual representa la profundidad de exploración del suelo. Para este propósito, se utilizará la teoría de Boussinesq. Según la AASHTO, para autopistas, carreteras y vías urbanas, la carga máxima permitida es de 9,000 kg por eje simple, es decir, 4,500 kg por rueda.

### **2.2.5.2.3. Teoría De Boussinesq**

Se fundamenta en que los esfuerzos generados por una carga única aplicada en la superficie de un medio semi-infinito, isotrópico, homogéneo y elástico de manera lineal, inducen tensiones en los puntos de cualquier vertical trazada en el medio. Esto se puede expresar con la siguiente fórmula.

$$P_v = \frac{3P}{2\pi z^2} \left( \frac{1}{1 + (r/z)^2} \right)^{5/2}$$

Donde:

P = carga concentrada actuante (carga aplicada por la rueda).

Z = Profundidad del punto donde se calculan los esfuerzos.

R = Distancia radial del punto de aplicación de la carga hasta el punto de análisis

### **2.2.5.2.4. Obtención De Muestras**

La excavación de calicatas se lleva a cabo a cielo abierto, de forma manual, utilizando herramientas básicas como pico, pala o lampa. Se pueden obtener muestras alteradas o inalteradas. Para suelos que contienen arena y poco material grueso, se puede recolectar alrededor de 5 kg para estudios de humedad natural y análisis granulométrico. Para los ensayos de compactación y CBR, se recomienda obtener aproximadamente 60 kg de material.

Las muestras de suelo extraídas deben ser empaquetadas adecuadamente en bolsas de polietileno, numeradas y registradas para su traslado al laboratorio de mecánica

de suelos, donde se realizarán los ensayos correspondientes para su clasificación e identificación.

#### **2.2.5.2.5. Ensayos De Laboratorio**

Con las muestras obtenidas en el área de estudio, se llevarán a cabo los análisis correspondientes. Para la clasificación de los suelos, se realizarán ensayos de análisis granulométrico y límites de consistencia o de Atterberg. Para determinar las propiedades del terreno en su estado natural, se efectuarán ensayos de contenido de humedad natural, densidad in situ y peso volumétrico o densidad natural.

Para asegurar una adecuada compactación durante la construcción, se realizará el ensayo de compactación máxima (en este caso, el ensayo de Proctor modificado). Además, para evaluar la resistencia del suelo, se empleará el ensayo de C.B.R. o relación de soporte California.

#### **2.2.5.2.6. Análisis Granulométrico**

El análisis granulométrico es una técnica utilizada en la ingeniería civil y geotecnia para determinar la distribución del tamaño de las partículas en un suelo. Este análisis es fundamental para clasificar el suelo y entender sus propiedades mecánicas y de comportamiento.

#### **2.2.5.2.7. Límites De Atterberg**

Después de completar el análisis granulométrico, se procederá a realizar los ensayos para determinar los límites de Atterberg utilizando el material que pasa por la malla Nº 40, es decir, el que queda retenido en las mallas Nº 60, 100, 200 y en el fondo o cazoleta.

#### **2.2.5.2.8. Límite Líquido (LL)**

Para determinar el límite líquido se utilizará el aparato de Casagrande conforme a la norma ASTM D 423. Los datos obtenidos durante este ensayo se anexarán en hojas adicionales junto con los resultados proporcionados por el laboratorio de Mecánica de Suelos.

#### **2.2.5.2.9. Límite Plástico (LP)**

Se realizará el ensayo para determinar el límite plástico. En casos donde la muestra sea mayormente arenosa o limosa, y no se puedan formar barritas (según lo especificado en el procedimiento de este ensayo), estos suelos se clasifican como "no plásticos". Solo se podrán determinar 6 valores de límite plástico.

#### **2.2.5.2.10. Índice de Plasticidad (IP)**

De acuerdo con la norma ASTM D 424, el índice de plasticidad es la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico, indicando la cantidad de humedad en la que el suelo se encuentra en una condición plástica. Se determina utilizando la siguiente fórmula:

$$IP = LL - LP$$

Cuando no es posible determinar el límite líquido o el límite plástico, o cuando el límite plástico resulta ser mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se registrará como "no plástico" (NP). En nuestro caso, la mayoría de las muestras analizadas no permitieron determinar el valor del límite plástico, por lo que su índice de plasticidad será clasificado como NP.

#### **2.2.5.2.11. Clasificación De Los Suelos**

Los métodos más utilizados para la categorización de suelos son el SUCS y el AASHTO. Este último es el preferido para proyectos como carreteras, vías férreas y otras construcciones similares. Para elaborar planos y perfiles estratigráficos, se suele emplear el sistema SUCS debido a sus representaciones gráficas de los distintos tipos de suelos.

#### **2.2.5.2.12. Perfiles Estratigráficos**

Para tener un mayor conocimiento de la configuración real del terreno se realizarán los planos de perfiles longitudinales y esquemas transversales de las calicatas, utilizando las representaciones gráficas de suelos de la clasificación del sistema SUCS.

Se elaborarán los planos de perfiles estratigráficos a escalas indicadas en los mismos. Los esquemas transversales de las calicatas se realizarán con una escala vertical de 1:10.

#### **2.2.5.2.13. Ensayos de Compactación**

- **Densidad Máxima**

Este ensayo se obtiene en el laboratorio

- **Ensayo De Resistencia C.B.R.**

Se realiza el ensayo de C.B.R. o Relación de Soporte California de 4 días de inmersión en agua (ASTM D 1883), compactando la muestra de suelo analizada aproximadamente a la densidad y al contenido de humedad especificado para este, de acuerdo a los datos obtenidos al ensayo de compactación (Proctor Modificado) previamente realizado.

### 2.2.5.3. Estudio vehicular

#### 2.2.5.3.1. Conteo vehicular

El conteo de tráfico se realiza para obtener una estadística precisa del volumen de tránsito vehicular diario en un punto específico, de acuerdo con la clasificación basada en su capacidad de carga.

**Vehículos ligeros.** Se refiere a vehículos motorizados destinados al transporte, con un máximo de 10 asientos. Este tipo incluye automóviles, jeeps, camionetas rurales y microbuses.

**Vehículos pesados.** Son vehículos utilizados para el transporte de personas y carga, que superan los 4000 kg. En esta categoría se encuentran ómnibus, camiones, semirremolques y remolques.

#### 2.2.5.3.2. Índice Medio Diario (IMD)

El índice medio diario representa la cantidad de vehículos que circulan cada día por la zona de estudio, estos datos obtenidos del índice medio diario son muy importantes para poder determinar las características de la vía que se va hacer el diseño geométrico, porque se tendrá el conocimiento de que cantidad de vehículos circulan por la zona y así poder aplicar los parámetros necesarios de la norma DG- 2018.

$$IMD_a = IMD_s \times Fc$$

$$IMD_s = \sum \frac{V_i}{7}$$

$IMD_s$  = Índice medio diario semanal de la muestra vehicular tomada

$IMD_a$  = Índice medio anual

$V_i$  = Volumen vehicular diario de cada uno de los días de conteo

$F_c$  = Factores de corrección estacional

#### **2.2.5.3.3. Factor de Corrección**

Los volúmenes de tráfico varían cada mes dependiendo de las épocas de cosecha, lluvias, estaciones del año, festividades, vacaciones, etc.; siendo necesario para obtener el Índice Medio Diario Anual (IMDA), hacer uso de un factor de corrección. Este factor es estimado de la ficha Técnica Estándar para Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión de Carreteras Interurbanas del flujo de vehículos registrados, este dato es determinado de una estación de peaje cercano al camino (este dato se extrae para vehículos ligeros y livianos).

#### **2.2.5.3.4. Periodo de diseño**

El periodo de diseño de una carretera se refiere al lapso de tiempo durante el cual se espera que la estructura del pavimento cumpla con las condiciones de servicio sin requerir intervenciones mayores. La duración de estos periodos varía según varios factores, como la categoría de la carretera, el tipo de tráfico, las condiciones climáticas, y las políticas de diseño de cada país. A continuación, se presentan algunos periodos de diseño típicos basados en la literatura especializada:

- **Carreteras de alto tráfico (autopistas y carreteras principales):**

Según el Manual de Carreteras de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú (2014), los periodos de diseño para carreteras de alto tráfico suelen ser de 20 años.

AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) sugiere un periodo de diseño de 20 a 40 años para autopistas y carreteras principales dependiendo de las condiciones específicas del proyecto (AASHTO, 1993).

- **Carreteras de tráfico medio:**

Para carreteras con tráfico medio, los periodos de diseño se establecen generalmente entre 15 y 20 años. (AASHTO, 1993).

- **Carreteras de bajo tráfico:**

Las carreteras rurales o de bajo tráfico pueden tener periodos de diseño más cortos, entre 10 y 15 años. Esto se debe a que el volumen de tránsito y la carga vehicular son menores, lo que reduce el desgaste del pavimento (Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, 2014).

### 2.2.5.3.5. Proyección de tráfico

El tráfico total es la sumatoria del tráfico normal y el tráfico generado. Estos resultados del tráfico total por periodos y por tipo de vehículo.

Para el cálculo del tráfico total se utilizará la siguiente formula:

$$T_n = T_0(1 + r)^{(n-1)}$$

$T_n$  = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día.

$T_0$  = Tránsito actual (año base) en veh/día.

n = Años del período de diseño.

r = Tasa anual de crecimiento del tránsito

**Tabla 1**

*Tasa de crecimiento anual de vehículos*

<b>Tasa de Crecimiento Anual de Vehículos Ligeros</b>		<b>Tasa de Crecimiento Anual de Vehículos Pesados</b>	
<b>Amazonas.</b>	1.12%	<b>Amazonas.</b>	2.69%
<b>Ancash.</b>	2.33%	<b>Ancash.</b>	1.49%
<b>Apurímac.</b>	1.13%	<b>Apurímac.</b>	4.50%
<b>Arequipa.</b>	2.90%	<b>Arequipa.</b>	2.97%
<b>Ayacucho.</b>	1.83%	<b>Ayacucho.</b>	2.90%
<b>Cajamarca.</b>	3.05%	<b>Cajamarca.</b>	1.45%
<b>Cusco.</b>	2.77%	<b>Cusco.</b>	3.07%
<b>Huancavelica.</b>	1.17%	<b>Huancavelica.</b>	2.00%
<b>Huánuco.</b>	1.94%	<b>Huánuco.</b>	3.03%
<b>Ica.</b>	1.10%	<b>Ica.</b>	2.62%
<b>Junín.</b>	2.04%	<b>Junín.</b>	2.84%
<b>La Libertad.</b>	2.61%	<b>La Libertad.</b>	2.21%
<b>Lambayeque.</b>	2.40%	<b>Lambayeque.</b>	2.54%
<b>Lima Provincias.</b>	2.61%	<b>Lima Provincias.</b>	2.34%
<b>Loreto.</b>	0.12%	<b>Loreto.</b>	1.48%

<b>Madre de Dios.</b>	2.22%	<b>Madre de Dios.</b>	1.38%
<b>Moquegua.</b>	1.97%	<b>Moquegua.</b>	0.58%
<b>Pasco.</b>	1.72%	<b>Pasco.</b>	0.39%
<b>Piura.</b>	2.38%	<b>Piura.</b>	2.37%
<b>Puno.</b>	2.47%	<b>Puno.</b>	2.58%
<b>San Martín.</b>	2.11%	<b>San Martín.</b>	2.88%
<b>Tacna.</b>	2.13%	<b>Tacna.</b>	2.36%
<b>Tumbes.</b>	0.81%	<b>Tumbes.</b>	2.40%
<b>Ucayali.</b>	1.73%	<b>Ucayali.</b>	2.25%

*Nota. Esta tabla brinda el crecimiento anual de vehículos ligeros y pesados, según ficha Técnica Estándar para Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión de Carreteras Interurbanas del flujo de vehículos Anexo 4 FORMATO A5.TC.*

#### **2.2.5.3.6. Cálculo de número de repeticiones de ejes equivalente**

El número de repeticiones de ejes equivalentes se determinará calculando el número acumulado de repeticiones de carga (ESAL). Se debe tener en cuenta que esta fórmula es para cada tipo de vehículo y luego se efectuara la sumatoria de los mismos, teniendo en cuenta el ESAL para diseño.

$$ESAL = 365 \times \left( \sum EE \cdot IMDa \right) \times F_d \times F_c \times F_{ca}$$

Dónde:

$F_{ca}$ : Factor de vehículos pesados

$F_d$ : Factor direccional

$F_c$ : Factor carril

$EE$ : Factores Destructivos o Ejes Equivalentes según el tipo de vehículo.

$IMD$ : Índice Medio Diario Corregido.

$$F_{ca} = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

#### **Figura 1**

*Pesos y medidas máximas permitidas*

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores			
			1ª	2ª	3ª	4ª	
C2		12,30	7	11	—	—	18
C3		13,20	7	18	—	—	25
C4		13,20	7	23 <sup>(3)</sup>	—	—	30
8x4		13,20	7+7 <sup>(2)</sup>	18	—	—	32
T281		20,50	7	11	11	—	29
T282		20,50	7	11	18	—	36
T28e2		20,50	7	11	11	11	40
T383		20,50	7	18	25	—	48 <sup>(2)</sup>

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores			
			1ª	2ª	3ª	4ª	
B3-1		14,00	7	16	—	—	23
B4-1		15,00	7+7 <sup>(2)</sup>	16	—	—	30
B4-1		18,30	7	11	7	—	25

*Nota. Esta figura brinda la información detallada de los pesos y medidas permitidas, según DECRETO SUPREMO N.º 058-2003-MTC*

Para el cálculo de los ejes EE, se utilizarán las siguientes relaciones simplificadas, que resultaron de correlacionar los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93, para las diferentes configuraciones de ejes de vehículos pesados (buses y camiones) y tipo de pavimento.

## Figura 2

*Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para pavimentos flexibles*



Tipo de Eje	Eje Equivalente ( $EE_{8.2tn}$ )
Eje Simple de ruedas simples ( $EE_{S1}$ )	$EE_{S1} = [ P / 6.6 ]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles ( $EE_{S2}$ )	$EE_{S2} = [ P / 8.2 ]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) ( $EE_{TA1}$ )	$EE_{TA1} = [ P / 14.8 ]^{4.0}$
Eje Tandem ( 2 ejes de ruedas dobles) ( $EE_{TA2}$ )	$EE_{TA2} = [ P / 15.1 ]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) ( $EE_{TR1}$ )	$EE_{TR1} = [ P / 20.7 ]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) ( $EE_{TR2}$ )	$EE_{TR2} = [ P / 21.8 ]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Nota. Esta figura brinda la información detallada para hallar lo ejes equivalentes según 3s del apéndice D de la Guía AASHTO 93.

### Figura 3

Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para pavimentos rígido

Tipo de Eje	Eje Equivalente ( $EE_{8.2tn}$ )
Eje Simple de ruedas simples ( $EE_{S1}$ )	$EE_{S1} = [ P / 6.6 ]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles ( $EE_{S2}$ )	$EE_{S2} = [ P / 8.2 ]^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) ( $EE_{TA1}$ )	$EE_{TA1} = [ P / 13.0 ]^{4.1}$
Eje Tandem ( 2 ejes de ruedas dobles) ( $EE_{TA2}$ )	$EE_{TA2} = [ P / 13.3 ]^{4.1}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) ( $EE_{TR1}$ )	$EE_{TR1} = [ P / 16.6 ]^{4.0}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) ( $EE_{TR2}$ )	$EE_{TR2} = [ P / 17.5 ]^{4.0}$
P = peso real por eje en toneladas	

Nota. Esta figura brinda la información detallada para hallar lo ejes equivalentes, según 3s del apéndice D de la Guía AASHTO 93.

### Figura 4

Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño.

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

*Nota. Esta figura brinda valores del factor direccional y de carril, según MTC – Suelos, geología, geotecnia y pavimentos: Sección Suelos y pavimentos.*

#### 2.2.5.4. Estudio hidrológico

##### 2.2.5.4.1. Factores Hidrológicos y Geológicos que inciden en el Diseño Hidráulico de las Obras de Drenaje

El presente describe los elementos que afectan la creación de diseños apropiados que aseguren el óptimo desempeño del sistema de drenaje propuesto, conforme a las demandas hidrológicas de la región en estudio. El primer aspecto a tener en cuenta es el tamaño de la cuenca como factor hidrológico, donde el flujo de agua estará determinado por las condiciones climáticas, fisiográficas, topográficas, el tipo de cobertura vegetal, el manejo del suelo y la capacidad de almacenamiento. Los factores geológicos e hidrogeológicos que impactan el diseño se refieren a la presencia de aguas subterráneas, la naturaleza y condiciones de las rocas permeables y de los suelos: su homogeneidad, estratificación, conductividad hidráulica, compresibilidad, entre otros, así como la existencia de áreas susceptibles a ser afectadas por fenómenos de geodinámica externa de origen hídrico.

##### 2.2.5.4.2. Estudios de Campo

Las investigaciones de campo deben realizarse con el objetivo de identificar, recopilar y evaluar la información relacionada con el estado actual de las estructuras de drenaje existentes y las condiciones topográficas e hidrológicas del área de ubicación. Además, el reconocimiento de campo permite detectar y evaluar las áreas críticas actuales y potenciales de origen hídrico, como deslizamientos, derrumbes, erosiones, huaycos, zonas inundables y asentamientos, que afectan negativamente la conservación y durabilidad de la infraestructura vial. Es esencial evaluar las condiciones de las estaciones pluviométricas e hidrométricas y la consistencia de los datos registrados. Por otro lado, el reconocimiento de campo facilita la localización y el estudio de todas las cuencas y/o microcuencas hidrográficas cuyos cursos naturales de drenaje principal cruzan el eje vial en análisis. Para la elaboración de un estudio o informe de hidrología, la investigación de campo a lo largo del proyecto vial es obligatoria, realizada por los especialistas responsables de los estudios hidrológicos e hidráulicos.

#### ***2.2.5.4.3. Evaluación de la Información Hidrológica***

Debido a las limitaciones en la disponibilidad de datos hidrométricos y pluviométricos en el país y al hecho de que la mayoría de las cuencas hidrográficas no están equipadas con instrumentos, se suelen emplear métodos indirectos para estimar el caudal de diseño. Según la información disponible, se seleccionará el método más adecuado para obtener estimaciones de la magnitud del caudal, el cual será corroborado con observaciones directas en el punto de interés, como medidas de marcas de agua de crecidas significativas y análisis del comportamiento de las estructuras existentes. La representatividad, calidad, extensión y consistencia de los datos son fundamentales para iniciar el estudio hidrológico. Por ello, se recomienda contar con al menos 25 años de registros históricos que permitan predecir eventos futuros de manera confiable. Esta información histórica debe incluir los años en que se han registrado eventos del fenómeno “El Niño”. Sin embargo, dado que durante estos eventos los datos no se miden con precisión y se estiman valores extraordinarios, es necesario evaluar esta información cuidadosamente para evitar sobredimensionar las estructuras. La información hidrológica y/o hidrometeorológica básica para realizar el estudio correspondiente debe ser representativa del área donde se emplaza el proyecto vial.

#### ***2.2.5.4.4. Área del Proyecto - Estudio de la Cuenca Hidrográfica***

La investigación de cuencas se enfoca en identificar sus características hídricas y geomorfológicas, así como su contribución y comportamiento hidrológico. Un mayor

entendimiento de la dinámica de las cuencas permitirá tomar decisiones más informadas sobre la implementación de obras viales. Es fundamental identificar las características físicas de las cuencas, como el área, la forma, los sistemas de drenaje, el relieve y los suelos. Estas características están influenciadas por la morfología (forma, relieve, red de drenaje, etc.), los tipos de suelo, la cobertura vegetal, la geología y las prácticas agrícolas. Estos elementos físicos proporcionan una mejor comprensión de la variación espacial de los elementos del régimen hidrológico. El estudio de cuencas hidrográficas debe realizarse utilizando planos proporcionados por el IGN a una escala de 1:100,000 y, preferentemente, a una escala de 1:25,000 para obtener los resultados deseados.

#### **2.2.5.4.5. Selección del Período de Retorno**

El período de retorno “T” se refiere al tiempo promedio, en años, durante el cual el caudal pico de una crecida específica es igualado o superado una vez cada “T” años. Suponiendo que los eventos anuales son independientes, se puede calcular la probabilidad de falla para una vida útil de n años.

Para seleccionar el período de retorno en el diseño de una obra, es fundamental considerar la relación entre la probabilidad de que un evento exceda un cierto umbral, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible, el cual está influenciado por factores económicos, sociales y técnicos.

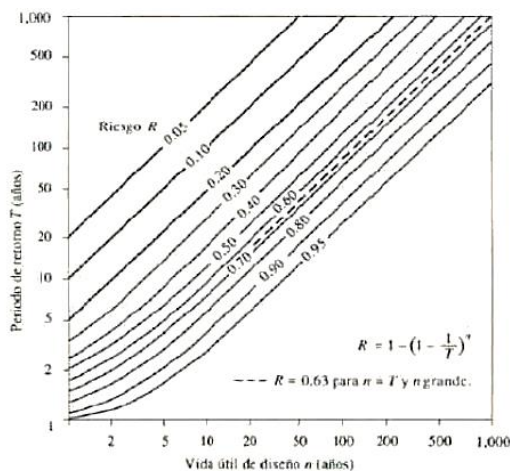
El criterio de riesgo implica establecer, desde el inicio, el nivel de riesgo que se está dispuesto a asumir en caso de que la obra falle durante su vida útil. Esto significa que no debería ocurrir un evento de magnitud superior a la considerada en el diseño en el primer año, en el segundo año, y así sucesivamente durante toda la vida útil de la obra. El riesgo de falla admisible, en función del período de retorno y la vida útil de la estructura, se determina de la siguiente manera:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Si la estructura tiene una vida útil de n años, la fórmula anterior permite determinar el período de retorno T, estableciendo el riesgo de falla admisible R, que representa la probabilidad de que ocurra el caudal pico de la crecida analizada durante la vida útil de la obra.

#### **Figura 5**

*Riesgo de por lo menos una excedencia del evento de diseño durante la vida útil*



*Nota. Esta figura presenta el valor  $T$  para varios riesgos permisibles  $R$  y para la vida útil  $n$  de la obra, según Hidrología aplicada Ven te Chow*

Las obras de drenaje a diseñarse, serán dimensionadas tomando como referencia el Manual de Carreteras Pavimentadas de Bajo Transito” del MTC, que especifica los tiempos de retorno para determinadas estructuras:

- 100 años para niveles máximos de puentes y pontones
- 50 años para alcantarillas de paso y badenes
- 25 años para alcantarillas de alivio
- 10 años para cunetas o drenaje de plataforma

#### **2.2.5.4.6. Análisis de la información meteorológica**

La precipitación se sustenta en probabilidades y estadísticas, entendiendo que lo calculado puede ser una posible ocurrencia, por eso haremos el análisis exhaustivo de la información obtenida por las entidades del agua.

Para la ejecución de los cálculos hidrológicos que permitan obtener los caudales de diseño, necesarios para dimensionar las obras de drenaje, se han utilizado los datos de la estación Julcán que tiene 60 años de período de registro.

El tipo de precipitación elegido para los cálculos definitivos, es la precipitación máxima en 24 horas, la información de este parámetro probablemente el SENAMHI ha comprobado su consistencia de donde proviene, se indicará a que distribución teórica se ajusta más, la proyección de la precipitación máxima calculada a un determinado período de retomo.

- Normal
- Log-Normal
- Gumbel

- Log Gumbel
- Pearson II
- Log Pearson

### Distribución Normal

La función de densidad de probabilidad normal se define como:

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx$$

Dónde:

X: variable de la serie

$\mu$ : promedio aritmético

$\sigma$ : desviación estándar.

La distribución normal queda definida mediante los parámetros  $\mu$  y  $\sigma$ ; el primero es una medida de la tendencia central y el segundo, de la variabilidad de la serie. Debido a que ambos parámetros toman un infinito número de valores, hay que transformar la distribución usando la variable reducida.

$$t = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Con lo cual, la función se transforma como sigue, con  $\mu = 0$  y  $\sigma$

$$F(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t e^{-t^2/2} dt$$

Los valores de t se encuentran tabulados en diferentes textos estándares de hidrología y estadística, tal como Guevara (2006), Chow (1964), Maidment et al. (1992), Benjamín y Cornell, (1970).

### Distribución Log Normal

La función de distribución de probabilidad es:

$$F(y) = \frac{1}{\sigma_y\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^y e^{-\frac{(y-\mu_y)^2}{2\sigma_y^2}} dy$$

Donde  $\mu_y$  y  $\sigma_y$  son los parámetros de la distribución.

La variable  $y=f(x)$ , tal que  $y=\log(x)$ , la función puede normalizarse, transformándose en una ley de probabilidades denominada log – normal,  $N(Y, S_y)$ . Los valores originales de la variable aleatoria  $y$ , deben ser transformados a  $y = \log x$ , de tal manera que:

$$\bar{Y} = \sum_{i=1}^n \log x_i / n$$

Donde Y es la media de los datos de la muestra transformada.

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}{n - 1}}$$

Donde  $S_y$  es la desviación estándar de los datos de la muestra transformada. Asimismo; se tiene las siguientes relaciones:

$$Cs = a/S^3 y$$

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^3$$

### Distribución Gumbel

La distribución de Valores Tipo I conocida como Distribución Gumbel o Doble Exponencial, tiene como función de distribución de probabilidades la siguiente expresión:

$$F(x) = e^{-e^{-a(x-x_0)}}$$

Para el caso de series infinitamente grandes, los parámetros  $a$  y  $X_0$  se estiman como sigue:

$$\frac{1}{a} = \frac{\sqrt{6}}{\pi} \sigma = 0.780\sigma$$

$$x_0 = \mu - \frac{\gamma}{a} = \mu - \frac{0.577}{a}$$

Dónde:

$\alpha$  = Parámetro de concentración.

$X_0$  = Parámetro de localización.

$\gamma = 0.577$  (constante de Euler)

Los parámetros  $\bar{Y}_N$  y  $\sigma_N$  dependen sólo del número de años de observación y se encuentran en tablas o gráficos en textos estándares de hidrología (Ejemplo Guevara y Cartaza, 2004; Gumbel, 1958). Utilizando la transformación  $Y = a(x - x_0)$  y reemplazando en esta expresión los valores de  $a$  y  $x_0$  dados anteriormente se obtiene:

$$X = \mu + \frac{\sigma}{\sigma_N} (Y - \bar{Y}_N)$$

### Distribución Log Gumbel

La variable aleatoria reducida log Gumbel, se define como:

$$y = \frac{\ln x - \mu}{\alpha}$$

Con lo cual, la función acumulada reducida log Gumbel es:

$$G(y) = e^{-e^{-y}}$$

### Distribución Pearson

La función de densidad es:

$$f(Q) = \frac{(Q - Q_0)^{\alpha-1} e^{-\frac{(Q-Q_0)}{\beta}}}{\beta^\alpha \tau(\alpha)}$$

Válido para:

$$Q_0 \leq Q \leq \infty$$

$$0 \leq \alpha \leq \infty$$

$$-\infty \leq Q_0 \leq \infty$$

$$0 \leq \beta \leq \infty$$

Dónde:

$Q_0$ : parámetro de posición

$\alpha$ : parámetro de forma

$\beta$ : parámetro de escala

$$\alpha = \left(\frac{2}{\gamma_Q}\right)^2$$

$$\beta = \sigma_Q \frac{1}{\sqrt{\alpha}}$$

$$Q_0 = \mu_Q - \beta_\alpha$$

### Distribución Log Pearson Tipo III

La función de densidad es:

$$f(x) = \frac{(\ln x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(\ln x - x_0)}{\beta}}}{x \beta^\gamma \tau(\gamma)}$$

Válido para:

$$X_0 \leq X < \infty$$

$$-\infty < X_0 < \infty$$

$$0 < \beta < \infty$$

$$0 < \gamma < \infty$$

Dónde:



$X_0$ : parámetro de posición

$\gamma$ : parámetro de forma

$\beta$ : parámetro de escala

#### 2.2.5.4.7. Pruebas de bondad de ajuste

Las pruebas de bondad de ajuste se utilizan en la estadística para determinar si un conjunto de datos corresponde a una distribución específica. Estas pruebas son herramientas de hipótesis que ayudan a evaluar la independencia de los datos respecto a la distribución seleccionada. Dentro de la teoría estadística, las pruebas de bondad de ajuste más destacadas son la de Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) y la de Kolmogorov-Smirnov, las cuales se describen a continuación:

- **Prueba  $X^2$**

Esta prueba, introducida por Karl Pearson en 1900, se utiliza para evaluar la bondad de ajuste de distribuciones normales y log normales. El procedimiento comienza con la división de los datos en  $k$  intervalos de clase. Posteriormente, se calcula el parámetro estadístico:

$$D = \sum_{i=1}^k (\theta_i - \varepsilon_i)^2 / \varepsilon_i$$

Donde:

$\theta_i$  = es el número observado de eventos en el intervalo  $i$  y  $\varepsilon_i$  es el número esperado de eventos en el mismo intervalo.

$\varepsilon_i$  = se calcula como:

$$\varepsilon_i = n[F(S_i) - F(l_i)] \quad i = 1, 2, \dots, k$$

De igual manera,  $F(S_i)$  representa la función de distribución de probabilidad en el límite superior del intervalo  $i$ , mientras que  $F(l_i)$  es la misma función en el límite inferior. El valor  $n$  indica el número total de eventos.

Una vez que se ha calculado el parámetro  $D$  para cada función de distribución analizada, se determina el valor de una variable aleatoria que sigue una distribución  $X^2$  con  $v = k - 1 - m$  grados de libertad y un nivel de significancia  $\alpha$ . Aquí,  $m$  representa el número de parámetros estimados a partir de los datos.

Aceptar una función de distribución, se debe dar lo siguiente:

$$D \leq X_{1-\alpha, k-1-m}^2$$

Este valor  $X_{1-\alpha, k-1-m}^2$  es obtenido de tablas de la función de distribución  $X^2$ .

Cabe resaltar que esta prueba  $X^2$ , desde otra perspectiva matemática solo se usa para comprobar que sean datos normales para las funciones normal y log normal.

- **Prueba Kolmogorov – Smirnov**

Este método permite verificar la adecuación de las distribuciones y seleccionar la más representativa, es decir, la que mejor se ajusta. La prueba se basa en comparar el valor absoluto máximo de la diferencia  $D$  entre la función de distribución de probabilidad observada  $F_o(x_m)$  y la función estimada  $F(x_m)$ :

$$D = \max / F_o(x_m) - F(x_m)$$

Utilizando un valor crítico  $d$ , que depende tanto del número de datos como del nivel de significancia, se acepta la hipótesis nula si  $D < d$ . Esta prueba ofrece una ventaja en comparación con la prueba  $X^2$ , ya que permite comparar los datos con el modelo estadístico sin necesidad de agruparlos. La función de distribución de probabilidad observada se calcula de la siguiente forma:

$$F_o(x_m) = 1 - m / (n + 1)$$

Donde  $m$  es el número de orden de dato  $x_m$  en una lista de mayor a menor y  $n$  es el número total de datos.

### **2.2.6. Drenaje Pluvial**

Los drenajes pluviales son sistemas diseñados para recolectar y gestionar el agua de lluvia que cae en superficies urbanas y rurales. Estos sistemas están destinados a prevenir inundaciones, erosionar el suelo y proteger la infraestructura, como edificios y carreteras, de los efectos nocivos del exceso de agua.

Los drenajes pluviales pueden incluir una variedad de elementos, como canaletas, sumideros, alcantarillas, cunetas y sistemas de drenaje subterráneo. Estos elementos recogen el agua de lluvia y la dirigen hacia lugares seguros, como redes de alcantarillado pluvial, ríos, lagos o estanques de retención.

### **2.2.7. Señalización Vial**

Las señalizaciones viales son dispositivos y marcas visuales que se utilizan en las carreteras y calles para comunicar información importante a los conductores, peatones y otros usuarios de la vía. Estas señales están diseñadas para guiar el tráfico de manera segura, regular la velocidad, indicar direcciones, advertir sobre peligros y proporcionar otra información relevante para la navegación en el entorno vial.

Las señalizaciones viales pueden incluir una amplia gama de elementos, como señales de tráfico verticales (por ejemplo, señales de velocidad máxima, de stop, de ceda el paso), marcas en el pavimento (como líneas de división de carriles, cruces peatonales, símbolos direccionales), señales luminosas (semáforos), señales informativas (indicando distancias, lugares de interés, etc.), y señales de advertencia (como curvas peligrosas, animales en la vía, obras en construcción)

### 2.3 Marco Conceptual

**Carreteras:** se define como una vía de transporte terrestre que permite interconectar pueblos permitiendo realizar intercambios sociales, económicos y culturales, (Cárdenas, 2013).

**Caudal:** se define como la cantidad de volumen de un fluido que transcurre en un periodo de tiempo determinado en un área específica, (Cárdenas, 2013).

**Diseño geométrico:** representa las formas en las que puede diseñarse una vía terrestre en un determinado territorio, según su topografía, condiciones hidrológicas y tipo de suelo, (MTC, 2013).

**Ensayo CBR:** se define como la capacidad de soporte de un determinado suelo, el cual se le lleva a estados de compactación, penetración y saturación para determinar esta capacidad, (MTC, 2013).

**Estudio hidrológico y drenaje:** se define como el estudio y análisis de las precipitaciones que se realizan en una determinada zona, en donde los estudios meteorológicos permiten establecer un periodo de diseño para las estructuras que puedan soportar un periodo a futuro, (Puelles, 2015).

**Estudio de mecánica de suelos:** se define como los resultados de un determinado suelo el cual ha sido analizado para determinar sus propiedades físicas y mecánicas, (MTC, 2013).

**Estudio de topografía:** se define como los trabajos de campo que permiten graficar la superficie del terreno, así como su forma y relieve, permitiendo tener una información concisa que permita realizar trabajos de ingeniería, (Franquet y Querol, 2010).

**Obras de Arte:** se define como las obras estructurales que permiten realizar una evacuación de aguas superficiales, subterráneas o proveniente de lluvias, (Marca, 2019).

**Periodo de diseño:** se define como el tiempo que se requiere para realizar un diseño de pavimento según un volumen de tráfico medido y evaluado para un tiempo determinado, (Barrionuevo, 2017).

## **2.4 Variables e indicadores (cuadro de Operacionalización de variables)**

### **Tabla 2**

*Operacionalización de las variables*

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
<b>Diseño de pavimento</b>	Se basa en la metodología de diseño que establece el MTC 2013 y la AASHTO 93 para diseñar un pavimento más favorable junto a las obras de arte o drenaje que permitan su viabilidad y funcionalidad de la carretera, (Coronel,2023).	Se realizará los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos, estudio vehicular, estudio hidrológico y levantamiento topográfico para realizar los diseños correspondientes de pavimento y obras de arte para el tramo DV. LI-120 de los centros poblados de Chuán y Oromalqui.	Levantamiento Topográfico	Puntos de control, líneas de nivelación, coordenadas, distancias, ángulos horizontales y verticales, perfiles longitudinales y transversales, curvas de nivel.
			Estudio de Mecánica de suelos	Ensayos de granulometría, humedad, límites de consistencia, Proctor modificado.
			Estudio de vehicular	Volumen de tráfico, IMDA, clasificación vehicular, capacidad vehicular, capacidad vial, velocidad promedio, tasa de flujo.
			Diseño de pavimento	CBR, tráfico esperado, vida útil, espesores de las capas del pavimento, materiales utilizados, condiciones climáticas, AASHTO 93.
			Diseño de obras de arte	Estudio hidrológico, estudio de implementación de drenaje pluvial y señalización vial, APUS, metrados, gastos generales y administrativos, contingencias, costos de diseño y planificación.
			Presupuesto	

*Nota. Esta tabla brinda la información detallada de las dimensiones que abarcarán los indicadores de la investigación, elaborado por Cedeño y Ñique, 2023.*

### III. Metodología Empleada

#### 3.1 Tipo y Nivel de Investigación

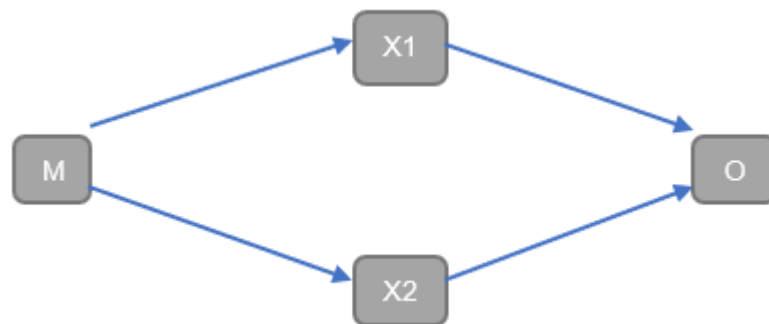
##### 3.1.1. Tipo de investigación

La investigación de tipo descriptivo se caracteriza por encargarse de puntualizar las características poblacionales del objeto de estudio, centrándose en describir la naturaleza de un segmento demográfico, sin tener en cuenta las razones por la que se produce dicho fenómeno, (Muguira, 2022).

Por la definición mencionada, esta investigación es considerada de tipo descriptivo debido a que se busca brindar una descripción de las metodologías y parámetros que permiten realizar un diseño de pavimento, según el análisis de datos, siendo una investigación no experimental al no afectar las variables de forma directa.

#### Figura 6

*Variables de investigación*



*Nota. Esta figura brinda las variables de nuestra investigación, elaborado por Cedeño y Ñique, 2023.*

Donde:

M: conformado por los 7.554 Km de tramo de carretera DV. LI-120

X1: Pavimento tradicional más favorable

#### 3.2 Población y Muestra de Estudio

##### 3.2.1. Población

La población, para esta investigación, está representada por el tramo DV. LI-120 de los centros poblados de Chuán y Oromalqui que conforma la carretera, perteneciente al distrito de Julcán, provincia de Julcán, departamento de La Libertad.

### **3.2.2. Muestra**

La muestra comprende los 7.554 Km de carretera del tramo DV. LI-120 de los centros poblados de Chuán y Oromalqui del distrito de Julcán, provincia de Julcán, departamento de La Libertad.

### **3.3 Diseño de Investigación**

La investigación descriptiva – no experimental se centra en proporcionar una descripción detallada y objetiva de un fenómeno o situación específica, sin intentar explicar las causas o relaciones causales entre las variables estudiadas (Ortega, 2022).

### **3.4 Técnicas e Instrumentos de Investigación**

#### **3.4.1. Técnicas**

**Observación:** técnica de suma importancia que permite visualizar la muestra a estudiar y las condiciones y características que componen el suelo de la muestra de estudio.

**Análisis documental:** técnica que permite identificar las metodologías y parámetros necesarios a utilizar para lograr los objetivos establecidos en la investigación.

#### **3.4.2. Instrumentos**

**Ficha de registro de datos:** este instrumento permitirá contabilizar los datos obtenidos del estudio vehicular y de mecánica de suelos para realizar los objetivos de la investigación.

**Guía de observación:** este instrumento brindará la información de la situación en la que se encuentra la carretera del tramo vecinal y los parámetros a seguir según dicta la metodología de la AASHTO 93.

### 3.5 Procesamiento y Análisis de Datos

Esta investigación tendrá un análisis cuantitativo, donde se realizará delimitando el área de estudio mediante el software AutoCAD. Asimismo, realizar los estudios y ensayos necesarios para el desarrollo de los objetivos planteados con anterioridad, tales como el levantamiento topográfico y las calicatas para el ensayo de Suelos.

Para el estudio de mecánica de suelos después de hacer las calicatas se realizará ensayos granulométricos, de humedad, límites de consistencia, de Proctor modificado.

En el caso del tráfico vehicular se realizará yendo a campo por 7 días desde las 6am hasta las 6pm por 7 días, donde se hará el conteo vehicular y determinará los tipos de vehículos que transitan por esa carretera.

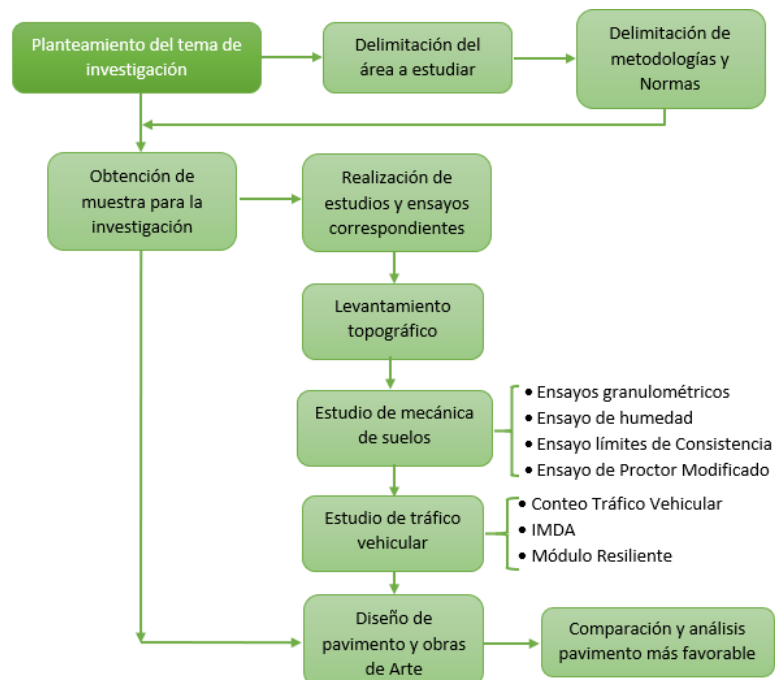
Asimismo, se calculará el IMDA, módulo resiliente, entre otros. Por otro lado, para el diseño de pavimento flexible se empleará el Manual del MTC y AASHTO 93 y a fin de facilitar el desarrollo usaremos el software AASHTO 93 para una mejor precisión y eficiencia.

En el caso del presupuesto emplearemos el software S10 Costos y Presupuestos, donde se realizará el Metrado, presupuesto general y los análisis de precios unitarios respectivos.

Por último, en la señalización vial se empleará el AutoCAD y Civil para la colocación de las señalizaciones según lo que indica el MTC y normativas correspondientes.

#### Figura 7

##### *Procesamiento y análisis de datos*





*Nota. Esta figura detalla la obtención de datos de la muestra de estudio, elaborado por Cedeño y Ñique, 2023.*

## IV. Presentación de Resultados

### 4.1 Análisis e Interpretación de Resultados

#### 4.1.1. Características del área de estudio

El presente estudio se está llevado a cabo en la siguiente zona.

**Región:** La Libertad

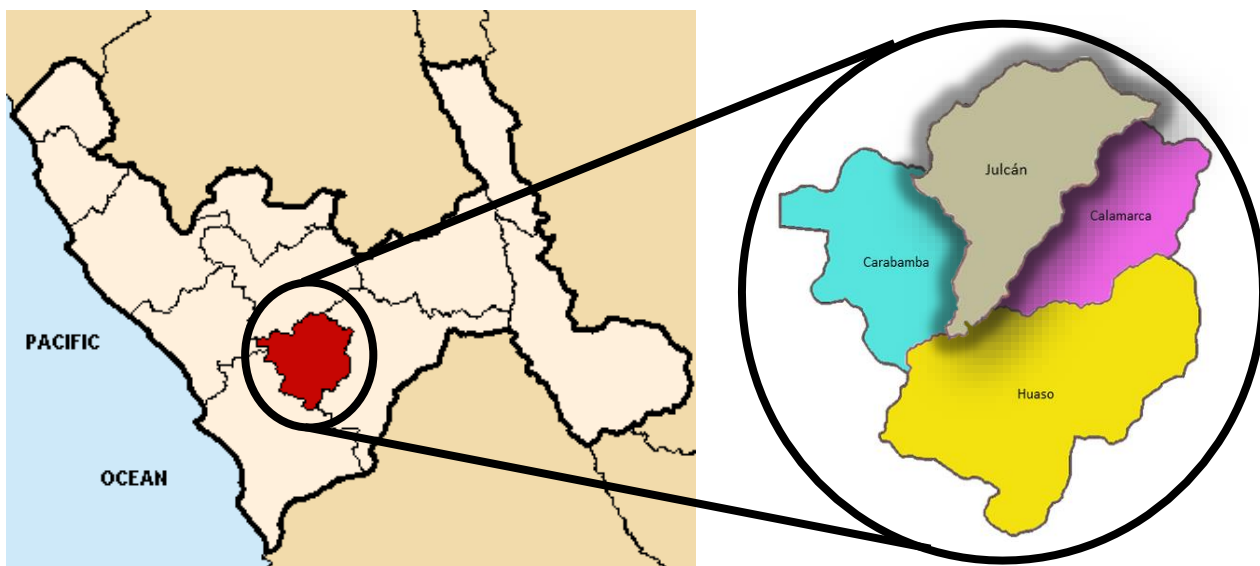
**Provincia:** Julcán

**Distrito:** Julcán

**Kilómetros:** 0+000.00 y 7+554.00 (Desvío vecinal LI-120 de Chuán – Oromalqui)

#### Figura 8

*Ruta de tramo DV. LI-120 de Chuán – Oromalqui*



*Nota. Esta figura detalla la ruta de zona de estudio y perfil de elevación en Google Earth, elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

El sitio de estudio se encuentra específicamente en el tramo DV. LI-120 de Chuán - Oromalqui, que tiene una longitud de aproximadamente 7.554 km. A continuación, se presenta un detalle más exacto de toda la ruta:

#### Figura 9

*Ruta de tramo DV. LI-120 de Chuán – Oromalqui*



*Nota. Esta figura detalla la ruta de zona de estudio y perfil de elevación en Google Earth, elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

#### **4.1.2. Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico se realizó con estación total desde el centro poblado de Chuán hasta la zona de Oromalqui, este tramo se levantó por 7.554Km. Se hizo el presente a cada 5m de la ruta

##### **4.1.2.1. Planificación de levantamiento**

El levantamiento topográfico con estación total se llevó a cabo con el máximo número de puntos posible, asegurando que esto no representara un riesgo para los prismeros y el operador de la estación total.

Primero se realizó la identificación de la zona de estudio mediante recorrido en tramo de evaluación, luego se establecieron dos puntos de referencia (BM's) en cada sector mediante monumentación. Estos puntos servirán como control para el poder hacer la visualización de todos los puntos necesarios, mediante las radiaciones de la estación total.

Las estaciones se marcaron colocando una breve descripción para poder ser ubicada. El levantamiento topográfico se realizó el 3 de junio del 2024.

#### 4.1.2.2. Método de trabajo

Para el estudio topográfico en la zona de análisis, se contó con el apoyo de un equipo de trabajo dirigido por los tesistas y el topógrafo. Las actividades en campo se llevaron a cabo con el objetivo de recopilar los datos necesarios sobre la carretera, para luego realizar el diseño de la vía en gabinete.

Personal:

- 02 tesistas
- 01 topógrafo
- 01 ayudante de topografía

Equipos:

- 01 estación total
- 01 trípode para estación
- 01 wincha de 100m.
- 01 GPS
- 03 bastón de prismas topográficos.

Para BM's:

- Tubo PVC de 4" x 30cm
- Cemento
- Hormigón
- Agua
- Clavo de calamina
- Badilejo

#### 4.1.2.3. Puntos de Georeferenciación

El estudio de levantamiento topográfico cuenta con las siguientes características:

**Punto de inicio:**

Centro poblado de Chuán - Distrito de Julcán

Coordenadas UTM: 777236.182E - 9103421.051S - Elevación 3335.656

**Punto final:**

Centro poblado de Oromalqui - Distrito de Julcán

Coordenadas UTM: 776543.752E - 9109529.29N - Elevación 3449.541

#### 4.1.2.4. Puntos de estación

Se precedió a realizar el levantamiento en la zona, que se comenzó en el (Km 00 +000), partiendo del centro poblado Chuán. El procedimiento del levantamiento topográfico se realizó mediante el método de una poligonal abierta, en donde se obtuvo los siguientes datos de cada estación que se realizaron durante el levantamiento topográfico que se muestran en el siguiente cuadro.

**Tabla 3**

*Puntos de estación*

PUNTO	ESTE	SUR	COTA	DESCRIPCIÓN
1	777236.182	9103421.05	3335.656	TN
2	777234.428	9103425.76	3336.137	TN
3	777232.919	9103430.59	3336.677	TN
4	777231.529	9103435.36	3337.208	TN
5	777229.948	9103440.03	3337.636	TN
6	777228.385	9103444.87	3337.931	TN
7	777226.97	9103449.61	3337.819	TN
8	777226.964	9103454.66	3338.181	TN
9	777227.058	9103459.66	3338.573	TN
10	777228.033	9103464.57	3339.293	TN
20	777236.363	9103513.67	3343.802	TN
30	777231.59	9103562.99	3345.329	TN
40	777235.354	9103610.62	3349.131	TN
50	777220.657	9103658.47	3347.531	TN
60	777232.3	9103704.53	3344.274	TN
70	777248.637	9103752.62	3344.247	TN
80	777273.972	9103795.02	3337.355	TN
90	777320.909	9103812.97	3339.49	TN
100	777366.19	9103833.75	3340.889	TN
110	777389.392	9103874.66	3344.684	TN
120	777348.93	9103901.5	3340.695	TN

<b>130</b>	777304.747	9103924.6	3337.042	TN
<b>140</b>	777259.929	9103945.38	3333.635	TN
<b>150</b>	777221.662	9103976.34	3335.907	TN
<b>160</b>	777202.978	9104022.94	3340.37	TN
<b>170</b>	777178.917	9104066.87	3338.51	TN
<b>180</b>	777171.97	9104113.48	3337.969	TN
<b>190</b>	777196.129	9104155.26	3340.568	TN
<b>200</b>	777236.968	9104182.86	3350.62	TN
<b>210</b>	777264.278	9104225.44	3354.269	TN
<b>220</b>	777288.232	9104268.92	3361.447	TN
<b>230</b>	777266.862	9104307.63	3359.048	TN
<b>240</b>	777249.844	9104354.43	3366.306	TN
<b>250</b>	777265.978	9104401.19	3376.183	TN
<b>300</b>	777242.039	9104618.11	3393.182	TN
<b>350</b>	777398.59	9104810.26	3414.756	TN
<b>400</b>	777577.826	9104982.17	3427.737	TN
<b>500</b>	777802.313	9105382.14	3467.645	TN
<b>600</b>	777599.288	9105668.03	3492.503	TN
<b>700</b>	777498.696	9106129.78	3536.095	TN
<b>800</b>	777164.852	9106461.38	3543.341	TN
<b>900</b>	776896.758	9106876.13	3554.394	TN
<b>1000</b>	776735.527	9107317.61	3557.195	TN
<b>1500</b>	776562.828	9109476.65	3452.292	TN
<b>1512</b>	776543.752	9109529.29	3449.541	TN

*Nota. Esta tabla brinda la información resumida de los 1512 puntos topográficos extraídos de la zona de estudio, elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

#### **4.1.2.5. Toma de Detalles y Rellenos Topográficos**

Se logró hacer un levantamiento topográfico de los puntos a cada 5m, a lo largo de los 7.554Km en lo que consiste la zona de estudio. En el relleno topográfico para su complemento de la vía se realizó el diseño geométrico,

#### **4.1.3. Estudio de mecánica de suelos**

##### **4.1.3.1. Estudio de suelos**

La realización del estudio de Mecánica de Suelos del presente proyecto, servirá para determinar las propiedades físicas de la composición del suelo, donde se realizará el mejoramiento de la carretera, teniendo en cuenta los parámetros básicos establecidos en el Manual de Carreteras, DG.2018.

##### **4.1.3.2. Características Locales**

El Distrito de Julcán se ubica en la Región Sierra, donde el inicio de la trocha en estudio (Chuán - Oromalqui) se encuentra a una altura de 3404m.s.n.m. Presenta un clima frío y en las zonas más altas hay presencia de heladas.

##### **4.1.3.3. Descripción de los Trabajos**

Se lograron realizar las investigaciones con la ejecución de calicatas de dimensiones: 1m x 1m y de 1.50m de profundidad, a una distancia de 1 kilómetro uno del otro. En la cantidad establecida en el Manual de Ensayo de materiales del MTC.

##### **4.1.3.4. Ubicación de Calicatas**

Las Calicatas se distribuyeron en las siguientes ubicaciones:

**Tabla 4**

*Ubicación de calicatas*

KILOMETRAJE	CALICATA	PROF.	COORDENADAS	
			ESTE	SUR
Km 0+000	C - 1	1.50	777236.182m E	9103421.051m S
Km 1+000	C - 2	1.50	777236.968m E	9104182.864m S
Km 2+000	C - 3	1.50	777577.826m E	9104982.172m S

<b>Km 3+000</b>	C - 4	1.50	777599.288m E	<b>9105668.033m S</b>
<b>Km 4+000</b>	C - 5	1.50	777164.852m E	<b>9106461.380m S</b>
<b>Km 5+000</b>	C - 6	1.50	776735.527m E	<b>9107317.605m S</b>
<b>Km 6+000</b>	C - 7	1.50	776463.002m E	<b>9108240.515m S</b>
<b>Km 7+000</b>	C - 8	1.50	776642.825m E	<b>9109131.927m S</b>
<b>Km 7+554</b>	<b>C - 9</b>	<b>1.50</b>	<b>776543.752m E</b>	<b>9109529.290m S</b>

*Nota. Esta tabla brinda la información detallada de las 9 calicatas realizadas a lo largo de la zona de estudio, elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

#### 4.1.3.5. Tipos de Ensayos Ejecutados

Análisis Granulométrico por Tamizado MTC E-107 ASTM D-422

Humedad Natural MTC E-108 ASTM D-2216

Límites de Atterberg

- Límite Líquido MTC E-110 ASTM D-4318
- Límite Plástico MTC E-111 ASTM D-4318
- Índice de Plasticidad MTC E-111

Clasificación de Suelos. Método SUCS ASTM D-2487

Clasificación de Suelos. Método AASHTO M-145

Proctor Modificado MTC E-115 ASTM D-1557

California Bearing Ratio MTC E-132 ASTM D-1883

#### 4.1.3.6. Descripción de las Calicatas

##### 4.1.3.6.1. CALICATA N<sup>o</sup> 01

Ubicada en la progresiva 0+000.00 Km, presenta un estrato, que se describe a continuación:

**E -01/0.00-0.15m:** Material superficial contaminado en estado suelto.

**E -02/0.15-1.50m:** Arcilla de baja plasticidad de color marrón, en estado semi compacto, con una humedad de 7.15%. Clasificado en el sistema "SUCS" como un suelo "CL" y en el sistema "AASHTO" como un suelo "A-6 (12)".

##### 4.1.3.6.2. CALICATA N<sup>o</sup> 02

Ubicada en la progresiva 1+000.00 Km, presenta un estrato, que se describe a continuación:

**E -01/0.00-0.35m:** Material superficial contaminado en estado suelto.

**E-02/0.35-1.50m:** Arcilla de baja plasticidad de color marrón, en estado semi compacto, con una humedad de 7.94%. Clasificado en el sistema "SUCS" como un suelo "CL" y en el sistema "AASHTO" como un suelo "A-6 (12)".

#### **4.1.3.6.3. CALICATA Nª 03**

Ubicada en la progresiva 2+000.00 Km, presenta un estrato, que se describe a continuación:

**E -01/0.00-0.10m:** Material superficial contaminado en estado suelto.

**E-02/0.10-1.50m:** Arcilla de baja plasticidad de color marrón, en estado semi compacto, con una humedad de 6.95%. Clasificado en el sistema "SUCS" como un suelo "CL" y en el sistema "AASHTO" como un suelo "A-6 (12)".

#### **4.1.3.6.4. CALICATA Nª 04**

Ubicada en la progresiva 3+000.00 Km, presenta un estrato, que se describe a continuación:

**E -01/0.00-0.15m:** Material superficial contaminado en estado suelto.

**E-02/0.15-1.50m:** Arcilla de baja plasticidad de color marrón, en estado semi compacto, con una humedad de 7.68%. Clasificado en el sistema "SUCS" como un suelo "CL" y en el sistema "AASHTO" como un suelo "A-6 (12)".

#### **4.1.3.6.5. CALICATA Nª 05**

Ubicada en la progresiva 4+000.00 Km, presenta un estrato, que se describe a continuación:

**E -01/0.00-0.20m:** Material superficial contaminado en estado suelto.

**E-02/0.20-1.50m:** Arcilla de baja plasticidad de color marrón, en estado semi compacto, con una humedad de 6.52%. Clasificado en el sistema "SUCS" como un suelo "CL" y en el sistema "AASHTO" como un suelo "A-6 (12)".

#### **4.1.3.6.6. CALICATA Nª 06**



Ubicada en la progresiva 5+000.00 Km, presenta un estrato, que se describe a continuación:

**E -01/0.00-0.35m:** Material superficial contaminado en estado suelto.

**E-02/0.35-1.50m:** Grava Arcillosa de color marrón, en estado semi compacto, con una humedad de 6.83%. Clasificado en el sistema "SUCS" como un suelo "GC" y en el sistema "AASHTO" como un suelo "A-2-6 (0)".

#### **4.1.3.6.7. CALICATA Nª 07**

Ubicada en la progresiva 6+000.00 Km, presenta un estrato, que se describe a continuación:

**E -01/0.00-0.20m:** Material superficial contaminado en estado suelto.

**E-02/0.20-1.50m:** Grava Arcillosa de color marrón, en estado semi compacto, con una humedad de 7.54%. Clasificado en el sistema "SUCS" como un suelo "GC" y en el sistema "AASHTO" como un suelo "A-2-6 (0)".

#### **4.1.3.6.8. CALICATA Nª 08**

Ubicada en la progresiva 7+000.00 Km, presenta un estrato, que se describe a continuación:

**E -01/0.00-0.25m:** Material superficial contaminado en estado suelto.

**E-02/0.25-1.50m:** Grava Arcillosa de color marrón, en estado semi compacto, con una humedad de 6.34%. Clasificado en el sistema "SUCS" como un suelo "GC" y en el sistema "AASHTO" como un suelo "A-2-6 (0)".

#### **4.1.3.6.9. CALICATA Nª 09**

Ubicada en la progresiva 7+554.00 Km, presenta un estrato, que se describe a continuación:

**E -01/0.00-0.25m:** Material superficial contaminado en estado suelto.

**E-02/0.25-1.50m:** Grava Arcillosa de color marrón, en estado semi compacto, con una humedad de 7.19%. Clasificado en el sistema "SUCS" como un suelo "GC" y en el sistema "AASHTO" como un suelo "A-2-6 (0)".

#### **4.1.3.7. Resumen de Calicatas**

Se realizó el resumen de las 09 calicatas ejecutadas para el proyecto, con el fin de mostrar sus características más resaltantes, las cuales se detallarán en el siguiente cuadro.

**Tabla 5***Resumen de Calicatas*

CALICATA		UBICACIÓN	PROF. ESTRATO	PROPIEDADES FISICAS			CLASIFICACIÓN		PROPIEDADES MECANICAS			
N.º	ESTRATO			LL	LP	IP	SUCS	AASHTO	MDS (G/CM3)	OCH %	CBR 100%	CBR 95%
<b>C - 1</b>	E - 1	KM 00+000	1.50 m	39.90	20.36	19.50	CL	A-6 (12)	1.84	6.75	14.54	<b>12.72</b>
<b>C - 2</b>	E - 1	KM 01+000	1.50 m	38.98	20.95	18.00	CL	A-6 (12)	1.83	6.70	13.02	<b>11.51</b>
<b>C - 3</b>	E - 1	KM 02+000	1.50 m	38.68	19.56	19.11	CL	A-6 (12)	1.85	6.40	12.90	<b>10.90</b>
<b>C - 4</b>	E - 1	KM 03+000	1.50 m	38.98	21.64	17.30	CL	A-6 (12)	1.81	6.60	14.09	<b>12.42</b>
<b>C - 5</b>	E - 1	KM 04+000	1.50 m	38.57	20.62	17.90	CL	A-6 (12)	1.83	6.00	14.54	<b>12.72</b>
<b>C - 6</b>	E - 1	KM 05+000	1.50 m	30.72	20.66	10.06	GC	A-2-6 (0)	2.07	7.10	31.56	<b>24.87</b>
<b>C - 7</b>	E - 1	KM 06+000	1.50 m	30.99	19.14	11.85	GC	A-2-6 (0)	2.06	6.80	36.12	<b>30.34</b>
<b>C - 8</b>	E - 1	KM 07+000	1.50 m	30.92	20.70	10.22	GC	A-2-6 (0)	2.07	6.90	37.33	<b>30.95</b>
<b>C - 9</b>	<b>E - 1</b>	<b>KM 07+554</b>	<b>1.50 m</b>	<b>30.78</b>	<b>20.15</b>	<b>10.63</b>	<b>GC</b>	<b>A-2-6 (0)</b>	<b>2.05</b>	<b>6.40</b>	<b>35.21</b>	<b>30.04</b>

*Nota. Esta tabla brinda un resumen de los resultados del estudio de mecánica de suelos de las 9 calicatas realizadas a lo largo de la zona de estudio, elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

#### 4.1.3.8. Resultado de mecánica de suelos

Para el tramo de la carretera desde Julcán hasta Oromalqui, el tramo 0+000 hasta 4+000 cuenta con un CBR al 95% de 24.87%, el tramo 4+000 hasta 7+554 cuenta con un CBR al 95% de 10.90%.

#### 4.1.4. Estudio vehicular

El área de estudio se encuentra entre el caserío Chuán - Oromalqui que tiene como longitud de 7+554km partiendo del caserío de Chuán y terminando en Oromalqui.

Las tasas de crecimiento de los vehículos que lo define en el Ministerio de Transporte y Comunicaciones esta entre el rango de 2 y 6%. En el crecimiento de tránsito se diseñó para un periodo de vida útil de 20 años.

##### 4.1.4.1. Conteo y Clasificación Vehicular

Una vez realizado el recorrido de la zona de estudio se logró observar que lo vehículos que más circulan por estas zonas que se encuentra la zona de estudio son camionetas y camiones de dos ejes.

**Tabla 6**

*Estación de estudio*

ESTACIÓN	UBICACIÓN	TRAMO	DÍAS DE CONTEO	FECHA DE ESTUDIO	DÍAS
E1	Julcán	Chuán-Oromalqui	7	03/06/2024 - 09/06/2024	Lunes - Domingo

*Nota. Esta tabla brinda detallado de la estación donde se hizo el estudio de tráfico, elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

##### 4.1.4.2. Metodología

Para poder hacer el conteo vehicular que circulan por la zona se estudió se ubicó la estación en la zona que involucra el área de estudio, con el propósito de poder conocer el volumen de tráfico. Luego se realizó el conteo por 7 días de una semana completa, en los horarios de 7:00 am y 10:00 pm.

#### 4.1.4.3. Factor de Corrección

Este factor fue estimado de la ficha Técnica Estándar para Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión de Carreteras Interurbanas del flujo de vehículos registrados en la estación de Peaje de Menocucho de la empresa Convia Sierra Norte, distrito del mismo nombre. Se toma como referencia esta estación de peaje, porque corresponde a una ruta de penetración similar a la carretera en estudio.

**Tabla 7**

*Factor de corrección estacional*

MES	VEHÍCULOS LIVIANOS (fe)	VEHÍCULOS PESADOS (fe)
Junio	1.07128496471071	0.962220320650217




*Nota. Esta tabla detalla los factores de corrección de vehículos livianos y pesados por unidad de peaje, extraído del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2023*





#### 4.1.4.4. Resultados del Conteo Vehicular

Se realizó el conteo vehicular obteniendo los datos en campo, para luego en gabinete realizar el cálculo correspondiente para determinar el IMD. El conteo vehicular se realizó de la Provincia de Julcán hasta el Distrito de Julcán durante un periodo de 7 días, de lunes 03 a domingo 09, de forma minuciosa desde las 7am hasta las 10pm.

**Tabla 8**

*Conteo Vehicular; IMD (semanal y anual)*

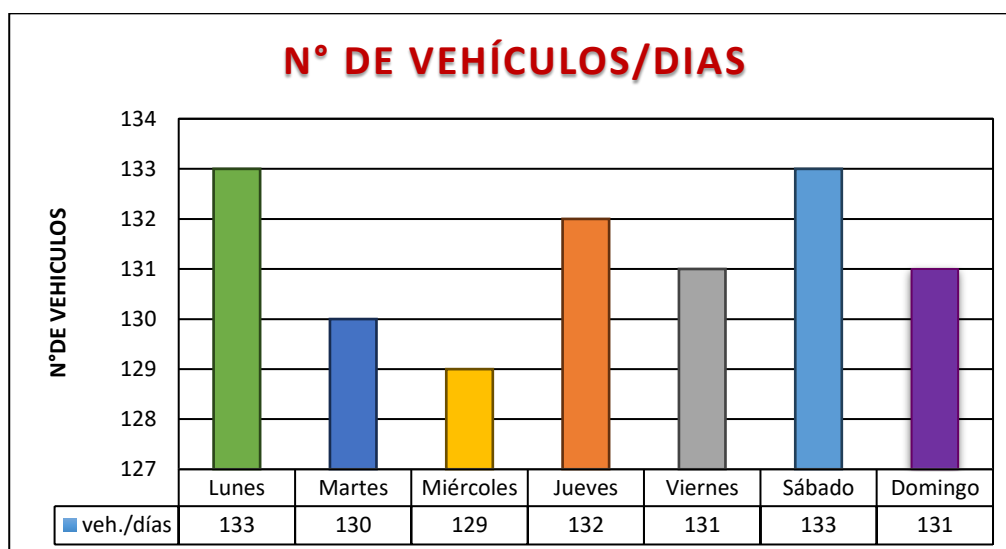
TIPO DE VEHÍCULO	TRÁFICO VEHÍCULAR EN DOS SENTIDOS POR DÍA (ENTRADA + SALIDA)							TOTAL, EN SEMANA	IMD <sub>s</sub>	FC	IMD <sub>A</sub>
	L	M	M	J	V	S	D				
Automóvil 	30	28	29	25	24	26	28	190	27	1.07	29
Camioneta 	33	36	32	34	33	32	36	236	34	1.07	36
S.W. + Combi Urbana 	48	46	46	48	49	50	39	326	47	1.07	50

<b>Bus 2E</b> 	5	4	6	8	7	6	5	41	6	1.07	6
<b>Bus 3E</b> 	3	4	3	3	3	5	4	23	3	1.07	4
<b>Camión 2E</b> 	14	10	11	13	15	12	18	93	13	0.96	13
<b>Camión 3E</b> 	0	2	2	1	0	2	1	8	1	0.96	1
<b>TOTAL</b>	<b>133</b>	<b>130</b>	<b>129</b>	<b>132</b>	<b>131</b>	<b>133</b>	<b>131</b>	<b>917</b>	<b>131</b>	<b>-</b>	<b>139</b>

Nota. Esta tabla brinda detalle del coteo vehicular y el valor del IMDA, elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.

**Figura 10**

Cuadro estadístico de tráfico semanas



Nota. Esta figura detalla el conteo durante un periodo de 7 días desde el lunes 03 hasta el domingo 09, elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.

**Tabla 9**

Resumen IMD semanal y anual

<b>IMDs</b>	<b>Ligeros</b>	117	131
	<b>Pesados</b>	14	
<b>IMDa</b>	<b>Ligeros</b>	125	139

<b>Pesados</b>	<b>14</b>
----------------	-----------

*Nota. Esta tabla brinda resultados del IMDA semanal y anual, elaborado por Cedeño y Ñique, 2024*








#### 4.1.4.5. Proyección de Trafico

##### 4.1.4.5.1. Trafico actual.

Datos obtenidos mediante el volumen de tráfico desde el 03 al 09 de junio del 2024, considerado el inicio del período de análisis. Sobre este se aplicará la tasa de crecimiento.

**Tabla 10**

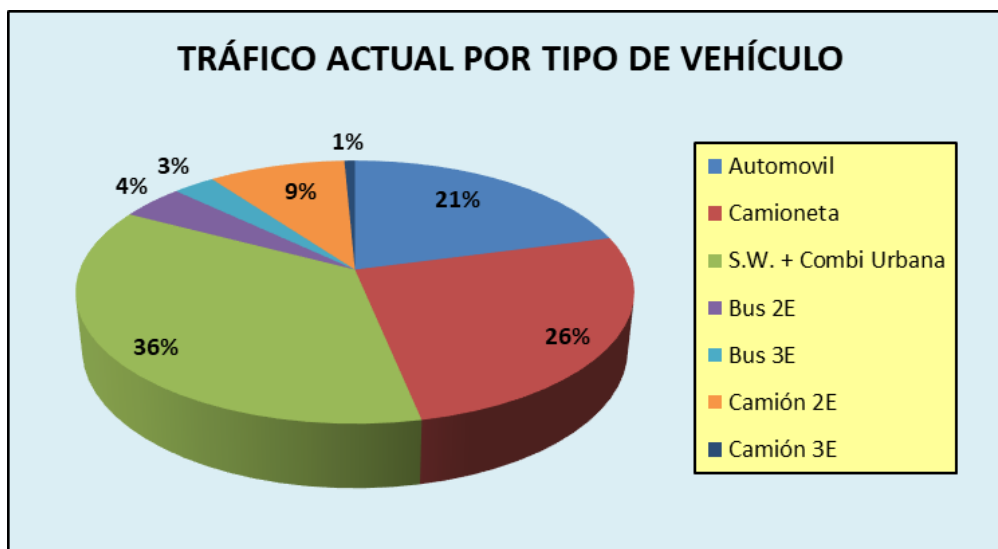
*Tráfico Actual por Tipo de Vehículo*

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)	Vehículos (%)
<b>Automóvil</b> 	29	20.86 %	
<b>Camioneta</b> 	36	25.90 %	
<b>S.W. + Combi Urbana</b> 	50	35.97 %	Vehículos livianos (%) 90%
<b>Bus 2E</b> 	6	4.32 %	
<b>Bus 3E</b> 	4	2.88 %	
<b>Camión 2E</b> 	13	9.35 %	Vehículos pesados (%) 10%
<b>Camión 3E</b> 	1	0.72 %	
<b>IMD</b>	<b>139</b>	<b>100.00 %</b>	

*Nota. Esta tabla brinda el tráfico actual por tipo de vehículo y la distribución porcentual por cada tipo, elaborado por Cedeño y Ñique, 2024*

**Figura 11**

*Tráfico Actual por Tipo de Vehículo*



*Nota. Esta figura detalla el tráfico actual porcentual por tipo de vehículo, elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

#### **4.1.4.5.2. Tráfico Normal.**

Para el tráfico normal se consideró una proyección de (20 años), esto se determinó aplicando las tasas de crecimiento correspondientes de la zona, las cuales se tomó del Instituto Nacional de estadística e informática (INEI).

#### **4.1.4.5.3. Tráfico Generado**

El tráfico generado no existe en la situación sin proyecto, pero se considerará como consecuencia de la carretera en estudio.

En este proyecto se considera como un tráfico generado al 10% más, de acuerdo al tráfico habitual, ya que es una vía, que une Chuán - Oromalqui. Además, cuenta con tierras aptas para la agricultura.

#### **4.1.4.5.4. Tasa anual de crecimiento del tránsito**

La tasa de crecimiento del tráfico por año se expresada en términos decimales. Esta tasa refleja el incremento porcentual anual en el volumen de tráfico.

Este factor fue estimado de la ficha Técnica Estándar para Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión de Carreteras Interurbanas en la hoja A4. Tasa de crecimiento, donde esta considerados por regiones en este caso asumimos los siguientes valores:

#### **Tabla 11**

*Tasa para la proyección de tránsito*










VEHÍCULOS LIVIANOS	VEHÍCULOS PESADOS
2.6128474123915%	2.21087103239858%

*Nota. Esta tabla detalla las tasas de crecimiento anual de vehículos livianos y pesados, extraído del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2023*

#### 4.1.4.5.5. Tráfico Total

**Tabla 12**

*Proyección de Tráfico Normal – Sin proyecto*

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 5	Año 10	Año 12	Año 15	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>Automóvil</b> 	29	29	30	32	37	39	42	44	45	46	47
<b>Camioneta</b> 	36	36	37	40	45	48	52	54	56	57	59
<b>S.W. + Combi Urbana</b> 	50	50	51	55	63	66	72	76	78	80	82
<b>Bus 2E</b> 	6	6	6	7	8	8	9	9	9	10	10
<b>Bus 3E</b> 	4	4	4	4	5	5	6	6	6	6	7
<b>Camión 2E</b> 	13	13	13	14	16	17	18	18	19	19	20
<b>Camión 3E</b> 	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
<b>Tráfico Normal</b>	<b>139</b>	<b>139</b>	<b>142</b>	<b>153</b>	<b>175</b>	<b>184</b>	<b>200</b>	<b>208</b>	<b>214</b>	<b>219</b>	<b>227</b>

*Nota. Esta tabla detalla los datos de proyección tráfico normal – sin proyecto, para periodo de diseño de 20 años; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

**Tabla 13**

*Proyección de Tráfico Generado – Con proyecto*












<b>Tráfico Generado</b>	<b>0</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>35</b>	<b>37</b>	<b>39</b>	<b>42</b>	<b>43</b>	<b>43</b>	<b>44</b>
<b>IMD TOTAL</b>	<b>139</b>	<b>167</b>	<b>170</b>	<b>183</b>	<b>210</b>	<b>221</b>	<b>239</b>	<b>250</b>	<b>257</b>	<b>262</b>	<b>271</b>

*Nota. Esta tabla detalla los datos de proyección tráfico total – con proyecto (el tráfico total es el tráfico normal con 0 años de diseño más el tráfico generado que es el 10% del tráfico normal); elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

#### **4.1.4.5.6. Cálculo de número de repeticiones de ejes equivalente**

Tabla 14








Ejes equivalentes para pavimento flexible

Tipo De Vehículo	IMD	Tipo De Eje	N° De Llantas	Carga De Eje Tn.	“EE” P. Flexible	EE. IMDA Flexible
Automóvil 	56	Simple	2	1	0.000527	0.029513
		Simple	2	1	0.000527	0.029513
Camioneta 	71	Simple	2	1	0.000527	0.037418
		Simple	2	1	0.000527	0.037418
S.W. + Combi Urbana 	98	Simple	2	1	0.000527	0.051648
		Simple	2	1	0.000527	0.051648
Bus 2E 	12	Simple	2	7	1.265367	15.184401
		Simple	4	11	3.238287	38.859444
Bus 3E 	8	Simple	2	7	1.265367	10.122934
		Tándem	6	16	1.365945	10.927556
Camión 2E 	24	Simple	2	7	1.265367	30.368802
		Simple	4	11	3.238287	77.718887
Camión 3E 	2	Simple	2	7	1.265367	2.530733
		Tándem	8	18	2.019213	4.038427
<b>TOTAL</b>	<b>271</b>		<b>42</b>	<b>90</b>	<b>14.926361</b>	<b>189.988342</b>

Nota. Esta tabla detalla el cálculo de ejes equivalentes para cada tipo de vehículo; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.

Tabla 15

Ejes equivalentes para pavimento rígido

Tipo De Vehículo	IMD	Tipo De Eje	N° De Llantas	Carga De Eje Tn.	“EE” P. Rígido	EE. IMDA Rígido
Automóvil 	56	Simple	2	1	0.000436	0.024438
		Simple	2	1	0.000436	0.024438
Camioneta 	71	Simple	2	1	0.000436	0.030983
		Simple	2	1	0.000436	0.030983
S.W. + Combi Urbana 	98	Simple	2	1	0.000436	0.042766
		Simple	2	1	0.000436	0.042766
Bus 2E 	12	Simple	2	7	1.272834	15.274010
		Simple	4	11	3.334826	40.017915
Bus 3E 	8	Simple	2	7	1.272834	10.182673
		Tándem	6	16	2.342740	18.741924
Camión 2E 	24	Simple	2	7	1.272834	30.548020
		Simple	4	11	3.334826	80.035831
Camión 3E 	2	Simple	2	7	1.272834	2.545668
		Tándem	8	18	3.458004	6.916009
<b>TOTAL</b>	<b>271</b>		<b>42</b>	<b>90</b>	<b>17.564352</b>	<b>204.458424</b>

Nota. Esta tabla detalla el cálculo de ejes equivalentes para cada tipo de vehículo; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.

**Tabla 16***Número de repeticiones de ejes equivalente (ESAL)*

<b>Pavimento Flexible</b>		
<b>Tasa anual de crecimiento del tránsito (para vehículos pesados) (%)</b>	r	2.21%
<b>Años del período de diseño (años)</b>	n	20
<b>Factor de vehículos pesados</b>	Fca	24.81199575
<b>N° de calzadas, sentidos y carriles por sentido</b>	Figura 4	1 calzada, 2 sentidos, 1 carril por sentido
<b>Factor direccional</b>	Fd	0.5
<b>Factor de carril</b>	Fc	1
<b>Número de repeticiones de ejes equivalente</b>	ESAL	860303.1619

*Nota. Esta tabla detalla el cálculo ESAL para diseño de pavimento flexible; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

**Tabla 17***Número de repeticiones de ejes equivalente (ESAL)*

<b>Pavimento Rígido</b>		
<b>Tasa anual de crecimiento del tránsito (para vehículos pesados) (%)</b>	r	2.21%
<b>Años del período de diseño (años)</b>	n	20
<b>Factor de vehículos pesados</b>	Fca	24.81199575
<b>N° de calzadas, sentidos y carriles por sentido</b>	Figura 4	1 calzada, 2 sentidos, 1 carril por sentido
<b>Factor direccional</b>	Fd	0.5
<b>Factor de carril</b>	Fc	1
<b>Número de repeticiones de ejes equivalente</b>	ESAL	925826.4326

*Nota. Esta tabla detalla el cálculo ESAL para diseño de pavimento rígido; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

#### 4.1.5. Estudio hidrológico

##### 4.1.5.1. Generalidades

La hidrología se dedica al análisis de las características y propiedades del agua presente en la superficie terrestre y en la atmósfera. Este campo de estudio es fundamental, ya que examina las aguas derivadas de las precipitaciones, la humedad del suelo, el flujo de escorrentía y la evaporación.

Para llevar a cabo este proyecto, es esencial realizar un estudio hidrológico con el objetivo de obtener los parámetros necesarios para dimensionar las obras de infraestructura, tales como cunetas, aliviaderos, alcantarillas, badenes y pontones.

Este estudio nos permitirá definir las áreas vulnerables a los eventos hidrometeorológicos extremos, esto estará enfocado al análisis pluvial que desprende de la microcuenca que pertenece

##### 4.1.5.2. Información Meteorológica

En vista que existe estaciones dentro del área de estudio. Está permitiendo que podamos obtener información directa de caudales, se procedió a extraer información de lluvias registradas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). La estación Julcán es la más cercana a la zona de estudio de la cual se obtuvieron las precipitaciones desde el año 1964 hasta 2023.

**Tabla 18**

*Estación Meteorológica Julcán, Precipitaciones máxima en 24 horas*

DATOS ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA															
Estación :	Julcán	Coordenadas UTM Julcán						ESTE	777090.50	ELEVACIÓN	3397 msnm				
							SUR	9110176.50							
AÑO	ENE.	FEBR.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	MÁX.	TOTAL	
1964	19.50	20.00	32.00	34.50	7.00	2.50	8.20	15.50	12.50	14.50	13.90	6.00	34.50	186.10	
1965	27.00	29.50	23.00	22.20	13.00	7.20	5.30	7.40	9.80	6.70	7.20	11.80	29.50	170.10	
1966	22.70	12.50	13.00	9.70	9.30	4.60	0.01	4.20	7.20	9.00	2.30	11.30	22.70	105.81	
1967	21.40	23.30	14.20	9.60	9.60	2.70	5.60	4.30	6.80	16.70	8.60	2.70	23.30	125.50	
1968	4.60	8.20	12.30	4.30	6.80	0.00	0.00	4.70	4.70	9.30	10.30	12.20	12.30	77.40	
1969	12.50	10.30	18.40	12.20	8.70	10.30	0.00	4.60	4.80	5.30	26.00	22.00	26.00	135.10	
1970	18.00	0.00	15.00	18.00	13.30	7.30	0.00	7.60	8.50	0.00	7.80	16.30	18.00	111.80	
1971	8.90	28.30	32.10	8.20	7.40	4.20	4.70	9.60	9.20	8.30	7.30	8.40	32.10	136.60	
1972	12.40	11.30	19.20	12.30	11.50	4.70	3.20	9.20	7.30	7.20	9.50	15.70	19.20	123.50	
1973	38.30	9.80	16.20	29.50	23.10	7.30	11.70	4.70	8.50	13.50	12.80	9.60	38.30	185.00	
1974	13.40	11.40	24.70	12.80	5.40	12.70	6.40	13.40	12.40	11.20	15.20	11.50	24.70	150.50	

<b>1975</b>	18.80	27.80	11.20	17.80	0.00	0.00	4.20	18.70	19.70	25.70	13.50	10.20	<b>27.80</b>	<b>167.60</b>
<b>1976</b>	23.00	13.40	33.00	13.70	5.40	6.90	0.00	9.50	0.40	0.00	4.50	9.50	<b>33.00</b>	<b>119.30</b>
<b>1977</b>	14.70	0.00	0.00	19.20	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	6.20	14.00	36.80	<b>36.80</b>	<b>95.10</b>
<b>1978</b>	15.00	14.70	21.40	15.30	7.20	3.40	1.30	0.00	15.60	7.40	18.80	11.00	<b>21.40</b>	<b>131.10</b>
<b>1979</b>	26.10	16.00	53.60	0.00	3.40	3.50	0.00	12.20	12.30	0.00	3.00	4.70	<b>53.60</b>	<b>134.80</b>
<b>1980</b>	11.30	8.20	35.80	7.20	2.50	0.00	0.00	2.00	0.00	25.00	28.20	25.50	<b>35.80</b>	<b>145.70</b>
<b>1981</b>	39.90	26.10	30.50	10.20	18.20	10.50	0.00	10.50	2.20	15.20	10.20	16.70	<b>39.90</b>	<b>190.20</b>
<b>1982</b>	5.60	3.20	22.00	14.70	11.30	0.00	6.10	7.00	0.01	11.60	16.50	19.70	<b>22.00</b>	<b>117.71</b>
<b>1983</b>	21.50	30.20	19.50	19.80	0.00	0.00	0.00	0.01	24.60	31.70	16.00	21.40	<b>31.70</b>	<b>184.71</b>
<b>1984</b>	20.80	26.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>26.50</b>	<b>47.30</b>
<b>1985</b>	2.20	21.20	13.60	0.00	0.00	3.00	0.00	0.30	8.60	11.10	0.01	19.20	<b>21.20</b>	<b>79.21</b>
<b>1986</b>	30.50	13.80	16.40	12.00	2.10	0.00	0.00	4.80	27.50	9.10	8.20	22.40	<b>30.50</b>	<b>146.80</b>
<b>1987</b>	24.60	13.50	32.30	22.10	3.20	4.00	4.20	0.01	4.50	5.10	15.90	10.20	<b>32.30</b>	<b>139.61</b>
<b>1988</b>	30.60	15.40	11.20	7.50	9.10	7.40	0.00	9.30	8.20	24.70	11.90	7.30	<b>30.60</b>	<b>142.60</b>
<b>1989</b>	19.00	25.90	18.50	6.50	3.00	0.00	0.00	1.20	9.30	15.70	0.00	0.00	<b>25.90</b>	<b>99.10</b>
<b>1990</b>	10.20	15.40	16.50	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>16.50</b>	<b>49.60</b>
<b>1991</b>	0.00	10.20	12.00	25.50	16.50	0.01	0.00	7.10	0.00	9.60	10.20	12.50	<b>25.50</b>	<b>103.61</b>
<b>1992</b>	11.90	15.60	14.70	12.10	12.20	8.80	5.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>15.60</b>	<b>80.90</b>
<b>1993</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	17.90	10.70	7.30	15.20	<b>17.90</b>	<b>51.60</b>
<b>1994</b>	10.40	14.10	22.10	11.60	4.70	3.50	1.00	0.50	7.80	6.40	14.40	21.10	<b>22.10</b>	<b>117.60</b>
<b>1995</b>	17.30	11.50	20.70	8.40	13.50	2.50	1.90	2.10	14.00	23.70	20.10	37.70	<b>37.70</b>	<b>173.40</b>
<b>1996</b>	21.80	54.20	23.30	22.90	14.30	3.60	0.60	10.50	9.70	18.20	15.70	22.60	<b>54.20</b>	<b>217.40</b>
<b>1997</b>	7.10	26.90	24.50	26.60	12.90	1.50	0.00	5.20	14.30	15.00	22.50	40.00	<b>40.00</b>	<b>196.50</b>
<b>1998</b>	50.80	31.20	37.40	26.00	7.70	5.00	0.70	8.80	21.00	16.50	11.60	17.30	<b>50.80</b>	<b>234.00</b>
<b>1999</b>	35.90	51.20	30.00	24.20	15.30	12.90	19.90	9.30	26.90	18.40	12.50	17.00	<b>51.20</b>	<b>273.50</b>
<b>2000</b>	38.90	33.70	33.80	33.10	22.00	12.90	5.30	32.60	7.40	11.20	18.20	22.10	<b>38.90</b>	<b>271.20</b>
<b>2001</b>	38.90	18.50	56.50	18.10	14.70	13.10	4.30	0.00	13.00	18.00	10.80	15.90	<b>56.50</b>	<b>221.80</b>
<b>2002</b>	14.90	33.70	37.60	28.90	6.10	8.00	2.30	0.00	0.00	12.00	26.90	10.00	<b>37.60</b>	<b>180.40</b>
<b>2003</b>	20.00	24.50	25.00	24.80	4.70	3.90	4.50	5.50	3.50	13.10	12.60	38.50	<b>38.50</b>	<b>180.60</b>
<b>2004</b>	8.00	47.70	21.30	12.20	12.50	4.20	7.70	0.00	12.20	19.20	25.70	22.00	<b>47.70</b>	<b>192.70</b>
<b>2005</b>	24.50	21.90	40.70	14.00	5.30	2.20	0.00	3.50	2.20	18.70	6.60	17.50	<b>40.70</b>	<b>157.10</b>
<b>2006</b>	19.70	28.40	34.10	18.00	2.90	8.80	2.10	8.10	14.70	9.50	41.00	26.60	<b>41.00</b>	<b>213.90</b>
<b>2007</b>	25.70	22.90	40.20	27.30	20.70	3.70	4.90	11.20	20.50	22.90	14.40	26.10	<b>40.20</b>	<b>240.50</b>
<b>2008</b>	24.50	45.90	25.10	20.60	5.60	13.50	2.00	3.10	29.00	29.60	25.40	22.00	<b>45.90</b>	<b>246.30</b>
<b>2009</b>	26.30	24.10	40.80	24.00	17.90	13.20	8.60	9.40	8.30	21.60	26.30	15.90	<b>40.80</b>	<b>236.40</b>
<b>2010</b>	35.00	32.00	19.20	31.20	10.20	9.60	18.40	3.60	12.30	3.30	12.00	22.60	<b>35.00</b>	<b>209.40</b>
<b>2011</b>	34.10	19.60	54.50	47.40	8.70	3.80	12.70	0.00	15.40	8.60	16.80	22.10	<b>54.50</b>	<b>243.70</b>
<b>2012</b>	31.50	36.40	40.30	23.10	12.40	3.50	0.00	2.30	13.80	17.00	14.50	36.10	<b>40.30</b>	<b>230.90</b>
<b>2013</b>	13.10	30.40	36.70	10.80	9.70	19.80	19.80	2.50	2.00	29.80	16.90	22.50	<b>36.70</b>	<b>214.00</b>
<b>2016</b>	12.90	13.60	25.51	17.97	9.66	5.10	3.90	5.39	10.18	13.75	13.73	17.63	<b>25.51</b>	<b>149.31</b>
<b>2017</b>	20.36	21.77	26.00	26.00	29.60	3.20	3.70	0.00	10.10	16.30	28.90	26.80	<b>29.60</b>	<b>212.73</b>
<b>2018</b>	18.20	30.80	17.60	25.50	6.80	3.90	0.00	0.70	8.30	16.20	5.10	17.90	<b>30.80</b>	<b>151.00</b>
<b>2019</b>	20.80	24.10	40.70	21.50	18.30	6.50	0.80	9.00	3.70	11.00	12.90	14.10	<b>40.70</b>	<b>183.40</b>



<b>2020</b>	32.60	30.00	15.80	22.00	13.80	4.90	7.50	1.50	20.90	14.20	24.80	26.20	<b>32.60</b>	<b>214.20</b>
<b>2021</b>	19.10	21.90	21.80	18.00	10.50	5.40	11.10	0.00	18.80	23.10	28.00	20.00	<b>28.00</b>	<b>197.70</b>
<b>2022</b>	9.10	25.20	27.00	25.40	21.60	2.60	4.90	0.50	11.10	11.70	13.30	20.80	<b>27.00</b>	<b>173.20</b>
<b>2023</b>	18.70	7.40	22.90	24.70	7.90	7.00	5.10	12.30	12.40	27.70	12.00	18.80	<b>27.70</b>	<b>176.90</b>
<b>PROM.</b>	<b>24.60</b>	<b>40.00</b>	<b>32.50</b>	<b>37.90</b>	<b>8.60</b>	<b>5.50</b>	<b>7.40</b>	<b>3.50</b>	<b>11.10</b>	<b>19.00</b>	<b>1.40</b>	<b>18.60</b>	<b>40.00</b>	<b>210.10</b>
<b>MAX</b>	<b>22.50</b>	<b>20.90</b>	<b>54.50</b>	<b>21.80</b>	<b>17.80</b>	<b>1.70</b>	<b>6.50</b>	<b>3.70</b>	<b>13.80</b>	<b>28.70</b>	<b>19.50</b>	<b>31.50</b>	<b>54.50</b>	<b>242.90</b>
<b>MIN</b>	<b>20.36</b>	<b>40.00</b>	<b>32.50</b>	<b>37.90</b>	<b>8.60</b>	<b>5.50</b>	<b>7.40</b>	<b>3.50</b>	<b>11.10</b>	<b>19.00</b>	<b>1.40</b>	<b>18.60</b>	<b>40.00</b>	<b>205.86</b>

*Nota. Esta tabla detalla las precipitaciones máximas en 24 horas, extraído del SENAMHI; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

#### 4.1.5.3. Información Cartográfica

La información fue extraída de la carta nacional proporcionada por el Geo GPS Perú, donde se trazó el de DV. LI-120 de Chuán – Oromalqui, delimitando por la presente las sub cuencas hidrográficas correspondientes a cada curso del agua, que definirán las características físicas propias del terreno.

Esta información cartográfica, más lo se pudo extraer de la visita al área de estudio, permitió elaborar el plano de subcuencas, adecuada identificación de ruta y curso del agua.

#### 4.1.5.4. Análisis de datos dudosos

Analizaremos los datos dudosos que permitirá revisar la calidad, precisión y relevancia de los datos para determinar si son confiables. Este proceso es importante para evitar conclusiones erróneas y decisiones mal informadas.

#### Tabla 19

*Precipitaciones máximas y logaritmo de precipitaciones máxima en 24 horas*

<b>AÑO</b>	<b>Pmax24</b>	<b>Log(P24hr)</b>
<b>1964</b>	34.50	1.54
<b>1965</b>	29.50	1.47
<b>1966</b>	22.70	1.36
<b>1967</b>	23.30	1.37
<b>1968</b>	12.30	1.09
<b>1969</b>	26.00	1.41
<b>1970</b>	18.00	1.26
<b>1971</b>	32.10	1.51
<b>1972</b>	19.20	1.28
<b>1973</b>	38.30	1.58
<b>1974</b>	24.70	1.39

<b>1975</b>	27.80	1.44
<b>1976</b>	33.00	1.52
<b>1977</b>	36.80	1.57
<b>1978</b>	21.40	1.33
<b>1979</b>	53.60	1.73
<b>1980</b>	35.80	1.55
<b>1981</b>	39.90	1.60
<b>1982</b>	22.00	1.34
<b>1983</b>	31.70	1.50
<b>1984</b>	26.50	1.42
<b>1985</b>	21.20	1.33
<b>1986</b>	30.50	1.48
<b>1987</b>	32.30	1.51
<b>1988</b>	30.60	1.49
<b>1989</b>	25.90	1.41
<b>1990</b>	16.50	1.22
<b>1991</b>	25.50	1.41
<b>1992</b>	15.60	1.19
<b>1993</b>	17.90	1.25
<b>1994</b>	22.10	1.34
<b>1995</b>	37.70	1.58
<b>1996</b>	54.20	1.73
<b>1997</b>	40.00	1.60
<b>1998</b>	50.80	1.71
<b>1999</b>	51.20	1.71
<b>2000</b>	38.90	1.59
<b>2001</b>	56.50	1.75
<b>2002</b>	37.60	1.58
<b>2003</b>	38.50	1.59
<b>2004</b>	47.70	1.68
<b>2005</b>	40.70	1.61
<b>2006</b>	41.00	1.61
<b>2007</b>	40.20	1.60
<b>2008</b>	45.90	1.66
<b>2009</b>	40.80	1.61
<b>2010</b>	35.00	1.54
<b>2011</b>	54.50	1.74
<b>2012</b>	40.30	1.61
<b>2013</b>	36.70	1.56

<b>2014</b>	25.51	1.41
<b>2015</b>	29.60	1.47
<b>2016</b>	30.80	1.49
<b>2017</b>	40.70	1.61
<b>2018</b>	32.60	1.51
<b>2019</b>	28.00	1.45
<b>2020</b>	27.00	1.43
<b>2021</b>	27.70	1.44
<b>2022</b>	40.00	1.60
<b>2023</b>	54.50	1.74

*Nota. Esta tabla detalla las precipitaciones máximas en 24 horas y mismas en logaritmos, esto nos servirá para hallar los parámetros estadísticos; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

**Tabla 20**

*Parámetros estadísticos para P máx. y Log P máx. en 24 horas*

<b>PARÁMETROS ESTADÍSTICOS</b>	<b>P24hr</b>	<b>Log(P24hr)</b>
<b>Número de datos (N)</b>	60	60
<b>Sumatoria</b>	2011.81	90.11
<b>Valor Máximo</b>	56.50	1.75
<b>Valor Mínimo</b>	12.30	1.09
<b>Media</b>	33.53	1.50
<b>Varianza</b>	116.62	0.02
<b>Desviación Estándar</b>	10.80	0.15
<b>Coefficiente de variación</b>	0.32	0.10
<b>Coefficiente de Sesgo</b>	0.32	<b>-0.46</b>
<b>Se considera</b>	<b>Detectar datos dudosos bajos</b>	

*Nota. Esta tabla detalla los parámetros estadísticos hallados de los datos de P máx. y Log P máx. en 24 horas; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

**Figura 12**

*Consideraciones de resultados coeficiente sesgo o asimetría*

- Si la asimetría de estación es mayor que +0.4, se consideran primero las pruebas para detectar datos dudosos altos.
- Si la asimetría de estación es menor que -0.4, primero se consideran pruebas para detectar datos dudosos bajos
- Cuando la asimetría de la estación esta entre -0.4 y +0.4, deben aplicarse pruebas para detectar datos dudosos altos y bajos antes de eliminar cualquier dato dudoso del conjunto de datos

*Nota. Esta figura detalla lo que significa el coeficiente sesgo o asimetría, dependiendo a esto se determinará si se encuentran en los datos altos y/o bajos; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

Con estos resultados sabemos que los datos dudosos se encuentran en los datos menores. Con este resultado haremos la prueba de datos dudosos, para eso necesitaremos hallar el número de datos y el valor  $K_N$  para la prueba de datos dudosos.

**Figura 13**

*Valores de  $K_N$  para la prueba de datos dudosos*

Sample size	$K_N$ value	Sample size	$K_N$ value	Sample size	$K_N$ value	Sample size	$K_N$ value
10	2.036	45	2.727	80	2.940	115	3.064
11	2.088	46	2.736	81	2.945	116	3.067
12	2.134	47	2.744	82	2.949	117	3.070
13	2.175	48	2.753	83	2.953	118	3.073
14	2.213	49	2.760	84	2.957	119	3.075
15	2.247	50	2.768	85	2.961	120	3.078
16	2.279	51	2.775	86	2.966	121	3.081
17	2.309	52	2.783	87	2.970	122	3.083
18	2.335	53	2.790	88	2.973	123	3.086
19	2.361	54	2.798	89	2.977	124	3.089
20	2.385	55	2.804	90	2.981	125	3.092
21	2.408	56	2.811	91	2.984	126	3.095
22	2.429	57	2.818	92	2.989	127	3.097
23	2.448	58	2.824	93	2.993	128	3.100
24	2.467	59	2.831	94	2.996	129	3.102
25	2.486	60	2.837	95	3.000	130	3.104
26	2.502	61	2.842	96	3.003	131	3.107
27	2.519	62	2.849	97	3.006	132	3.109
28	2.534	63	2.854	98	3.011	133	3.112
29	2.549	64	2.860	99	3.014	134	3.114
30	2.563	65	2.866	100	3.017	135	3.116
31	2.577	66	2.871	101	3.021	136	3.119
32	2.591	67	2.877	102	3.024	137	3.122
33	2.604	68	2.883	103	3.027	138	3.124
34	2.616	69	2.888	104	3.030	139	3.126
35	2.628	70	2.893	105	3.033	140	3.129
36	2.639	71	2.897	106	3.037	141	3.131
37	2.650	72	2.903	107	3.040	142	3.133
38	2.661	73	2.908	108	3.043	143	3.135
39	2.671	74	2.912	109	3.046	144	3.138
40	2.682	75	2.917	110	3.049	145	3.140
41	2.692	76	2.922	111	3.052	146	3.142
42	2.700	77	2.927	112	3.055	147	3.144
43	2.710	78	2.931	113	3.058	148	3.146
44	2.719	79	2.935	114	3.061	149	3.148

*Nota. Esta figura detalla los diferentes valores de  $K_n$  dependiendo de la cantidad de datos, coeficiente que sirve para realizar la prueba de datos dudosos; elaborado por U.S. Water Resources Council, 1981.*

Los datos obtenidos para la prueba de datos dudosos son:

$$N = 60$$

$$K_n = 2.837$$

Umbral de datos dudosos **altos (xH: unidad. Logarítmicas)**

$$X_H = \bar{X} + K_n \cdot S$$

$$xH = 1.92$$

Precipitación aceptada

$$PH = 10^{xH}$$

$$PH = 83.73\text{mm}$$

$$PH > \text{Valor máximo} \rightarrow 83.73\text{mm} > 56.50\text{mm}$$

NO EXISTEN DATOS DUDOSOS ALTOS DE LA MUESTRA

Umbral de datos dudosos **bajos (xL: unidad. Logarítmicas)**

$$X_L = \bar{X} - K_n \cdot S$$

$$xL = 1.08$$

Precipitación aceptada

$$PL = 10^{xL}$$

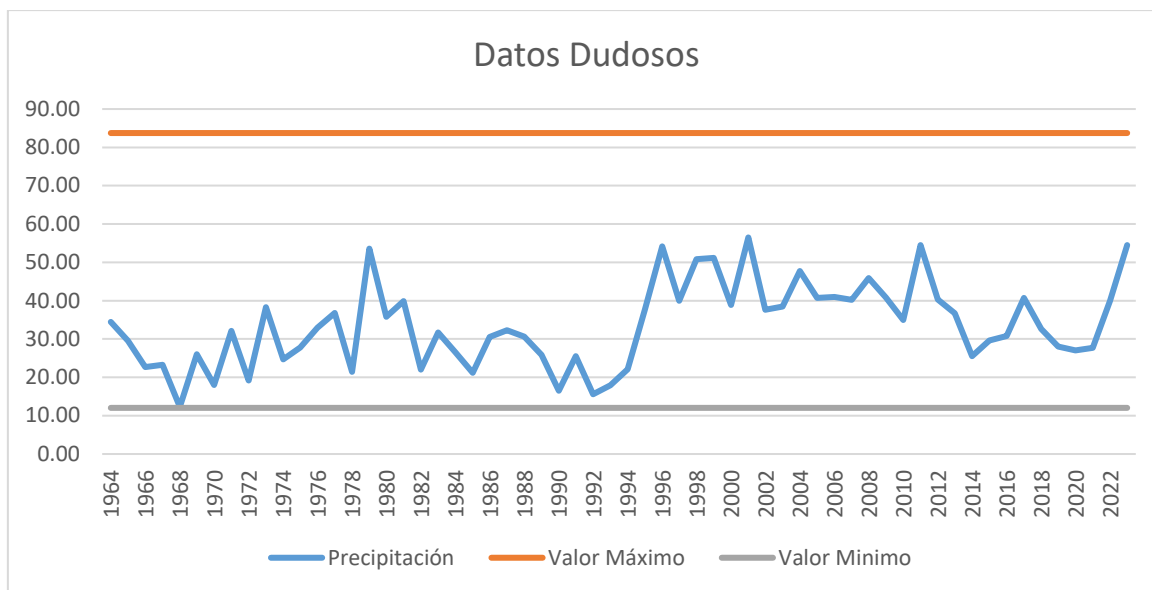
$$PL = 12.04\text{mm}$$

$$PL < \text{Valor mínimo} \rightarrow 12.04\text{mm} < 12.3\text{mm}$$

NO EXISTEN DATOS DUDOSOS BAJOS DE LA MUESTRA

**Figura 14**

*Análisis de datos dudosos*



*Nota. Esta figura muestra que los datos de precipitaciones están dentro del rango máximo y mínimo obtenido en el análisis de datos dudosos; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

#### 4.1.5.5. Análisis de la información meteorológica

Con la finalidad de ajustar las precipitaciones máximas, a una forma anual de distribución teórica, la información de la estación Julcán se analizará empleando las siguientes distribuciones de probabilidad:

- Normal
- Log-Normal
- Gumbel
- Log Gumbel
- Pearson II
- Log Pearson

Para trabajar estas distribuciones teóricas haremos el análisis de consistencia de la información, generaremos las lluvias máximas para determinar periodos de retorno y mediante el método de Kolmogorov Smimov, se obtiene a que distribución probabilística se ajusta mejor los datos históricos

Para 60 años de registro y un nivel de significancia de 0.05.

#### Tabla 21

*Probabilidad normal – prueba de Smimov-Kolmogorov*

Normal					
m	P=X (mm)	$P(x)=m/(n+1)$	$Z=(x-x_m)/s$	F(Xm) Normal	Fo (Xm)-F(Xm) Normal
1.00	12.30	0.01639	-1.966	0.0247	0.00826
2.00	15.60	0.03279	-1.660	0.0484	0.01564
3.00	16.50	0.04918	-1.577	0.0574	0.00822
4.00	17.90	0.06557	-1.447	0.0739	0.00833
5.00	18.00	0.08197	-1.438	0.0752	0.00676
6.00	19.20	0.09836	-1.327	0.0923	0.00610
7.00	21.20	0.11475	-1.142	0.1268	0.01202
8.00	21.40	0.13115	-1.123	0.1307	0.00048
9.00	22.00	0.14754	-1.068	0.1428	0.00471
10.00	22.10	0.16393	-1.058	0.1449	0.01900
11.00	22.70	0.18033	-1.003	0.1580	0.02237
12.00	23.30	0.19672	-0.947	0.1717	0.02498
13.00	24.70	0.21311	-0.818	0.2068	0.00634
14.00	25.50	0.22951	-0.744	0.2286	0.00095
15.00	25.51	0.24590	-0.743	0.2288	0.01715
16.00	25.90	0.26230	-0.707	0.2399	0.02237
17.00	26.00	0.27869	-0.697	0.2428	0.03588
18.00	26.50	0.29508	-0.651	0.2575	0.03755
19.00	27.00	0.31148	-0.605	0.2727	0.03878
20.00	27.70	0.32787	-0.540	0.2946	0.03322
21.00	27.80	0.34426	-0.531	0.2978	0.04642
22.00	28.00	0.36066	-0.512	0.3043	0.05636
23.00	29.50	0.37705	-0.373	0.3545	0.02254
24.00	29.60	0.39344	-0.364	0.3580	0.03549
25.00	30.50	0.40984	-0.281	0.3895	0.02032
26.00	30.60	0.42623	-0.271	0.3931	0.03316
27.00	30.80	0.44262	-0.253	0.4002	0.04241
28.00	31.70	0.45902	-0.169	0.4327	0.02630
29.00	32.10	0.47541	-0.132	0.4473	0.02809
30.00	32.30	0.49180	-0.114	0.4547	0.03715
31.00	32.60	0.50820	-0.086	0.4657	0.04251
32.00	33.00	0.52459	-0.049	0.4804	0.04417
33.00	34.50	0.54098	0.090	0.5358	0.00520
34.00	35.00	0.55738	0.136	0.5541	0.00324

35.00	35.80	0.57377	0.210	0.5832	0.00947
36.00	36.70	0.59016	0.294	0.6154	0.02528
37.00	36.80	0.60656	0.303	0.6190	0.01242
38.00	37.60	0.62295	0.377	0.6469	0.02391
39.00	37.70	0.63934	0.386	0.6503	0.01096
40.00	38.30	0.65574	0.442	0.6706	0.01491
41.00	38.50	0.67213	0.460	0.6773	0.00519
42.00	38.90	0.68852	0.497	0.6905	0.00197
43.00	39.90	0.70492	0.590	0.7224	0.01744
44.00	40.00	0.72131	0.599	0.7255	0.00414
45.00	40.00	0.73770	0.599	0.7255	0.01225
46.00	40.20	0.75410	0.618	0.7316	0.02251
47.00	40.30	0.77049	0.627	0.7346	0.03586
48.00	40.70	0.78689	0.664	0.7466	0.04025
49.00	40.70	0.80328	0.664	0.7466	0.05665
50.00	40.80	0.81967	0.673	0.7496	0.07009
51.00	41.00	0.83607	0.692	0.7554	0.08063
52.00	45.90	0.85246	1.145	0.8740	0.02153
53.00	47.70	0.86885	1.312	0.9053	0.03641
54.00	50.80	0.88525	1.599	0.9451	0.05986
55.00	51.20	0.90164	1.636	0.9491	0.04746
56.00	53.60	0.91803	1.858	0.9684	0.05042
57.00	54.20	0.93443	1.914	0.9722	0.03777
58.00	54.50	0.95082	1.942	0.9739	0.02310
59.00	54.50	0.96721	1.942	0.9739	0.00671
60.00	56.50	0.98361	2.127	0.9833	0.00032
<b>Xm =</b>	<b>33.53</b>				
<b>S =</b>	<b>10.80</b>				
<b>CS =</b>	<b>0.32</b>				
<b>n =</b>	60.00			D máx.	0.08
<b>a =</b>	0.05			D crítico > D máx.	<b>Si se ajusta</b>
<b>Δ crítico =</b>	0.18			Mejor ajuste	3.00

*Nota. Esta tabla detalla el análisis de probabilidad normal según las precipitaciones máximas en 24 horas; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

## Tabla 22

*Probabilidad Log-Normal – prueba de Smimov-Kolmogorov*



<b>Log-Normal</b>					
<b>m</b>	<b>P=X (mm)</b>	<b>P(x)=m/(n+1)</b>	<b>Y=ln(X)</b>	<b>F(Xm)</b>	<b>Fo (Xm)-F(Xm)</b>
				<b>Log-Normal</b>	<b>Log - Normal</b>
<b>1.00</b>	12.30	0.01639	2.51	0.0028	0.0136
<b>2.00</b>	15.60	0.03279	2.75	0.0188	0.0140
<b>3.00</b>	16.50	0.04918	2.80	0.0277	0.0214
<b>4.00</b>	17.90	0.06557	2.88	0.0468	0.0188
<b>5.00</b>	18.00	0.08197	2.89	0.0484	0.0336
<b>6.00</b>	19.20	0.09836	2.95	0.0705	0.0278
<b>7.00</b>	21.20	0.11475	3.05	0.1186	0.0039
<b>8.00</b>	21.40	0.13115	3.06	0.1242	0.0070
<b>9.00</b>	22.00	0.14754	3.09	0.1415	0.0060
<b>10.00</b>	22.10	0.16393	3.10	0.1445	0.0194
<b>11.00</b>	22.70	0.18033	3.12	0.1631	0.0172
<b>12.00</b>	23.30	0.19672	3.15	0.1826	0.0141
<b>13.00</b>	24.70	0.21311	3.21	0.2312	0.0181
<b>14.00</b>	25.50	0.22951	3.24	0.2606	0.0311
<b>15.00</b>	25.51	0.24590	3.24	0.2608	0.0149
<b>16.00</b>	25.90	0.26230	3.25	0.2756	0.0133
<b>17.00</b>	26.00	0.27869	3.26	0.2793	0.0007
<b>18.00</b>	26.50	0.29508	3.28	0.2984	0.0033
<b>19.00</b>	27.00	0.31148	3.30	0.3176	0.0061
<b>20.00</b>	27.70	0.32787	3.32	0.3448	0.0169
<b>21.00</b>	27.80	0.34426	3.33	0.3487	0.0044
<b>22.00</b>	28.00	0.36066	3.33	0.3565	0.0042
<b>23.00</b>	29.50	0.37705	3.38	0.4148	0.0377
<b>24.00</b>	29.60	0.39344	3.39	0.4186	0.0252
<b>25.00</b>	30.50	0.40984	3.42	0.4531	0.0433
<b>26.00</b>	30.60	0.42623	3.42	0.4569	0.0307
<b>27.00</b>	30.80	0.44262	3.43	0.4645	0.0219
<b>28.00</b>	31.70	0.45902	3.46	0.4981	0.0391
<b>29.00</b>	32.10	0.47541	3.47	0.5127	0.0373
<b>30.00</b>	32.30	0.49180	3.48	0.5199	0.0281
<b>31.00</b>	32.60	0.50820	3.48	0.5307	0.0225
<b>32.00</b>	33.00	0.52459	3.50	0.5449	0.0203
<b>33.00</b>	34.50	0.54098	3.54	0.5959	0.0549
<b>34.00</b>	35.00	0.55738	3.56	0.6121	0.0548

35.00	35.80	0.57377	3.58	0.6372	0.0634
36.00	36.70	0.59016	3.60	0.6641	0.0739
37.00	36.80	0.60656	3.61	0.6670	0.0604
38.00	37.60	0.62295	3.63	0.6895	0.0666
39.00	37.70	0.63934	3.63	0.6923	0.0529
40.00	38.30	0.65574	3.65	0.7083	0.0526
41.00	38.50	0.67213	3.65	0.7135	0.0414
42.00	38.90	0.68852	3.66	0.7237	0.0352
43.00	39.90	0.70492	3.69	0.7480	0.0431
44.00	40.00	0.72131	3.69	0.7503	0.0290
45.00	40.00	0.73770	3.69	0.7503	0.0126
46.00	40.20	0.75410	3.69	0.7550	0.0009
47.00	40.30	0.77049	3.70	0.7572	0.0133
48.00	40.70	0.78689	3.71	0.7662	0.0207
49.00	40.70	0.80328	3.71	0.7662	0.0371
50.00	40.80	0.81967	3.71	0.7684	0.0513
51.00	41.00	0.83607	3.71	0.7727	0.0634
52.00	45.90	0.85246	3.83	0.8595	0.0070
53.00	47.70	0.86885	3.86	0.8831	0.0143
54.00	50.80	0.88525	3.93	0.9154	0.0302
55.00	51.20	0.90164	3.94	0.9189	0.0173
56.00	53.60	0.91803	3.98	0.9372	0.0192
57.00	54.20	0.93443	3.99	0.9411	0.0067
58.00	54.50	0.95082	4.00	0.9430	0.0078
59.00	54.50	0.96721	4.00	0.9430	0.0242
60.00	56.50	0.98361	4.03	0.9541	0.0295
<b>Xm =</b>	<b>33.53</b>		<b>3.46</b>		
<b>S =</b>	<b>10.80</b>		<b>0.34</b>		
<b>CS =</b>	<b>0.32</b>		<b>-0.46</b>		
<b>n =</b>	60.00			D máx.	0.07
<b>a =</b>	0.05			D crítico > D máx.	<b>Si se ajusta</b>
<b>Δ crítico =</b>	0.18			Mejor ajuste	2.00

*Nota. Esta tabla detalla el análisis de probabilidad Log-Normal según las precipitaciones máximas en 24 horas; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

### Tabla 23

*Probabilidad Pearson III – prueba de Smimov-Kolmogorov*

Pearson III					
m	P=X (mm)	P(x)=m/(n+1)	(X-Xo)	F(Xm)	Fo (Xm)-F(Xm) Pearson III
1.00	12.30	0.01639	47.281	0.0153	0.0011
2.00	15.60	0.03279	50.581	0.0377	0.0049
3.00	16.50	0.04918	51.481	0.0468	0.0024
4.00	17.90	0.06557	52.881	0.0641	0.0015
5.00	18.00	0.08197	52.981	0.0655	0.0165
6.00	19.20	0.09836	54.181	0.0839	0.0144
7.00	21.20	0.11475	56.181	0.1220	0.0072
8.00	21.40	0.13115	56.381	0.1263	0.0048
9.00	22.00	0.14754	56.981	0.1399	0.0077
10.00	22.10	0.16393	57.081	0.1422	0.0217
11.00	22.70	0.18033	57.681	0.1568	0.0236
12.00	23.30	0.19672	58.281	0.1721	0.0246
13.00	24.70	0.21311	59.681	0.2111	0.0020
14.00	25.50	0.22951	60.481	0.2352	0.0057
15.00	25.51	0.24590	60.487	0.2354	0.0105
16.00	25.90	0.26230	60.881	0.2478	0.0145
17.00	26.00	0.27869	60.981	0.2509	0.0277
18.00	26.50	0.29508	61.481	0.2671	0.0280
19.00	27.00	0.31148	61.981	0.2836	0.0278
20.00	27.70	0.32787	62.681	0.3075	0.0204
21.00	27.80	0.34426	62.781	0.3109	0.0333
22.00	28.00	0.36066	62.981	0.3179	0.0428
23.00	29.50	0.37705	64.481	0.3715	0.0056
24.00	29.60	0.39344	64.581	0.3751	0.0183
25.00	30.50	0.40984	65.481	0.4082	0.0016
26.00	30.60	0.42623	65.581	0.4119	0.0143
27.00	30.80	0.44262	65.781	0.4194	0.0232
28.00	31.70	0.45902	66.681	0.4529	0.0061
29.00	32.10	0.47541	67.081	0.4678	0.0076
30.00	32.30	0.49180	67.281	0.4753	0.0165
31.00	32.60	0.50820	67.581	0.4865	0.0217
32.00	33.00	0.52459	67.981	0.5014	0.0232
33.00	34.50	0.54098	69.481	0.5564	0.0154
34.00	35.00	0.55738	69.981	0.5744	0.0170

35.00	35.80	0.57377	70.781	0.6027	0.0289
36.00	36.70	0.59016	71.681	0.6336	0.0435
37.00	36.80	0.60656	71.781	0.6370	0.0305
38.00	37.60	0.62295	72.581	0.6635	0.0405
39.00	37.70	0.63934	72.681	0.6667	0.0274
40.00	38.30	0.65574	73.281	0.6858	0.0301
41.00	38.50	0.67213	73.481	0.6921	0.0200
42.00	38.90	0.68852	73.881	0.7044	0.0159
43.00	39.90	0.70492	74.881	0.7339	0.0290
44.00	40.00	0.72131	74.981	0.7368	0.0155
45.00	40.00	0.73770	74.981	0.7368	0.0009
46.00	40.20	0.75410	75.181	0.7424	0.0117
47.00	40.30	0.77049	75.281	0.7452	0.0253
48.00	40.70	0.78689	75.681	0.7562	0.0307
49.00	40.70	0.80328	75.681	0.7562	0.0471
50.00	40.80	0.81967	75.781	0.7589	0.0607
51.00	41.00	0.83607	75.981	0.7643	0.0718
52.00	45.90	0.85246	80.881	0.8718	0.0193
53.00	47.70	0.86885	82.681	0.9002	0.0314
54.00	50.80	0.88525	85.781	0.9374	0.0521
55.00	51.20	0.90164	86.181	0.9412	0.0396
56.00	53.60	0.91803	88.581	0.9603	0.0423
57.00	54.20	0.93443	89.181	0.9641	0.0297
58.00	54.50	0.95082	89.481	0.9659	0.0151
59.00	54.50	0.96721	89.481	0.9659	0.0013
60.00	56.50	0.98361	91.481	0.9761	0.0075
<b>Xm =</b>	<b>33.53</b>		<b>α =</b>	<b>40.25</b>	
<b>S =</b>	<b>10.80</b>		<b>β =</b>	<b>1.70</b>	
<b>CS =</b>	<b>0.32</b>		<b>Xo =</b>	<b>-34.98</b>	
<b>n =</b>	60.00			D máx.	0.07
<b>a =</b>	0.05			D crítico > D máx.	<b>Si se ajusta</b>
<b>Δ crítico =</b>	0.18			Mejor ajuste	1.00

*Nota. Esta tabla detalla el análisis de probabilidad Pearson III según las precipitaciones máximas en 24 horas; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

#### **Tabla 24**

*Probabilidad Log-Pearson – prueba de Smimov-Kolmogorov*

Log-Pearson					
m	P=X (mm)	P(x)=m/(n+1)	Ln(x)-Xo	F(Xm)	Fo (Xm) - F(Xm)
				log Pearson III	log Pearson III
1.00	12.30	0.01639	0.53	0.00010	0.01629
2.00	15.60	0.03279	0.77	0.00666	0.02613
3.00	16.50	0.04918	0.82	0.01305	0.03613
4.00	17.90	0.06557	0.91	0.02995	0.03562
5.00	18.00	0.08197	0.91	0.03153	0.05044
6.00	19.20	0.09836	0.98	0.05448	0.04388
7.00	21.20	0.11475	1.07	0.10902	0.00573
8.00	21.40	0.13115	1.08	0.11549	0.01565
9.00	22.00	0.14754	1.11	0.13587	0.01167
10.00	22.10	0.16393	1.12	0.13940	0.02453
11.00	22.70	0.18033	1.14	0.16129	0.01904
12.00	23.30	0.19672	1.17	0.18427	0.01245
13.00	24.70	0.21311	1.23	0.24108	0.02796
14.00	25.50	0.22951	1.26	0.27484	0.04534
15.00	25.51	0.24590	1.26	0.27513	0.02923
16.00	25.90	0.26230	1.27	0.29192	0.02962
17.00	26.00	0.27869	1.28	0.29620	0.01751
18.00	26.50	0.29508	1.30	0.31763	0.02255
19.00	27.00	0.31148	1.32	0.33906	0.02759
20.00	27.70	0.32787	1.34	0.36892	0.04105
21.00	27.80	0.34426	1.35	0.37316	0.02890
22.00	28.00	0.36066	1.35	0.38162	0.02096
23.00	29.50	0.37705	1.41	0.44374	0.06669
24.00	29.60	0.39344	1.41	0.44778	0.05434
25.00	30.50	0.40984	1.44	0.48344	0.07361
26.00	30.60	0.42623	1.44	0.48733	0.06110
27.00	30.80	0.44262	1.45	0.49503	0.05241
28.00	31.70	0.45902	1.48	0.52882	0.06981
29.00	32.10	0.47541	1.49	0.54335	0.06794
30.00	32.30	0.49180	1.50	0.55049	0.05869
31.00	32.60	0.50820	1.51	0.56106	0.05286
32.00	33.00	0.52459	1.52	0.57486	0.05027
33.00	34.50	0.54098	1.56	0.62369	0.08271

34.00	35.00	0.55738	1.58	0.63893	0.08155
35.00	35.80	0.57377	1.60	0.66224	0.08847
36.00	36.70	0.59016	1.62	0.68691	0.09674
37.00	36.80	0.60656	1.63	0.68955	0.08299
38.00	37.60	0.62295	1.65	0.70997	0.08702
39.00	37.70	0.63934	1.65	0.71244	0.07309
40.00	38.30	0.65574	1.67	0.72683	0.07110
41.00	38.50	0.67213	1.67	0.73149	0.05935
42.00	38.90	0.68852	1.68	0.74057	0.05204
43.00	39.90	0.70492	1.71	0.76203	0.05711
44.00	40.00	0.72131	1.71	0.76408	0.04277
45.00	40.00	0.73770	1.71	0.76408	0.02638
46.00	40.20	0.75410	1.71	0.76813	0.01403
47.00	40.30	0.77049	1.72	0.77013	0.00036
48.00	40.70	0.78689	1.73	0.77797	0.00891
49.00	40.70	0.80328	1.73	0.77797	0.02530
50.00	40.80	0.81967	1.73	0.77989	0.03978
51.00	41.00	0.83607	1.73	0.78369	0.05238
52.00	45.90	0.85246	1.85	0.85889	0.00643
53.00	47.70	0.86885	1.89	0.87934	0.01049
54.00	50.80	0.88525	1.95	0.90770	0.02245
55.00	51.20	0.90164	1.96	0.91081	0.00917
56.00	53.60	0.91803	2.00	0.92733	0.00930
57.00	54.20	0.93443	2.01	0.93094	0.00349
58.00	54.50	0.95082	2.02	0.93267	0.01815
59.00	54.50	0.96721	2.02	0.93267	0.03455
60.00	56.50	0.98361	2.05	0.94309	0.04052
<b>Xm =</b>	<b>33.53</b>		<b>α =</b>	<b>18.72</b>	
<b>S =</b>	<b>10.80</b>		<b>β =</b>	<b>0.08</b>	
<b>CS =</b>	<b>0.32</b>		<b>Xo =</b>	<b>1.98</b>	
<b>n =</b>	60.00			D máx.	0.10
<b>a =</b>	0.05			D crítico > D máx.	<b>Si se ajusta</b>
<b>Δ crítico =</b>	0.18			Mejor ajuste	4.00

*Nota. Esta tabla detalla el análisis de probabilidad Log-Pearson según las precipitaciones máximas en 24 horas; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

**Tabla 25**

*Probabilidad Gumbel – prueba de Smimov-Kolmogorov*

m	P=X (mm)	P(x)=m/(n+1)	Gumbel	
			F(Xm) Gumbel	Fo (Xm) - F (Xm) Gumbel
1.00	12.30	0.01639	0.41752	0.40112
2.00	15.60	0.03279	0.45911	0.42632
3.00	16.50	0.04918	0.47029	0.42111
4.00	17.90	0.06557	0.48750	0.42193
5.00	18.00	0.08197	0.48873	0.40676
6.00	19.20	0.09836	0.50328	0.40492
7.00	21.20	0.11475	0.52711	0.41236
8.00	21.40	0.13115	0.52946	0.39832
9.00	22.00	0.14754	0.53648	0.38894
10.00	22.10	0.16393	0.53765	0.37371
11.00	22.70	0.18033	0.54460	0.36427
12.00	23.30	0.19672	0.55150	0.35478
13.00	24.70	0.21311	0.56736	0.35425
14.00	25.50	0.22951	0.57628	0.34677
15.00	25.51	0.24590	0.57636	0.33046
16.00	25.90	0.26230	0.58070	0.31840
17.00	26.00	0.27869	0.58180	0.30311
18.00	26.50	0.29508	0.58727	0.29219
19.00	27.00	0.31148	0.59270	0.28123
20.00	27.70	0.32787	0.60023	0.27236
21.00	27.80	0.34426	0.60129	0.25703
22.00	28.00	0.36066	0.60342	0.24277
23.00	29.50	0.37705	0.61916	0.24211
24.00	29.60	0.39344	0.62020	0.22675
25.00	30.50	0.40984	0.62942	0.21959
26.00	30.60	0.42623	0.63044	0.20421
27.00	30.80	0.44262	0.63246	0.18984
28.00	31.70	0.45902	0.64148	0.18246
29.00	32.10	0.47541	0.64544	0.17003
30.00	32.30	0.49180	0.64741	0.15560
31.00	32.60	0.50820	0.65034	0.14215
32.00	33.00	0.52459	0.65423	0.12964

33.00	34.50	0.54098	0.66853	0.12755
34.00	35.00	0.55738	0.67320	0.11583
35.00	35.80	0.57377	0.68057	0.10680
36.00	36.70	0.59016	0.68872	0.09855
37.00	36.80	0.60656	0.68961	0.08305
38.00	37.60	0.62295	0.69670	0.07375
39.00	37.70	0.63934	0.69758	0.05823
40.00	38.30	0.65574	0.70280	0.04706
41.00	38.50	0.67213	0.70452	0.03239
42.00	38.90	0.68852	0.70795	0.01943
43.00	39.90	0.70492	0.71638	0.01146
44.00	40.00	0.72131	0.71722	0.00410
45.00	40.00	0.73770	0.71722	0.02049
46.00	40.20	0.75410	0.71887	0.03522
47.00	40.30	0.77049	0.71970	0.05079
48.00	40.70	0.78689	0.72299	0.06390
49.00	40.70	0.80328	0.72299	0.08029
50.00	40.80	0.81967	0.72381	0.09587
51.00	41.00	0.83607	0.72543	0.11063
52.00	45.90	0.85246	0.76295	0.08951
53.00	47.70	0.86885	0.77562	0.09323
54.00	50.80	0.88525	0.79608	0.08916
55.00	51.20	0.90164	0.79860	0.10304
56.00	53.60	0.91803	0.81315	0.10488
57.00	54.20	0.93443	0.81664	0.11778
58.00	54.50	0.95082	0.81837	0.13245
59.00	54.50	0.96721	0.81837	0.14885
60.00	56.50	0.98361	0.82950	0.15411
<b>Xm =</b>	<b>33.53</b>		<b>α =</b>	<b>8.42</b>
<b>S =</b>	<b>10.80</b>		<b>μ =</b>	<b>28.67</b>
<b>CS =</b>	<b>0.32</b>			
<b>n =</b>	60.00		D máx.	0.43
<b>a =</b>	0.05		D crítico > D máx.	<b>No se ajusta</b>
<b>Δ crítico =</b>	0.18		Mejor ajuste	5.00

*Nota. Esta tabla detalla el análisis de probabilidad Gumbel según las precipitaciones máximas en 24 horas; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*



**Tabla 26***Probabilidad Log-Gumbel – prueba de Smimov-Kolmogorov*

m	P=X (mm)	P(x)=m/(n+1)	Log-Gumbel	
			F(Xm)	Fo (Xm)-F(Xm)
			Log - Gumbel	Log - Gumbel
1.00	12.30	0.01639	0.60219	0.58579
2.00	15.60	0.03279	0.62376	0.59097
3.00	16.50	0.04918	0.62874	0.57956
4.00	17.90	0.06557	0.63588	0.57031
5.00	18.00	0.08197	0.63637	0.55440
6.00	19.20	0.09836	0.64195	0.54359
7.00	21.20	0.11475	0.65041	0.53566
8.00	21.40	0.13115	0.65121	0.52006
9.00	22.00	0.14754	0.65354	0.50600
10.00	22.10	0.16393	0.65392	0.48999
11.00	22.70	0.18033	0.65617	0.47584
12.00	23.30	0.19672	0.65835	0.46163
13.00	24.70	0.21311	0.66318	0.45007
14.00	25.50	0.22951	0.66580	0.43629
15.00	25.51	0.24590	0.66582	0.41992
16.00	25.90	0.26230	0.66708	0.40478
17.00	26.00	0.27869	0.66739	0.38870
18.00	26.50	0.29508	0.66894	0.37386
19.00	27.00	0.31148	0.67046	0.35899
20.00	27.70	0.32787	0.67253	0.34467
21.00	27.80	0.34426	0.67283	0.32856
22.00	28.00	0.36066	0.67340	0.31275
23.00	29.50	0.37705	0.67759	0.30054
24.00	29.60	0.39344	0.67786	0.28442
25.00	30.50	0.40984	0.68024	0.27041
26.00	30.60	0.42623	0.68050	0.25427
27.00	30.80	0.44262	0.68102	0.23839
28.00	31.70	0.45902	0.68329	0.22428
29.00	32.10	0.47541	0.68428	0.20887
30.00	32.30	0.49180	0.68477	0.19296
31.00	32.60	0.50820	0.68549	0.17729

32.00	33.00	0.52459	0.68645	0.16186
33.00	34.50	0.54098	0.68991	0.14892
34.00	35.00	0.55738	0.69102	0.13364
35.00	35.80	0.57377	0.69276	0.11899
36.00	36.70	0.59016	0.69467	0.10450
37.00	36.80	0.60656	0.69488	0.08832
38.00	37.60	0.62295	0.69652	0.07357
39.00	37.70	0.63934	0.69672	0.05738
40.00	38.30	0.65574	0.69792	0.04219
41.00	38.50	0.67213	0.69832	0.02619
42.00	38.90	0.68852	0.69910	0.01058
43.00	39.90	0.70492	0.70102	0.00390
44.00	40.00	0.72131	0.70121	0.02010
45.00	40.00	0.73770	0.70121	0.03650
46.00	40.20	0.75410	0.70158	0.05251
47.00	40.30	0.77049	0.70177	0.06872
48.00	40.70	0.78689	0.70251	0.08437
49.00	40.70	0.80328	0.70251	0.10077
50.00	40.80	0.81967	0.70270	0.11697
51.00	41.00	0.83607	0.70306	0.13300
52.00	45.90	0.85246	0.71143	0.14103
53.00	47.70	0.86885	0.71424	0.15461
54.00	50.80	0.88525	0.71879	0.16645
55.00	51.20	0.90164	0.71936	0.18228
56.00	53.60	0.91803	0.72263	0.19541
57.00	54.20	0.93443	0.72342	0.21101
58.00	54.50	0.95082	0.72381	0.22701
59.00	54.50	0.96721	0.72381	0.24341
60.00	56.50	0.98361	0.72635	0.25726
<b>Xm =</b>	<b>33.53</b>		<b>α =</b>	<b>0.27</b>
<b>S =</b>	<b>10.80</b>		<b>μ =</b>	<b>3.30</b>
<b>CS =</b>	<b>0.32</b>			
<b>n =</b>	60.00		D máx.	0.59
<b>a =</b>	0.05		D crítico > D máx.	<b>Si se ajusta</b>
<b>Δ crítico =</b>	0.18		Mejor ajuste	6.00

*Nota. Esta tabla detalla el análisis de probabilidad Log-Gumbel según las precipitaciones máximas en 24 horas; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

**Tabla 27**

*Resumen de análisis probabilístico*

<b>Distribución</b>	<b>D máx.</b>	<b>D crítico</b>	<b>Ajuste</b>	<b>Jerarquía</b>	<b>Observación</b>
<b>Normal</b>	0.08	0.18	Si se ajusta	3.00	
<b>Log-Normal</b>	0.07	0.18	Si se ajusta	2.00	
<b>Pearson III</b>	0.07	0.18	Si se ajusta	1.00	Distribución aceptada
<b>Log-Pearson</b>	0.10	0.18	Si se ajusta	4.00	
<b>Gumbel</b>	0.43	0.18	No se ajusta	5.00	
<b>Log-Gumbel</b>	0.59	0.18	Si se ajusta	6.00	

*Nota. Esta tabla detalla el resumen de todos los análisis probabilísticos según las precipitaciones máximas en 24 horas; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

De acuerdo a los resultados obtenidos por estas distribuciones en la estación Julcán, se muestran por el método de ajuste Smimov-Kolmogorov que la distribución adecuada es Pearson III, luego las precipitaciones máximas a ser utilizadas en los cálculos de caudales de diseño, para las obras de arte a ser implementadas en el sistema de drenaje del DV. LI-120 de Chuán – Oromalqui, se ve en el cuadro siguiente:

**Tabla 28**

*Cálculo de las precipitaciones diarias máximas probables*

Cálculo de Variable Probabilística	Cálculo de las precipitaciones diarias máximas probables para distintas frecuencias				
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 33.530 \text{ mm}$	<b>Periodo</b>	<b>Variable</b>	<b>Precipitación</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Corrección</b>
	<b>Retorno</b>	<b>Reducida</b>	<b>mm</b>	<b>Ocurrencia</b>	<b>Intervalos Fijo</b>
	<b>Años</b>	<b>Yt</b>	<b>Xt (mm)</b>	<b>F (Xt)</b>	<b>Xt (mm)</b>
$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_m)^2}{n-1}} = 10.799$	2	0.36651	31.75656	0.50000	35.88491
	5	1.49994	41.30008	0.80000	46.66910
	10	2.25037	47.61873	0.90000	53.80916
	25	3.19853	55.60236	0.96000	62.83066
	50	3.90194	61.52506	0.98000	69.52332
$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s = 8.420$	100	4.60015	67.40404	0.99000	76.16657
	200	5.29581	73.26157	0.99500	82.78557
	500	6.21361	80.98946	0.99800	91.51809
$\mu = \bar{x} - 0.45 * s = 28.670$	1000	6.90726	86.83002	0.99900	98.11792
	10000	9.21029	106.22172	0.99990	120.03054

*Nota. Esta tabla detalla cálculo de las precipitaciones diarias máximas probables para distintas frecuencias; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

#### 4.1.5.6. Caudales de diseño

**Tabla 29**

*Cálculo de intensidad*

T (Años)	2	5	10	25	50	100	500
<b>Pd</b>	35.88491	46.669095	53.809165	62.830661	69.523323	76.166567	91.518089

Precipitación máxima								
T (Años)	Cociente	2	5	10	25	50	100	500
<b>24</b>	X24	35.8849	46.6691	53.8092	62.8307	69.5233	76.1666	91.5181
<b>18</b>	X18 = 91%	32.6553	42.4689	48.9663	57.1759	63.2662	69.3116	83.2815
<b>12</b>	X12 = 80%	28.7079	37.3353	43.0473	50.2645	55.6187	60.9333	73.2145
<b>8</b>	X8 = 68%	24.4017	31.7350	36.5902	42.7248	47.2759	51.7933	62.2323
<b>6</b>	X6 = 61%	21.8898	28.4681	32.8236	38.3267	42.4092	46.4616	55.8260
<b>5</b>	X5 = 57%	20.4544	26.6014	30.6712	35.8135	39.6283	43.4149	52.1653
<b>4</b>	X4 = 52%	18.6602	24.2679	27.9808	32.6719	36.1521	39.6066	47.5894
<b>3</b>	X3 = 46%	16.5071	21.4678	24.7522	28.9021	31.9807	35.0366	42.0983
<b>2</b>	X2 = 39%	13.9951	18.2009	20.9856	24.5040	27.1141	29.7050	35.6921
<b>1</b>	X1 = 30%	10.7655	14.0007	16.1427	18.8492	20.8570	22.8500	27.4554

Intensidad de lluvia							
Min.	2	5	10	25	50	100	500
<b>1440</b>	1.4952	1.9445	2.2420	2.6179	2.8968	3.1736	3.8133
<b>1080</b>	1.8142	2.3594	2.7204	3.1764	3.5148	3.8506	4.6267
<b>720</b>	2.3923	3.1113	3.5873	4.1887	4.6349	5.0778	6.1012
<b>480</b>	3.0502	3.9669	4.5738	5.3406	5.9095	6.4742	7.7790

<b>360</b>	3.6483	4.7447	5.4706	6.3878	7.0682	7.7436	9.3043
<b>300</b>	4.0909	5.3203	6.1342	7.1627	7.9257	8.6830	10.4331
<b>240</b>	4.6650	6.0670	6.9952	8.1680	9.0380	9.9017	11.8974
<b>180</b>	5.5024	7.1559	8.2507	9.6340	10.6602	11.6789	14.0328
<b>120</b>	6.9976	9.1005	10.4928	12.2520	13.5570	14.8525	17.8460
<b>60</b>	10.7655	14.0007	16.1427	18.8492	20.8570	22.8500	27.4554

<b>T = 2</b>						
#	x	y	lnx	lny	lnx*lny	lnx*lnx
1	1440	1.50	7.27	0.40	2.93	52.89
2	1080	1.81	6.98	0.60	4.16	48.79
3	720	2.39	6.58	0.87	5.74	43.29
4	480	3.05	6.17	1.12	6.89	38.12
5	360	3.65	5.89	1.29	7.62	34.65
6	300	4.09	5.70	1.41	8.04	32.53
7	240	4.67	5.48	1.54	8.44	30.04
8	180	5.50	5.19	1.71	8.85	26.97
9	120	7.00	4.79	1.95	9.31	22.92
10	60	10.77	4.09	2.38	9.73	16.76
10	4980	44.42	58.16	13.26	71.70	346.94
<b>Ln(d)</b>	4.91					
=						
<b>d =</b>	135.66					
<b>n =</b>	-0.62					

<b>T = 5</b>						
#	x	y	lnx	lny	lnx*lny	lnx*lnx
1	1440	1.94	7.27	0.67	4.84	52.89
2	1080	2.36	6.98	0.86	6.00	48.79
3	720	3.11	6.58	1.14	7.47	43.29
4	480	3.97	6.17	1.38	8.51	38.12
5	360	4.74	5.89	1.56	9.16	34.65
6	300	5.32	5.70	1.67	9.53	32.53
7	240	6.07	5.48	1.80	9.88	30.04
8	180	7.16	5.19	1.97	10.22	26.97
9	120	9.10	4.79	2.21	10.57	22.92
10	60	14.00	4.09	2.64	10.81	16.76
10	4980	57.77	58.16	15.88	86.98	346.94
<b>Ln(d)</b>	5.17					
=						
<b>d =</b>	176.43					
<b>n =</b>	-0.62					

<b>T = 10</b>						
#	x	y	lnx	lny	lnx*lny	lnx*lnx
1	1440	2.24	7.27	0.81	5.87	52.89
2	1080	2.72	6.98	1.00	6.99	48.79
3	720	3.59	6.58	1.28	8.40	43.29
4	480	4.57	6.17	1.52	9.39	38.12
5	360	5.47	5.89	1.70	10.00	34.65
6	300	6.13	5.70	1.81	10.35	32.53
7	240	7.00	5.48	1.95	10.66	30.04
8	180	8.25	5.19	2.11	10.96	26.97
9	120	10.49	4.79	2.35	11.25	22.92
10	60	16.14	4.09	2.78	11.39	16.76
10	4980	66.61	58.16	17.31	95.26	346.94
<b>Ln(d)</b>	5.32					
=						
<b>d =</b>	203.43					
<b>n =</b>	-0.62					

<b>T = 25</b>						
#	x	y	lnx	lny	lnx*lny	lnx*lnx
1	1440	2.62	7.27	0.96	7.00	52.89
2	1080	3.18	6.98	1.16	8.07	48.79
3	720	4.19	6.58	1.43	9.42	43.29
4	480	5.34	6.17	1.68	10.34	38.12
5	360	6.39	5.89	1.85	10.92	34.65
6	300	7.16	5.70	1.97	11.23	32.53
7	240	8.17	5.48	2.10	11.51	30.04
8	180	9.63	5.19	2.27	11.76	26.97
9	120	12.25	4.79	2.51	12.00	22.92
10	60	18.85	4.09	2.94	12.02	16.76
10	4980	77.78	58.16	18.86	104.28	346.94
<b>Ln(d)</b>	5.47					
=						
<b>d =</b>	237.53					
<b>n =</b>	-0.62					

<b>T = 50</b>						
#	x	y	lnx	lny	lnx*lny	lnx*lnx
1	1440	2.90	7.27	1.06	7.73	52.89
2	1080	3.51	6.98	1.26	8.78	48.79
3	720	4.63	6.58	1.53	10.09	43.29
4	480	5.91	6.17	1.78	10.97	38.12
5	360	7.07	5.89	1.96	11.51	34.65
6	300	7.93	5.70	2.07	11.81	32.53

<b>T = 100</b>						
#	x	y	lnx	lny	lnx*lny	lnx*lnx
1	1440	3.17	7.27	1.15	8.40	52.89
2	1080	3.85	6.98	1.35	9.42	48.79
3	720	5.08	6.58	1.62	10.69	43.29
4	480	6.47	6.17	1.87	11.53	38.12
5	360	7.74	5.89	2.05	12.05	34.65
6	300	8.68	5.70	2.16	12.33	32.53

<b>7</b>	240	9.04	5.48	2.20	12.07	30.04	<b>7</b>	240	9.90	5.48	2.29	12.57	30.04
<b>8</b>	180	10.66	5.19	2.37	12.29	26.97	<b>8</b>	180	11.68	5.19	2.46	12.76	26.97
<b>9</b>	120	13.56	4.79	2.61	12.48	22.92	<b>9</b>	120	14.85	4.79	2.70	12.92	22.92
<b>10</b>	60	20.86	4.09	3.04	12.44	16.76	<b>10</b>	60	22.85	4.09	3.13	12.81	16.76
<b>10</b>	4980	86.06	58.16	19.87	110.16	346.94	<b>10</b>	4980	94.29	58.16	20.78	115.47	346.94
<b>Ln(d)</b>	5.57						<b>Ln(d)</b>	5.66					
<b>=</b>							<b>=</b>						
<b>d =</b>	262.83						<b>d =</b>	287.95					
<b>n =</b>	-0.62						<b>n =</b>	-0.62					

T = 500							
#	x	y	lnx	lny	lnx*lny	lnx*lnx	
1	1440	3.81	7.27	1.34	9.73	52.89	
2	1080	4.63	6.98	1.53	10.70	48.79	
3	720	6.10	6.58	1.81	11.90	43.29	
4	480	7.78	6.17	2.05	12.67	38.12	
5	360	9.30	5.89	2.23	13.13	34.65	
6	300	10.43	5.70	2.34	13.38	32.53	
7	240	11.90	5.48	2.48	13.57	30.04	
8	180	14.03	5.19	2.64	13.72	26.97	
9	120	17.85	4.79	2.88	13.80	22.92	
10	60	27.46	4.09	3.31	13.56	16.76	
10	4980	113.29	58.16	22.62	126.15	346.94	
<b>Ln(d)</b>	5.85						
<b>=</b>							
<b>d =</b>	345.99						
<b>n =</b>	-0.62						

Regresión Potencial							
#	T	[d]	[n]	lnT	Ind	lnT*Ind	lnT*lnT
1	2	135.66	-0.62	0.69	4.91	3.40	0.48
2	5	176.43	-0.62	1.61	5.17	8.33	2.59
3	10	203.43	-0.62	2.30	5.32	12.24	5.30
4	25	237.53	-0.62	3.22	5.47	17.61	10.36
5	50	262.83	-0.62	3.91	5.57	21.80	15.30
6	100	287.95	-0.62	4.61	5.66	26.08	21.21
7	500	345.99	-0.62	6.21	5.85	36.33	38.62
<b>7</b>			Suma	22.56	37.95	125.78	93.87
<b>Ln(K) =</b>	4.89						
<b>K =</b>	132.82						
<b>m =</b>	0.17						
<b>n =</b>	0.62						

Nota. Esta tabla detalla el cálculo de la intensidad; elaborado por Cedeño y Nique, 2024.

**Tabla 30**

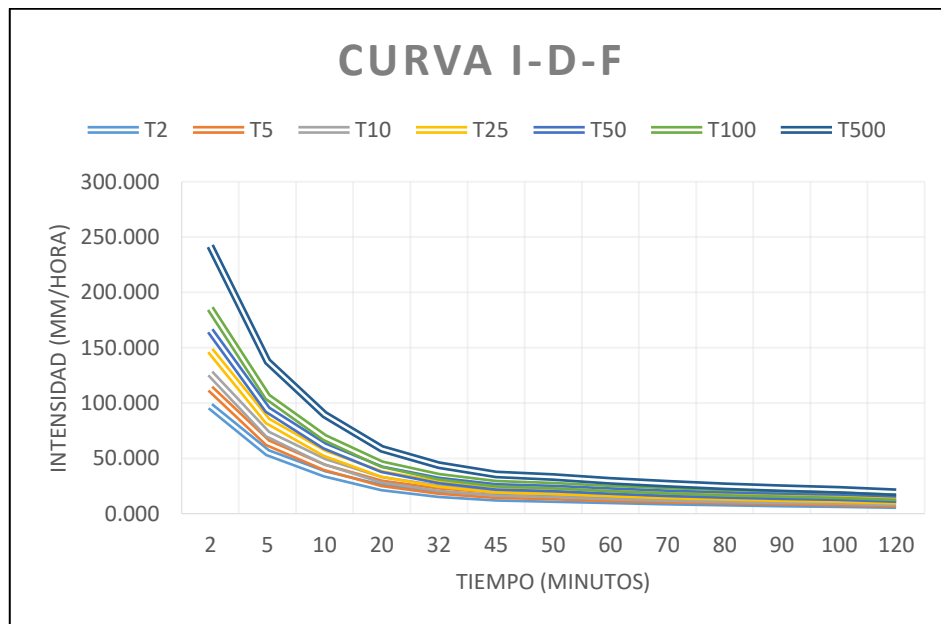
Datos para curva intensidad duración frecuencia

Duración en minutos														
T	2	5	10	20	32	45	50	60	70	80	90	100	120	
2	97.150	55.228	36.025	23.500	17.589	14.255	13.359	11.939	10.857	9.999	9.299	8.714	7.788	<b>T2</b>
5	113.029	64.255	41.914	27.340	20.464	16.585	15.542	13.890	12.631	11.633	10.819	10.138	9.061	<b>T5</b>
10	126.743	72.051	46.999	30.658	22.947	18.598	17.428	15.576	14.164	13.045	12.131	11.368	10.160	<b>T10</b>
25	147.458	83.827	54.681	35.668	26.697	21.637	20.277	18.121	16.479	15.177	14.114	13.227	11.821	<b>T25</b>
50	165.349	93.998	61.315	39.996	29.936	24.263	22.737	20.320	18.478	17.018	15.827	14.831	13.255	<b>T50</b>
100	185.411	105.403	68.755	44.849	33.569	27.206	25.496	22.786	20.720	19.083	17.747	16.631	14.863	<b>T100</b>
500	241.889	137.509	89.697	58.510	43.794	35.494	33.262	29.726	27.032	24.896	23.153	21.697	19.390	<b>T500</b>

Nota. Esta tabla detalla los datos de curva intensidad duración frecuencia; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.

**Figura 15**

Gráfico curva intensidad duración frecuencia



Nota. Esta figura detalla la curva intensidad duración frecuencia; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.

Tabla 31

Cálculo de caudales de diseño

N° DE CUE NCA	OBRA DE ARTE	PROG (KM)	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	PRE C (MM)	PARAMETROS GEOMORFOLÓGICOS			TIEMPO DE CONCENTRACIÓN			PROMEDIO TIEMPO DE C. (H)	INTENSIDAD (MM/H)	C	Q (M3/S)
					AREA (KM2)	LON G. (KM)	PEN D. (M/M)	KIRPICH (H)	F.US CORPS OF ENGINEERS (H)	F. BRANSBY - WILLIAMS (H)				
Q-01	ALC. PASO N°01	00+000.00	50.00	69.523	5.201	2.991	0.074	0.420	1.131	1.039	0.863	22.247	0.480	15.440
Q-02	ALC. PASO N°02	01+250.00	50.00	69.523	0.597	0.695	0.074	0.136	0.373	0.300	0.270	45.567	0.480	3.630
Q-03	ALC. PASO N°03	03+550.00	50.00	69.523	1.32	2.156	0.074	0.326	0.882	0.859	0.689	25.563	0.480	4.503
Q-04	ALC. PASO N°04	05+985.00	50.00	69.523	5.1	3.032	0.074	0.424	1.143	1.055	0.874	22.077	0.480	15.024
Q-05	ALC. PASO N°05	07+554.00	50.00	69.523	6.347	3.893	0.074	0.514	1.382	1.325	1.074	19.446	0.480	16.469
Q-01	CUNETAS 01		10.00	53.809	0.034	0.300	0.064	0.076	0.203	0.177	0.152	49.778	0.440	0.207
Q-02	CUNETAS 02		10.00	53.809	0.034	0.300	0.075	0.071	0.197	0.172	0.146	50.889	0.440	0.212



<b>Q-03</b>	CUNET 03	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.075	0.071	0.197	0.172	0.146	50.889	0.440	0.212
<b>Q-04</b>	CUNET 04	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.075	0.071	0.197	0.172	0.146	50.889	0.440	0.212
<b>Q-05</b>	CUNET 05	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.080	0.069	0.194	0.170	0.144	51.347	0.440	0.214
<b>Q-06</b>	CUNET 06	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.070	0.073	0.199	0.174	0.149	50.403	0.440	0.210
<b>Q-07</b>	CUNET 07	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.064	0.076	0.203	0.177	0.152	49.778	0.440	0.207
<b>Q-08</b>	CUNET 08	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.089	0.067	0.190	0.166	0.141	52.111	0.440	0.217
<b>Q-09</b>	CUNET 09	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.070	0.073	0.199	0.174	0.149	50.403	0.440	0.210
<b>Q-10</b>	CUNET 10	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.060	0.077	0.205	0.180	0.154	49.331	0.440	0.205
<b>Q-11</b>	CUNET 11	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.065	0.075	0.202	0.177	0.151	49.885	0.440	0.207
<b>Q-12</b>	CUNET 12	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.078	0.070	0.195	0.170	0.145	51.167	0.440	0.213
<b>Q-13</b>	CUNET 13	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.090	0.066	0.190	0.166	0.141	52.192	0.440	0.217
<b>Q-14</b>	CUNET 14	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.080	0.069	0.194	0.170	0.144	51.347	0.440	0.214
<b>Q-15</b>	CUNET 15	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.070	0.073	0.199	0.174	0.149	50.403	0.440	0.210
<b>Q-16</b>	CUNET 16	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.100	0.064	0.186	0.162	0.137	52.958	0.440	0.220

<b>Q-17</b>	CUNETA 17	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.070	0.073	0.199	0.174	0.149	50.403	0.440	0.210
<b>Q-18</b>	CUNETA 18	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.079	0.070	0.195	0.170	0.145	51.257	0.440	0.213
<b>Q-19</b>	CUNETA 19	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.064	0.076	0.203	0.177	0.152	49.778	0.440	0.207
<b>Q-20</b>	CUNETA 20	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.064	0.076	0.203	0.177	0.152	49.778	0.440	0.207
<b>Q-21</b>	CUNETA 21	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.064	0.076	0.203	0.177	0.152	49.778	0.440	0.207
<b>Q-22</b>	CUNETA 22	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.064	0.076	0.203	0.177	0.152	49.778	0.440	0.207
<b>Q-23</b>	CUNETA 23	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.064	0.076	0.203	0.177	0.152	49.778	0.440	0.207
<b>Q-24</b>	CUNETA 24	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.064	0.076	0.203	0.177	0.152	49.778	0.440	0.207
<b>Q-25</b>	CUNETA 25	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.120	0.059	0.180	0.156	0.132	54.306	0.440	0.226
<b>Q-26</b>	CUNETA 26	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.085	0.068	0.192	0.168	0.142	51.780	0.440	0.215
<b>Q-27</b>	CUNETA 27	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.060	0.077	0.205	0.180	0.154	49.331	0.440	0.205
<b>Q-28</b>	CUNETA 28	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.060	0.077	0.205	0.180	0.154	49.331	0.440	0.205
<b>Q-29</b>	CUNETA 29	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.096	0.065	0.188	0.164	0.139	52.660	0.440	0.219
<b>Q-30</b>	CUNETA 30	10.00	53.80 9	0.034	0.300	0.060	0.077	0.205	0.180	0.154	49.331	0.440	0.205

<b>Q-1</b>	ALC. ALIVIO 01	00+120 .00	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422
<b>Q-2</b>	ALC. ALIVIO 02	00+730 .00	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422
<b>Q-3</b>	ALC. ALIVIO 03	00+980 .00	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422
<b>Q-4</b>	ALC. ALIVIO 04	01+230 .00	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422
<b>Q-5</b>	ALC. ALIVIO 05	01+480 .00	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422
<b>Q-6</b>	ALC. ALIVIO 06	01+830 .00	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422
<b>Q-7</b>	ALC. ALIVIO 07	02+080 .00	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422
<b>Q-8</b>	ALC. ALIVIO 08	02+330 .00	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422
<b>Q-9</b>	ALC. ALIVIO 09	02+580 .00	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422
<b>Q-10</b>	ALC. ALIVIO 10	02+830 .00	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422
<b>Q-11</b>	ALC. ALIVIO 11	03+080 .00	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422
<b>Q-12</b>	ALC. ALIVIO 12	03+330 .00	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422
<b>Q-13</b>	ALC. ALIVIO 13	03+450 .00	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422
<b>Q-14</b>	ALC. ALIVIO 14	03+700 .00	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422

<b>Q-15</b>	ALC. ALIVIO 15	03+950 .00	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422
<b>Q-16</b>	ALC. ALIVIO 16	04+200 .00	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422
<b>Q-17</b>	ALC. ALIVIO 17	04+850 .00	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422
<b>Q-18</b>	ALC. ALIVIO 18	04+980 .00	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422
<b>Q-19</b>	ALC. ALIVIO 19	05+410 .00	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422
<b>Q-20</b>	ALC. ALIVIO 20	05+660 .00	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422
<b>Q-21</b>	ALC. ALIVIO 21	05+800 .00	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422
<b>Q-22</b>	ALC. ALIVIO 22	05+950 .02	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422
<b>Q-23</b>	ALC. ALIVIO 23	06+280 .00	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422
<b>Q-24</b>	ALC. ALIVIO 24	06+550 .00	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422
<b>Q-25</b>	ALC. ALIVIO 25	06+860 .00	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422
<b>Q-26</b>	ALC. ALIVIO 26	07+360 .00	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422
<b>Q-27</b>	ALC. ALIVIO 27	07+500 .00	25.00	62.83 1	0.054	0.300	0.074	0.071	0.197	0.165	0.144	59.749	0.470	0.422

*Nota. Esta tabla detalla el cálculo de caudales de diseño; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

#### 4.1.6. Diseño de pavimento

##### 4.1.6.1. Diseño geométrico

##### 4.1.6.1.1. Pendiente longitudinal

**Tabla 32**

*Pendiente longitudinal*

Nº	P.K. de VAV	Elevación de VAV	Inclinación de rasante T.E.	Inclinación de rasante T.S.	A (Cambio de pendiente)
1	0+000.00m	3331.796m		26.85%	
2	0+009.70m	3334.400m	26.85%	22.70%	4.15%
3	0+012.34m	3335.000m	22.70%	25.70%	2.99%
4	0+013.00m	3335.169m	25.70%	23.32%	2.37%
5	0+014.93m	3335.620m	23.32%	10.09%	13.24%
6	0+058.36m	3340.000m	10.09%	12.80%	2.72%
7	0+069.58m	3341.436m	12.80%	12.80%	0.00%
8	0+075.00m	3342.130m	12.80%	12.41%	0.39%
9	0+079.68m	3342.710m	12.41%	11.62%	0.79%
10	0+083.02m	3343.098m	11.62%	10.73%	0.89%
20	0+121.78m	3345.729m	3.45%	2.87%	0.58%
30	0+236.84m	3346.816m	-9.72%	-8.84%	0.88%
40	0+258.44m	3344.543m	-6.18%	-5.47%	0.70%
50	0+285.43m	3343.934m	0.98%	1.34%	0.36%
60	0+373.78m	3338.461m	-7.15%	-6.17%	0.99%
70	0+393.38m	3337.508m	-0.20%	0.99%	1.19%
80	0+412.98m	3338.402m	5.03%	5.45%	0.41%
90	0+491.46m	3343.564m	4.45%	3.38%	1.07%
100	0+506.77m	3343.379m	-6.28%	5.02%	11.30%
110	0+520.50m	3343.810m	1.75%	1.01%	0.74%
120	0+535.02m	3344.982m	4.01%	2.74%	1.26%
130	0+547.92m	3344.763m	-6.11%	-7.34%	1.23%
140	0+571.25m	3343.196m	-8.90%	-10.22%	1.32%
150	0+700.65m	3331.817m	-3.97%	-2.50%	1.47%
160	0+721.58m	3332.464m	8.35%	9.72%	1.37%
170	0+742.52m	3334.758m	9.71%	11.06%	1.35%
180	0+861.53m	3335.835m	-5.04%	-2.86%	2.18%
190	0+876.22m	3335.328m	-19.02%	-17.10%	1.92%
200	0+892.75m	3334.133m	-0.74%	0.78%	1.51%
300	1+362.68m	3391.505m	-2.07%	-1.40%	0.67%
400	2+056.79m	3446.100m	5.67%	4.61%	1.06%

500	2+450.77m	3464.997m	18.66%	17.78%	0.88%
600	3+038.10m	3511.059m	18.48%	18.05%	0.44%
700	3+542.75m	3532.112m	-2.87%	-8.52%	5.66%
800	4+527.78m	3550.357m	1.23%	-2.15%	3.38%
900	5+378.28m	3558.224m	-8.95%	-1.17%	7.78%
1000	6+042.15m	3540.142m	-1.61%	-1.87%	0.26%
1100	6+593.71m	3509.602m	-3.92%	-3.81%	0.11%
1200	7+002.97m	3489.458m	-7.50%	-7.42%	0.08%
1300	7+419.60m	3450.708m	-8.28%	-8.29%	0.01%
1301	7+436.49m	3449.309m	-8.29%		
			<b>1.46%</b>	<b>1.46%</b>	<b>1.68%</b>

Nota. Esta tabla detalla la pendiente longitudinal de nuestro alineamiento; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024

#### 4.1.6.1.2. Pendiente transversal

Tabla 33

Pendiente transversal

Nombre de obra lineal: Seccionamiento							
Descripción:							
Nombre de alineación base: EJE (1)							
Intervalo de P.K.: inicio: 0+000.00, fin: 7+436.49							
<b>CADENADA</b>							
<b>0+000.00</b>							
PUNTO	X	Y	Z	Desfase	CADENA DE CORTE		
1	777,206.34	9,103,423.68	3,326.29	-20	IZQUI	0.0000%	
2	777,220.92	9,103,422.10	3,329.90	-5.334	Stripping	-24.6018%	24.60%
3	777,226.22	9,103,421.53	3,331.70	0	EJE	-33.6633%	33.66%
4	777,229.39	9,103,421.19	3,332.77	3.189	Stripping	33.6626%	33.66%
5	777,239.46	9,103,420.09	3,334.90	13.315	Stripping	21.0438%	21.04%
6	777,246.10	9,103,419.37	3,336.49	20	DER	23.8160%	23.82%
<b>CADENADA</b>						0.0000%	
<b>1+000.00</b>						0.0000%	
PUNTO	X	Y	Z	Desfase	CADENA DE CORTE		
1	777,233.30	9,104,218.16	3,343.21	-20	IZQUI	0.0000%	
2	777,234.81	9,104,216.66	3,344.03	-17.878	Stripping	-38.4826%	38.48%
3	777,236.57	9,104,214.90	3,344.90	-15.382	Stripping	-34.8918%	34.89%
4	777,239.58	9,104,211.90	3,346.15	-11.14	Stripping	-29.4932%	29.49%
5	777,247.46	9,104,204.03	3,351.64	0	EJE	-49.2343%	49.23%

6	777,252.16	9,104,199.35	3,354.90	6.63	Stripping	49.2338%	49.23%
7	777,257.40	9,104,194.12	3,358.06	14.036	Stripping	42.6938%	42.69%
8	777,260.93	9,104,190.59	3,359.90	19.03	Stripping	36.8062%	36.81%
9	777,261.62	9,104,189.91	3,360.36	20	DER	47.7526%	47.75%

**CADENADA** 0.0000%

**2+000.00**

PUNTO	X	Y	Z	Desfase	CADENA DE CORTE	0.0000%	
1	777,607.27	9,105,028.13	3,430.27	-20	IZQUI	0.0000%	
2	777,613.65	9,105,024.91	3,432.58	-12.853	Stripping	-32.2793%	32.28%
3	777,619.07	9,105,022.17	3,434.90	-6.779	Stripping	-38.2450%	38.24%
4	777,623.81	9,105,019.78	3,437.28	-1.475	Stripping	-44.8737%	44.87%
5	777,625.12	9,105,019.11	3,438.19	0	EJE	-61.9864%	61.99%
6	777,627.58	9,105,017.87	3,439.90	2.752	Stripping	61.9767%	61.98%
7	777,633.58	9,105,014.84	3,442.75	9.478	Stripping	42.4160%	42.42%
8	777,636.05	9,105,013.59	3,444.90	12.242	Stripping	77.6809%	77.68%
9	777,642.97	9,105,010.09	3,449.04	20	DER	53.3965%	53.40%

**CADENADA** 0.0000%

**3+000.00**

PUNTO	X	Y	Z	Desfase	CADENA DE CORTE	0.0000%	
1	777,605.78	9,105,780.20	3,501.13	-20	IZQUI	0.0000%	
2	777,625.00	9,105,774.65	3,504.14	0	EJE	-15.0150%	15.02%
3	777,625.89	9,105,774.39	3,504.28	0.935	Stripping	15.0053%	15.01%
4	777,628.53	9,105,773.63	3,504.90	3.68	Stripping	22.7577%	22.76%
5	777,638.35	9,105,770.79	3,506.61	13.899	Stripping	16.7443%	16.74%
6	777,644.21	9,105,769.10	3,507.61	20	DER	16.3006%	16.30%

**CADENADA** 0.0000%

**4+000.00**

PUNTO	X	Y	Z	Desfase	CADENA DE CORTE	0.0000%	
1	777,080.52	9,106,546.33	3,539.71	-20	IZQUI	0.0000%	
2	777,091.39	9,106,555.79	3,537.82	-5.592	Stripping	13.1156%	13.12%
3	777,095.61	9,106,559.46	3,537.19	0	EJE	11.3394%	11.34%
4	777,110.70	9,106,572.59	3,534.92	20	DER	-11.3400%	11.34%

**CADENADA** 0.0000%

**5+000.00**

PUNTO	X	Y	Z	Desfase	CADENA DE CORTE	0.0000%	
1	776,665.20	9,107,431.23	3,567.21	-20	IZQUI	0.0000%	
2	776,683.68	9,107,438.87	3,565.35	0	EJE	9.2895%	9.29%
3	776,688.18	9,107,440.73	3,564.90	4.871	Stripping	-9.2876%	9.29%
4	776,702.16	9,107,446.52	3,562.64	20	DER	-14.9699%	14.97%

CADENADA							0.0000%
6+000.00							
PUNTO	X	Y	Z	Desfase	CADENA DE CORTE		0.0000%
1	776,445.49	9,108,372.45	3,542.83	-20	IZQUI		0.0000%
2	776,455.96	9,108,372.42	3,543.19	-9.535	Stripping	-3.5050%	3.51%
3	776,464.99	9,108,372.39	3,543.16	-0.507	Stripping	0.3965%	
4	776,465.49	9,108,372.39	3,543.16	0	EJE	-0.3156%	
5	776,485.49	9,108,372.32	3,543.22	20	DER	0.3210%	
CADENADA							0.0000%
7+000.00							
PUNTO	X	Y	Z	Desfase	CADENA DE CORTE		0.0000%
1	776,624.37	9,109,240.46	3,489.33	-20	IZQUI		0.0000%
2	776,637.63	9,109,252.81	3,489.60	-1.88	Stripping	-1.4713%	1.47%
3	776,639.00	9,109,254.09	3,489.58	0	EJE	1.0213%	1.02%
4	776,639.93	9,109,254.96	3,489.57	1.268	Stripping	-1.0174%	1.02%
5	776,645.37	9,109,260.02	3,489.90	8.694	Stripping	4.4546%	4.45%
6	776,653.64	9,109,267.72	3,491.43	20	DER	13.5680%	13.57%
CADENADA							0.0000%
7+100.00							
PUNTO	X	Y	Z	Desfase	CADENA DE CORTE		0.0000%
1	776,545.28	9,109,235.05	3,486.28	-20	IZQUI		0.0000%
2	776,542.56	9,109,254.86	3,485.19	0	EJE	5.4375%	5.44%
3	776,541.83	9,109,260.20	3,484.90	5.389	Stripping	-5.4370%	5.44%
4	776,539.87	9,109,274.59	3,483.34	19.906	Stripping	-10.7481%	10.75%
5	776,539.85	9,109,274.68	3,483.33	20	DER	-10.0000%	10.00%
CADENADA							0.0000%
7+200.00							
PUNTO	X	Y	Z	Desfase	CADENA DE CORTE		0.0000%
1	776,483.44	9,109,316.57	3,471.55	-20	IZQUI		0.0000%
2	776,502.15	9,109,309.50	3,475.25	0	EJE	-18.5220%	18.52%
3	776,520.86	9,109,302.43	3,478.96	20	DER	18.5220%	18.52%
CADENADA							0.0000%
7+300.00							
PUNTO	X	Y	Z	Desfase	CADENA DE CORTE		0.0000%
1	776,518.78	9,109,410.11	3,462.48	-20	IZQUI		0.0000%
2	776,519.28	9,109,409.93	3,462.58	-19.472	Stripping	-18.6932%	18.69%
3	776,531.76	9,109,405.21	3,463.34	-6.127	Stripping	-5.6635%	5.66%
4	776,537.49	9,109,403.05	3,464.80	0	EJE	-23.8257%	23.83%
5	776,537.90	9,109,402.89	3,464.90	0.433	Stripping	23.8106%	23.81%
6	776,554.67	9,109,396.56	3,468.01	18.362	Stripping	17.3484%	17.35%



7	776,556.20	9,109,395.98	3,468.30	20	DER	17.4786%	17.48%	
<b>CADENADA 7+400.00</b>						0.0000%		
<b>PUNTO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Desfase</b>	<b>CADENA DE CORTE</b>	0.0000%		
1	776,543.60	9,109,492.56	3,451.40	-20	IZQUI	0.0000%		
2	776,545.19	9,109,493.02	3,451.54	-18.337	Stripping	-8.8635%	8.86%	
3	776,562.82	9,109,498.08	3,452.18	0	EJE	-3.4679%	3.47%	
4	776,582.04	9,109,503.61	3,452.87	20	DER	3.4680%	3.47%	
<b>CADENADA 7+410.00</b>						0.0000%		
<b>PUNTO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Desfase</b>	<b>CADENA DE CORTE</b>	0.0000%		
1	776,541.38	9,109,498.12	3,451.02	-20	IZQUI	0.0000%		
2	776,559.12	9,109,507.36	3,451.40	0	EJE	-1.8980%	1.90%	
3	776,576.85	9,109,516.59	3,451.78	20	DER	1.8985%	1.90%	
<b>CADENADA 7+420.00</b>						0.0000%		
<b>PUNTO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Desfase</b>	<b>CADENA DE CORTE</b>	0.0000%		
1	776,538.00	9,109,503.24	3,450.51	-20	IZQUI	0.0000%		
2	776,553.64	9,109,515.70	3,450.58	0	EJE	-0.3185%		
3	776,563.02	9,109,523.18	3,450.61	11.991	Stripping	0.3194%		
4	776,569.29	9,109,528.17	3,450.74	20	DER	1.6369%	1.64%	
<b>CADENADA 7+430.00</b>						0.0000%		
<b>PUNTO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Desfase</b>	<b>CADENA DE CORTE</b>	0.0000%		
1	776,531.77	9,109,511.06	3,449.68	-20	IZQUI	0.0000%		
2	776,547.41	9,109,523.53	3,449.75	0	EJE	-0.3185%		
3	776,552.32	9,109,527.44	3,449.77	6.28	Stripping	0.3185%		
4	776,563.05	9,109,535.99	3,449.99	20	DER	1.6370%	1.64%	
						PROMEDIO	0.3306%	26.11%
						MAX	108.3562%	108.36%
						MIN	-74.5272%	0.50%

Nota. Esta tabla detalla la pendiente transversal de nuestro alineamiento; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024

#### 4.1.6.1.3. Velocidad de diseño

**CLASIFICACIÓN POR DEMANDA**

<b>IMDA<sub>o</sub></b>	<b>26</b>	veh/día	→ Vehículos de carga
<b>PBI</b>	<b>2.5</b>	%	→ Sirve para vehículos de carga
<b>IMDA<sub>o</sub></b>	<b>245</b>	veh/día	→ Vehículos de pasajeros y vehículos privados
<b>T<sub>c</sub>%</b>	<b>1.9</b>	%	→ Sirve para vehículos de pasajeros y vehículos privados
<b>n</b>	<b>20</b>	años	→ Periodo de diseño (15, 20 o 50 años)

$IMDA_{PVC} = IMDA_o \cdot (1 + PBI)^n$	<b>42.60</b>	veh/día	Autopista primera clase	IMDA > 6000
			Autopista segunda clase	6000 ≥ IMDA ≥ 4001
$IMDA_{PVP} = IMDA_o \cdot (1 + T_c)^n$	<b>356.98</b>	veh/día	Carretera de primera clase	4000 ≥ IMDA ≥ 2001
			Carretera de segunda clase	2000 ≥ IMDA ≥ 400
$IMDA_T = IMDA_{PVC} + IMDA_{PVP}$	<b>399.59</b>	veh/día	Carretera de tercera clase	<b>400 &gt; IMDA</b>
			Trocha carrozable	No especifica

**CONCLUSIÓN**

Considerando la proyección que se tomó para la carretera se determinó que es una:

**Carretera de tercera clase**

**CLASIFICACIÓN POR OROGRAFIA:**

<b>PENDIENTES TRANSVERSALES PROMEDIO</b>	<b>26.11%</b>
Terreno plano (tipo 1)	10 ≥ m
<b>Terreno ondulado (tipo 2)</b>	<b>50 ≥ m ≥ 11</b>
Terreno accidentado (tipo 3)	100 ≥ m ≥ 51
Terreno escarpado (tipo 4)	m > 100

**CONCLUSIÓN**

Considerando la pendiente transversal de la carretera se determinó lo siguiente:

**Terreno ondulado (tipo 2)**

**VELOCIDAD DE DISEÑO**

Carretera de tercera clase	<b>SEGURA</b>	(Maximas velocidades)
Terreno ondulado (tipo 2)	<b>90</b>	km/h
Carretera de tercera clase	<b>MODERADA</b>	(Minimas velocidades)
Terreno ondulado (tipo 2)	<b>65</b>	km/h
Carretera de tercera clase	<b>ECONOMICA</b>	(Intermedias velocidades)
Terreno ondulado (tipo 2)	<b>40</b>	km/h

**El grupo utilizara la velocidad de diseño para una carretera de tercera clase ECONOMICA**

**40** km/h

**Figura 16**

*Velocidad de diseño*

**Tabla 204.01**  
**Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.**

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)											
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
Autopista de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Autopista de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de tercera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												

Nota. Esta figura detalla los rasgos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía; elaborado por Manual de Carreteras "Diseño Geométrico (DG-2018)".

#### 4.1.6.1.4. Distancia de visibilidad de parada

$D_p$  : Distancia de parada (m)  
 $V$  : Velocidad de diseño (km/h)  
 $t_p$  : Tiempo de percepción + reacción (s)  
 $a$  : deceleración en  $m/s^2$  (será función del coeficiente de fricción y de la pendiente longitudinal del tramo).  
 $i$  : Pendiente longitudinal (tanto por uno)  
 $+i$  : Subidas respecto al sentido de circulación  
 $-i$  : Bajadas respecto al sentido de circulación.

percepción - reacción de 2.5 segundos.

desaceleración de  $3.4 m/s^2$ .

$$V = 40 \text{ km/h}$$

$$T_p = 2.5 \text{ s}$$

$$a = 3.4 \text{ m/s}^2$$

$$i_1 = 7.4 \%$$

$$i_2 = -7.4 \%$$

$$i_3 = 5.6 \%$$

$$i_4 = -5.6 \%$$

## 1° FORMA DE HALLAR DP POR FORMULA

$i = 7.4$	$i = -7.4$	$i = 5.6$	$i = -5.6$
$Dp = 0.278 \cdot Tp \cdot V + \frac{V^2}{a} \cdot 0.039$	$Dp = 0.278 \cdot Tp \cdot V + \frac{V^2}{a} \cdot 0.039$	$Dp = 0.278 \cdot Tp \cdot V + \frac{V^2}{a} \cdot 0.039$	$Dp = 0.278 \cdot Tp \cdot V + \frac{V^2}{a} \cdot 0.039$
46.15 m <b>Debe cumplir:</b> $0 < i <= 3$	46.15 m <b>Debe cumplir:</b> $0 < i <= 3$	46.15 m <b>Debe cumplir:</b> $0 < i <= 3$	46.153 m <b>Debe cumplir:</b> $0 < i <= 3$
$Dp = 0.278 \cdot Tp \cdot V + \frac{V^2}{254 \cdot \left( \left( \frac{a}{9.81} \right) \pm i \right)}$	$Dp = 0.278 \cdot Tp \cdot V + \frac{V^2}{254 \cdot \left( \left( \frac{a}{9.81} \right) \pm i \right)}$	$Dp = 0.278 \cdot Tp \cdot V + \frac{V^2}{254 \cdot \left( \left( \frac{a}{9.81} \right) \pm i \right)}$	$Dp = 0.278 \cdot Tp \cdot V + \frac{V^2}{254 \cdot \left( \left( \frac{a}{9.81} \right) \pm i \right)}$
42.78 m <b>Debe cumplir:</b> $i > 3$	50.91 m <b>Debe cumplir:</b> $i > 3$	43.45 m <b>Debe cumplir:</b> $i > 3$	49.478 m <b>Debe cumplir:</b> $i > 3$
42.78 m <b>Dato Escogido</b>	46.15 m <b>Dato Escogido</b>	43.45 m <b>Dato Escogido</b>	46.15 m <b>Dato Escogido</b>

V	40	V	40	V	40	V	40
i	NO	i	NO	i	NO	i	NO
CALCU.	-	CALCU.	-	CALCU.	-	CALCU.	-
REDON.	-	REDON.	-	REDON.	-	REDON.	-

## 3° FORMA DE HALLAR DP POR TABLA 205.01 - A, PENDIENTE DIFERENTE DE 0%

V =	40	V =	40	V =	40	V =	40
i =	7.4	i =	-7.4	i =	5.6	i =	-5.6
Dp =	43.53	Dp =	51.40	Dp =	44.13	Dp =	49.60

## 4° FORMA DE HALLAR DP POR GRAFICA

20	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
30 km/h	33	33	33	32	32	32	31	31	31	30	30	30	30	29	29	29	29	29	29	28	28
40 km/h	46	45	44	44	43	42	42	41	41	40	40	39	39	39	38	38	38	37	37	37	36
50 km/h	65	64	62	61	60	59	58	57	56	56	55	54	53	53	52	51	51	50	50	49	49
60 km/h	90	88	86	84	82	81	80	78	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	66	65
70 km/h	119	116	113	110	108	105	103	101	99	97	96	94	92	91	90	88	87	86	85	84	83
80 km/h	152	147	143	140	136	133	130	127	124	122	120	117	115	113	112	110	108	107	105	104	102
90 km/h	189	183	178	173	168	164	161	156	153	150	147	144	141	139	136	134	132	130	128	126	124

$V = 40$

$V = 40$

$V = 40$

$V = 40$

$i = 7.4$

$i = -7.4$

$i = 5.6$

$i = -5.6$

Dp = 37.00	Dp = 44.00	Dp = 38.00	Dp = 43.00
------------	------------	------------	------------

## RESULTADOS

DP DONDE  $i = 7.4$ 

		ECONOMICO (MENOR)					
Vd	40	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	DP
		42.78	-	-	43.53	37.00	<b>37.00</b>
		MODERADO (INTERMEDIO)					
Vd	40	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	DP
		42.78	-	-	43.53	37.00	<b>42.78</b>
		SEGURO (MAYOR)					
Vd	40	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	DP
		42.78	-	-	43.53	37.00	<b>43.53</b>

DP DONDE  $i = -7.4$ 

		ECONOMICO (MENOR)					
Vd	40	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	DP
		46.15	-	-	51.40	44.00	<b>44.00</b>
		MODERADO (INTERMEDIO)					
Vd	40	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	DP
		46.15	-	-	51.40	44.00	<b>46.15</b>
		SEGURO (MAYOR)					
Vd	40	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	DP
		46.15	-	-	51.40	44.00	<b>51.40</b>

DP DONDE  $i = 5.4$ 

		ECONOMICO (MENOR)					
Vd	40	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	DP
		43.45	-	-	44.13	38.00	<b>38.00</b>
		MODERADO (INTERMEDIO)					
Vd	40	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	DP
		43.45	-	-	44.13	38.00	<b>43.45</b>
		SEGURO (MAYOR)					
Vd	40	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	DP
		43.45	-	-	44.13	38.00	<b>44.13</b>

DP DONDE  $i = -5.4$ 

		ECONOMICO (MENOR)					
Vd	40	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	DP
		46.15	-	-	49.60	43.00	<b>43.00</b>
		MODERADO (INTERMEDIO)					
Vd	40	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	DP
		46.15	-	-	49.60	43.00	<b>46.15</b>
		SEGURO (MAYOR)					
Vd	40	DP1	DP2	DP3	DP4	DP5	DP
		46.15	-	-	49.60	43.00	<b>49.60</b>

**Figura 17**

*Distancia de visibilidad de parada sin pendiente*

**Tabla 205.01**  
**Distancia de visibilidad de parada (metros), en pendiente 0%**

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de percepción reacción (m)	Distancia durante el frenado a nivel (m)	Distancia de visibilidad de parada	
			Calculada (m)	Redondeada (m)
20	13.9	4.6	18.5	20
30	20.9	10.3	31.2	35
40	27.8	18.4	46.2	50
50	34.8	28.7	63.5	65
60	41.7	41.3	83.0	85
70	48.7	56.2	104.9	105
80	55.6	73.4	129.0	130
90	62.6	92.9	155.5	160
100	69.5	114.7	184.2	185
110	76.5	138.8	215.3	220
120	93.4	165.2	248.6	250
130	90.4	193.8	284.2	285

*Nota. Esta figura detalla la distancia de visibilidad de parada (m) en pendiente (0%); elaborado por Manual de Carreteras "Diseño Geométrico (DG-2018)".*

**Figura 18**

*Distancia de visibilidad de parada con pendiente*

**Tabla 205.01 -A**  
**Distancia de visibilidad de parada con pendiente (metros)**

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada			Pendiente en subida		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	31	30	29
40	50	50	53	45	44	43
50	66	70	74	61	59	58
60	87	92	97	80	77	75
70	110	116	124	100	97	93
80	136	144	154	123	118	114
90	164	174	187	148	141	136
100	194	207	223	174	167	160
110	227	243	262	203	194	186
120	283	293	304	234	223	214
130	310	338	375	267	252	238

*Nota. Este grafico detalla la distancia de visibilidad de parada (m) con pendiente; elaborado por Manual de Carreteras "Diseño Geométrico (DG-2018)".*

**4.1.6.1.5. Distancia de Visibilidad de Adelantamiento**

**1° FORMA DE HALLAR DA POR FORMULA**

<b>+10 A Vd PARA PENDIENTE ±6</b> Vd = 50 km/h T <sub>1</sub> = 3.6 s Ve = 56.2 km/h m = 15 km/h a = 2.25 km/h T <sub>2</sub> = 9.3 s			$Da = D1 + D2 + D3 + D4$				
			$D_1 = 0.278 * T1 * (Ve - m + \frac{at_1}{2})$			45.29 m	
			$D_3 = \text{Distancia variable entre 30 y 90 m}$			30.00 m	
			$D_2 = 0.278(V)(t_2)$	145.30 m		$D_4 = \frac{2}{3}D_2$	96.87 m
			Da =			317.45 m	

**2° FORMA DE HALLAR DA POR TABLA 205.02**

Vd	50	<b>Ve</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>Da</b>
		56.2	45	145	30	97	317

**3° FORMA DE HALLAR DA POR TABLA 205.03**

Vd	50	<b>DA CALCULADA</b>	<b>DA REDONDEADA</b>
		341	345

**4° FORMA DE HALLAR DA POR GRAFICA**

V ( km/h )	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
Da ( m )	110	170	230	290	350	410	470	530	580	650	700	760	820

Vd	50	<b>DA</b>
		230

**RESULTADOS**

<b>ECONOMICO (MENOR)</b>							
Vd	50	<b>Da1</b>	<b>Da2</b>	<b>Da3</b>	<b>Da4</b>	<b>Da5</b>	<b>Da</b>
		317.45	317.00	341.00	345.00	230.00	<b>230.00</b>
<b>MODERADO (INTERMEDIO)</b>							
Vd	50	<b>Da1</b>	<b>Da2</b>	<b>Da3</b>	<b>Da4</b>	<b>Da5</b>	<b>Da</b>
		317.45	317.00	341.00	345.00	230.00	317.45
<b>SEGURO (MAYOR)</b>							
Vd	50	<b>Da1</b>	<b>Da2</b>	<b>Da3</b>	<b>Da4</b>	<b>Da5</b>	<b>Da</b>
		317.45	317.00	341.00	345.00	230.00	<b>345.00</b>

**Figura 19**

*Velocidad especifica y sus elementos de distancia de adelantamiento*

COMPONENTE DE LA MANIOBRA DE ADELANTAMIENTO	RANGO DE VELOCIDAD ESPECÍFICA EN LA TANGENTE EN LA QUE SE EFECTÚA LA MANIOBRA (km/h)			
	50-65	66-80	81-95	96-110
	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO QUE ADELANTA, V (km/h)			
	56.2 <sup>1</sup>	70 <sup>1</sup>	84.5 <sup>1</sup>	99.8 <sup>1</sup>
<b>Maniobra inicial:</b>				
a: Promedio de aceleración (Km/h/s)	2.25	2.3	2.37	2.41
t <sub>1</sub> : Tiempo (s)	3.6	4	4.3	4.5
d <sub>1</sub> : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	45	66	89	113
<b>Ocupación del carril contrario:</b>				
t <sub>2</sub> : Tiempo (s)	9.3	10	10.7	11.3
d <sub>2</sub> : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	145	195	251	314
<b>Distancia de seguridad:</b>				
d <sub>3</sub> : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	30	55	75	90
<b>Vehículos en sentido opuesto:</b>				
d <sub>4</sub> : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	97	130	168	209
D <sub>A</sub> = d <sub>1</sub> + d <sub>2</sub> + d <sub>3</sub> + d <sub>4</sub>	317	446	583	726

Nota. Este gráfico detalla los elementos que conforman la distancia de adelantamiento y ejemplos de cálculos; elaborado por Manual de Carreteras “Diseño Geométrico (DG–2018)”.

## Figura 20

Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento

**Tabla 205.03**  
Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos

VELOCIDAD ESPECÍFICA EN LA TANGENTE EN LA QUE SE EFECTÚA LA MANIOBRA (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO ADELANTADO (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO QUE ADELANTA, V (km/h)	MÍNIMA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO D <sub>A</sub> (m)	
			CALCULADA	REDONDEADA
20	-	-	130	130
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

Nota. Este gráfico detalla las mínimas distancias de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos; elaborado por Manual de Carreteras “Diseño Geométrico (DG–2018)”.

### 4.1.6.1.6. Radio y longitud en tangente mínimos



	POR FORMULA	POR TABLA
$R_{\min} = \frac{V^2}{127 (P_{\max} + f_{\max})}$	V : 40.000 km/h	V : 40.000 km/h
$f_{\max} = 0.2 - \frac{V}{1250}$	P max : 31.000	P max : 8.000
Pmax. del proyecto:	f max : 0.168 %	f max : 0.170 %
Inclinación máx.: 31.1% -23.0% Inclinación prom.: 7.4% -5.6%	R min : 26.357 m	R min : 50.400 m Calculado
		R min : 50.000 m Redondeado

Figura 21

Velocidad de diseño y rango mínimo de elementos de alineamiento

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área urbana	30	4.00	0.17	33.7	35
	40	4.00	0.17	60.0	60
	50	4.00	0.16	98.4	100
	60	4.00	0.15	149.2	150
	70	4.00	0.14	214.3	215
	80	4.00	0.14	280.0	280
	90	4.00	0.13	375.2	375
	100	4.00	0.12	492.10	495
	110	4.00	0.11	635.2	635
	120	4.00	0.09	872.2	875
130	4.00	0.08	1,108.9	1,110	
Área rural (con peligro de hielo)	30	6.00	0.17	30.8	30
	40	6.00	0.17	54.8	55
	50	6.00	0.16	89.5	90
	60	6.00	0.15	135.0	135
	70	6.00	0.14	192.9	195
	80	6.00	0.14	252.9	255
	90	6.00	0.13	335.9	335
	100	6.00	0.12	437.4	440
	110	6.00	0.11	560.4	560
	120	6.00	0.09	755.9	755
130	6.00	0.08	950.5	950	
Área rural (plano u ondulada)	30	8.00	0.17	28.3	30
	40	8.00	0.17	50.4	50
	50	8.00	0.16	82.0	85
	60	8.00	0.15	123.2	125
	70	8.00	0.14	175.4	175
	80	8.00	0.14	229.1	230
	90	8.00	0.13	303.7	305
	100	8.00	0.12	393.7	395
	110	8.00	0.11	501.5	500
	120	8.00	0.09	667.0	670
130	8.00	0.08	831.7	835	
Área rural (accidentada o escarpada)	30	12.00	0.17	24.4	25
	40	12.00	0.17	43.4	45
	50	12.00	0.16	70.3	70
	60	12.00	0.15	105.0	105
	70	12.00	0.14	148.4	150
	80	12.00	0.14	193.8	195
	90	12.00	0.13	255.1	255
	100	12.00	0.12	328.1	330
	110	12.00	0.11	414.2	415
	120	12.00	0.09	539.9	540
130	12.00	0.08	665.4	665	

Nota. Este gráfico detalla los criterios mínimos de los elementos del alineamiento que debemos considerar para nuestro diseño geométrico; elaborado por Manual de Carreteras "Diseño Geométrico (DG-2018)".

Figura 22

Tramos de tangente

**Tabla 302.01**  
Longitudes de tramos en tangente

V (km/h)	L mín.s (m)	L mín.o (m)	L máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

*Nota. Este grafico detalla las longitudes de tramos de tangente mínimos a considerar; elaborado por Manual de Carreteras "Diseño Geométrico (DG-2018)".*

#### 4.1.6.1.7. Elementos geométricos

**Tabla 34**

*Tangentes de diseño geométrico*

CUADRO DE TANGENTES		
NÚMERO	LONGITUD (m)	DIRECCIÓN
L1	74.987	N8° 11' 03" E
L2	93.641	N8° 33' 37" W
L3	77.482	N23° 49' 03" E
L4	70.41	N70° 13' 59" E
L5	132.841	N84° 18' 17" W
L6	111.174	N12° 24' 11" W
L7	100.284	N44° 56' 12" E
L8	151.092	N27° 42' 49" W
L9	445.893	N84° 10' 02" E
L10	90.552	N0° 46' 48" W
L11	109.78	N51° 00' 56" E
L12	159.218	N73° 49' 43" W
L13	289.946	N18° 06' 28" E
L14	170.649	N25° 51' 46" W
L15	109.938	N11° 44' 37" W
L16	130.496	N62° 45' 31" W
L17	321.851	N41° 01' 45" W
L18	82.13	N23° 12' 44" W
L19	281.3	N39° 49' 14" W
L20	172.729	N32° 33' 24" W
L21	322.27	N22° 28' 37" W
L22	165.23	N28° 11' 51" W

<b>L23</b>	172.036	N4° 11' 55" W
<b>L24</b>	56.911	N11° 18' 29" E
<b>L25</b>	177.105	N16° 08' 48" E
<b>L26</b>	84.469	N10° 19' 55" W
<b>L27</b>	78.502	N32° 29' 39" W
<b>L28</b>	207.231	N44° 55' 31" E
<b>L29</b>	58.345	N32° 49' 10" E
<b>L30</b>	79.464	N28° 03' 11" W
<b>L31</b>	56.886	N8° 04' 05" W
<b>L32</b>	91.104	S32° 12' 51" W
<b>L33</b>	193.208	N20° 41' 53" E
<b>L34</b>	16.884	N38° 32' 36" W

*Nota. Esta tabla detalla las tangentes consideradas según el alineamiento de nuestra carretera Chuán - Oromalqui; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

**Tabla 35**

*Elementos de curvas horizontales*

N	DIRECCIÓN	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PC/TS	PI	PT/SC	PI	PI	PI
	N	A (Δ)							/CS		/ST	NORTE	ESTE	
<b>L1</b>					75				0+000		0+075			
									.00		.00			
<b>PI:1</b>	N0° 21'	13°04'	287	32.8	65.5	65.3	1.8	1.8	0+075	0+107	0+140	9103528	77723	
	17"W	41"		9	6	6	8	7	.00	.89	.50	.79	7.84	
<b>L2</b>					93.64				0+140		0+234			
									.50		.14			
<b>PI:2</b>	N8° 27'	30°42'	95.7	26.2	51.3	50.6	3.5	3.4	0+234	0+260	0+285	9103680	77721	
	43"E	40"		8	9	9	4	2	.14	.42	.43	.5	9.5	
<b>L3</b>					77.46				0+285		0+362			
									.43		.90			
<b>PI:3</b>	N47° 01'	46°24'	61.83	26.5	50.9	48.7	5.4	5	0+362	0+389	0+412	9103799	77727	
	31"E	56"		1	3	3	4	5	.90	.41	.98	.66	2.1	
<b>L4</b>					70.41				0+412		0+483			
									.98		.39			
<b>PI:4</b>	N2° 57'	134°3	32.98	78.7	77.43	60.8	52.	20.	0+483	0+562	0+650	9103859	77743	
	51"E	2'15"		1	3	3	4	2	.39	.11	.83	.06	7.38	
<b>L5</b>					132.8				0+650		0+693			
					4				.83		.67			
<b>PI:5</b>	N42° 51'	42°54'	68.36	26.8	51.18	50	5.0	4.7	0+693	0+720	0+744	9103962	77722	
	14"W	06"		6	6	6	9	3	.67	.52	.85	.43	2.55	
<b>L6</b>					111.1				0+744		0+856			
					7				.85		.02			
<b>PI:6</b>	N11° 46'	66°20'	44.41	29.0	51.42	48.5	8.6	7.2	0+856	0+885	0+907	9104117	77716	
	03"E	26"		3	9	9	5	4	.02	.05	.44	.97	1.58	
<b>L7</b>					130.5				0+907		1+007			
									.44		.73			
<b>PI:7</b>	N12° 36'	64°39'	123.8	78.3	139.7	132.	22.	19.	1+007	1+086	1+147	9104264	77730	
	38"E	15"		5	4	4	7	2	.73	.07	.43	.96	8.26	
<b>L8</b>					151.0				1+147		1+298			
					9				.43		.52			
<b>PI:8</b>	N13° 16'	65°59'	183.5	119.	211.3	199.	35.	29.	1+298	1+417	1+509	9104593	77719	
	31"E	01"		1	5	9	3	6	.52	.66	.87	.11	0.66	
<b>L9</b>					445.6				1+509		1+955			
					9				.87		.56			
<b>PI:9</b>	N22° 43'	47°05'	138.5	57.0	107.5	104.	11.	10.	1+955	2+012	2+063	9105023	77764	
	06"E	51"		3	7	6	9	9	.56	.59	.12		0	
<b>L10</b>					90.55				2+063		2+153			
									.12		.67			

PI:1 0	N25° 05' 33"E	51°50' 44"	122.3	59.4 4	110.6 6	106. 9	13. 3	12. 3	2+153 .67	2+213 .12	2+264 .33	9105230	77763 7
L11					109.7 6				2+264 .33		2+374 .09		
PI:1 1	N14° 19' 24"W	130°4 0'38"	50	108. 9	114.0 4	90.8 8	69. 8	29. 1	2+374 .09	2+482 .99	2+648 .13	9105404 .96	77785 3.17
L12					159.2 2				2+648 .13		2+874 .35		
PI:1 2	N31° 46' 38"W	95°46' 08"	50	55.3 1	83.57	74.1 8	24. 6	16. 5	2+647 .35	2+702 .65	2+730 .92	9105463	77755 0.05
L13					289.9 5				2+730 .92		3+020 .87		
PI:1 3	N6° 52' 40"W	45°58' 12"	103.8	44.0 3	83.28	81.0 7	8.9 5	8.2 4	3+020 .87	3+064 .90	3+104 .15	9105837	77764 3
L14					170.6 5				3+104 .15		3+274 .80		
PI:1 4	N20° 48' 11"W	18°07' 10"	165.1	26.3 2	52.2	51.9 9	2.0 9	2.0 6	3+274 .80	3+301 .12	3+327 .01	9106046	77752 3
L15					109.9 4				3+327 .01		3+436 .94		
PI:1 5	N37° 15' 04"W	51°00' 55"	111.5	53.2	99.28	96.0 4	12	10. 9	3+436 .94	3+490 .15	3+536 .23	9106231 .5	77744 4.44
L16					130.5				3+536 .23		3+666 .72		
PI:1 6	N51° 53' 33"W	21°43' 56"	141.3	27.1 2	53.59	53.2 7	2.5 8	2.5 3	3+666 .72	3+693 .84	3+720 .31	9106328	77729 7
L17					321.6 8				3+720 .31		4+041 .99		
PI:1 7	N32° 07' 10"W	17°48' 51"	329.5	51.6 3	102.4 4	102	4.0 2	3.9 7	4+041 .99	4+093 .63	4+144 .43	9106630 .09	77720 4.15
L18					82.13				4+144 .43		4+226 .56		
PI:1 8	N31° 30' 59"W	16°36' 30"	177	25.8 3	51.31	51.1 3	1.8 8	1.8 6	4+226 .56	4+252 .39	4+277 .67	9106776 .77	77769 7.15
L19					261.3				4+277 .67		4+539 .17		
PI:1 9	N21° 11' 19"W	37°15' 51"	120.1	40.4 9	78.11	76.7 4	6.6 4	6.2 9	4+539 .17	4+617 .27	4+790 .00	9107028 .4	77761 1.44
L20					172.7 3				4+790 .00		4+826 .47		
PI:2 0	N12° 31' 00"W	19°55' 14"	207.7	36.4 7	72.21	71.8 5	3.1 8	3.1 3	4+790 .00	4+826 .47	4+862 .71	9107277 .85	77775 0.3
L21					322.2 7				4+862 .21		5+184 .48		
PI:2 1	N30° 20' 14"W	15°43' 13"	262.2	36.2	71.95	71.7 2	2.4 9	2.4 6	5+184 .48	5+220 .68	5+256 .43	9107642 .79	77659 9.31
L22					165.2 9				5+256 .43		5+421 .72		
PI:2 2	N21° 11' 54"W	33°59' 53"	98.61	30.1 5	58.51	57.6 6	4.5 1	4.3 1	5+421 .72	5+451 .87	5+480 .23	9107824 .79	77645 6.07
L23					172.0 4				5+480 .23		5+652 .27		
PI:2 3	N3° 33' 16"E	15°30' 27"	185.3	25.2 5	50.16	50.0 1	1.7 1	1.6 9	5+652 .27	5+677 .51	5+702 .43	9108051 .64	77643 9.42
L24					56.91				5+702 .43		5+759 .34		
PI:2 4	N6° 13' 37"E	10°09' 43"	331.6	29.4 8	58.81	58.7 4	1.3 1	1.3	5+759 .34	5+788 .83	5+818 .16	9108161 .1	77646 1.31
L25					177.1 1				5+818 .16		5+995 .26		
PI:2 5	N4° 35' 35"W	11°28' 41"	281.4	28.2 8	56.37	56.2 8	1.4 2	1.4 1	5+995 .26	6+023 .54	6+051 .63	9108395 .92	77646 6
L26					84.47				6+051 .63		6+136 .10		
PI:2 6	N21° 54' 47"W	23°09' 44"	128.9	26.4 2	52.12	51.7 7	2.6 8	2.6 2	6+136 .10	6+162 .52	6+188 .22	9108523 .84	77644 1.04

<b>L27</b>					78.5					6+188 .22		6+266 .72		
<b>PI:2 7</b>	N5° 42' 56"E	7°25'1 0"	87.5	71.3 9	119.7 6	110. 6	25. 4	19. 7		6+266 .72	6+338 .11	6+386 .48	9108797 .87	77634 3.75
<b>L28</b>					207.2 3					6+386 .48		6+593 .71		
<b>PI:2 8</b>	N28° 52' 21"E	32°06' 21"	119.8	34.4 7	67.12	66.2 5	4.8 6	4.6 7		6+593 .71	6+628 .18	6+660 .84	9108901 .54	77656 4.84
<b>L29</b>					58.84					6+660 .84		6+719 .67		
<b>PI:2 9</b>	N20° 26' 10"E	15°14' 01"	278.9	37.2 9	74.14	73.9 3	2.4 8	2.4 6		6+719 .67	6+756 .96	6+793 .81	9109028 .83	77659 3.82
<b>L30</b>					79.46					6+793 .81		6+873 .28		
<b>PI:3 0</b>	N9° 14' 33"E	3°37'5 7"	77.44	26.3 8	50.85	49.9 4	4.3 7	4.1 4		6+873 .28	6+899 .66	6+924 .13	9109155 .2	77666 1.14
<b>L31</b>					56.86					6+924 .13		6+980 .98		
<b>PI:3 1</b>	N53° 40' 50"W	88°13' 30"	32.64	31.6 4	50.25	45.4 3	12. 8	9.2		6+980 .98	7+012 .62	7+031 .24	9109268 .48	77664 2.04
<b>L32</b>					91.1					7+031 .24		7+122 .34		
<b>PI:3 2</b>	N38° 32' 51"W	118°2 9'28"	25.38	42.6 5	52.48	43.6 2	24. 3	12. 4		7+122 .34	7+164 .99	7+174 .82	9109246 .05	77647 8.18
<b>L33</b>					193.2 1					7+174 .82		7+368 .03		
<b>PI:3 3</b>	N8° 55' 21"W	59°14' 28"	49.88	28.3 6	51.57	49.3	7.5	6.5 2		7+368 .03	7+369 .39	7+419 .60	9109493 .21	77657 1.56
<b>L34</b>					16.88					7+419 .60		7+436 .49		

Nota. Esta tabla detalla los elementos de curvas horizontales consideradas según el alineamiento de nuestro tramo Chuán - Oromalqui; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.

#### 4.1.6.1.8. Sección Transversal Típica

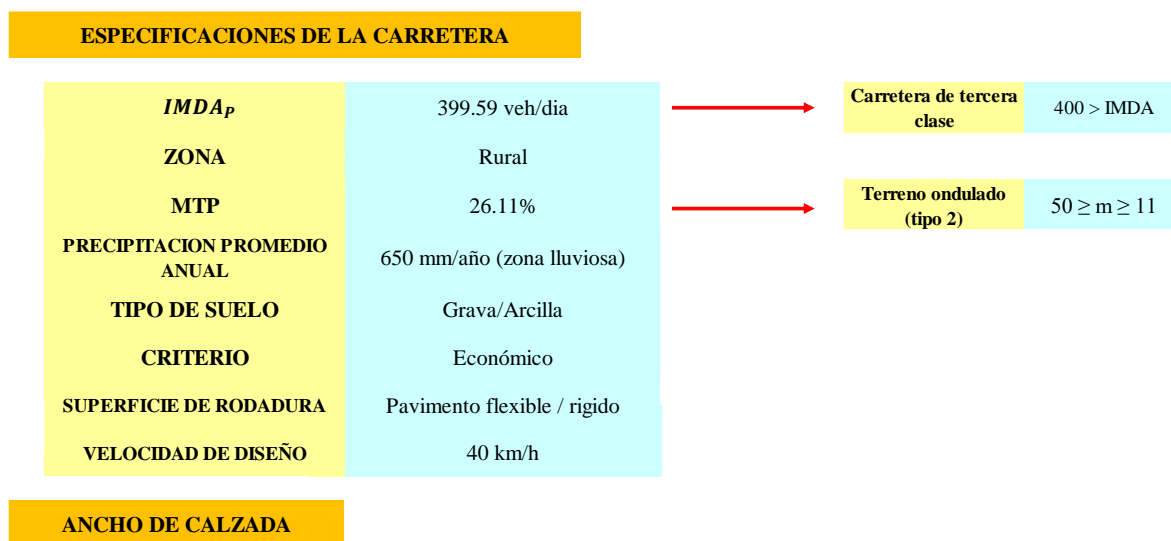


Figura 23

Anchos de calzada

Tabla 304.01  
Anchos mínimos de calzada en tangente

Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera							
	> 6,000				6,000 – 4,001				4,000-2.001				2,000-400				< 400			
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30km/h																				
40 km/h																	6.60	6.60	6.60	6.00
50 km/h																	6.60	6.60	6.60	5.00
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60
70 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60
90 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60
100 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60
110 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60
120 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60
130 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60

**Notas:**

- a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)  
 b) En carreteras de Tercera Clase, excepcionalmente podrán utilizarse calzadas de hasta 500 m, con el correspondiente sustento técnico y económico

*Nota. Este grafico detalla los anchos mínimos de calzada en tangente; elaborado por Manual de Carreteras "Diseño Geométrico (DG-2018)".*

Considerando que nuestra carretera es de **TERCERA CLASE** y contamos con un **TERRENO ONDULADO** (TIPO 2) se determinó que el ancho de nuestra calzada será de:

**6.60 m**

**ANCHO DEL CARRIL**

Para determinar el ancho de nuestro carril solo debemos dividir el ancho de la calzada entre 2 ya que nuestra carretera contará con dos carriles por lo que el ancho de cada uno será de:

$$\text{Ancho carril} = \frac{6.60}{2} = \mathbf{3.30 \text{ m}}$$

**ANCHO DE LA BERMA**

Considerando que nuestra carretera es de **TERCERA CLASE** y contamos con un **TERRENO ONDULADO** (TIPO 2) se determinó que el ancho de nuestra berma en cada lado de la calzada será de:

**0.90 m**

**ANCHO DE LA CORONA DE PAVIMENTO**

Para determinar el ancho de nuestra corona de pavimento, debemos sumar el ancho de la calzada más 2 veces el ancho de la berma obteniendo así:

$$\text{Ancho corona} = 6.6 + 2(0.9) = \mathbf{8.40 \text{ m}}$$

**BOMBEO DE LA CALZADA****Figura 24**

Valores bombeo de calzada

Tabla 304.03  
Valores del bombeo de la calzada

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

Nota. Este grafico detalla los valores de bombeo de calzada; elaborado por Manual de Carreteras "Diseño Geométrico (DG-2018)".

Teniendo una Precipitacion mayor de **500 mm/año** y una superficie sin pavimentar (**AFIRMADO**) elegimos el siguiente valor para el bombeo de nuestra calzada:

**2.5%**

#### PENDIENTE DE BERMA

### Figura 25

Pendientes transversales mínimas de las bermas

Superficie de las Bermas	PENDIENTE TRANSVERSALES MINIMAS DE LAS BERMAS	
	PENDIENTE NORMAL (PN)	PENDIENTE ESPECIAL
Pav. o Tratamiento	4%	
Grava o Afirmado	4% - 6% (1)	0% (2)
Césped	8%	

Nota. Este grafico detalla la pendiente transversal mínima de la berma; elaborado por Manual de Carreteras "Diseño Geométrico (DG-2018)".

Teniendo una CARRETERA DE TERCERA CLASE se determina que su superficie es PAVIMENTO por ende su pendiente sera :

**4%**

#### ANCHO DE DERECHO DE VIA

### Figura 26

Anchos mínimos de vía

**Tabla 304.09**  
**Anchos mínimos de Derecho de Vía**

Clasificación	Anchos mínimos (m)
Autopistas Primera Clase	40
Autopistas Segunda Clase	30
Carretera Primera Clase	25
Carretera Segunda Clase	20
Carretera Tercera Clase	16

*Nota. Este gráfico detalla los anchos mínimos de derecho de vía; elaborado por Manual de Carreteras "Diseño Geométrico (DG-2018)".*

En general, los anchos de la faja de dominio o Derecho de Vía, fijados por la autoridad competente se incrementarán en 5.00 m, en los siguientes casos:

- Del borde superior de los taludes de corte más alejados.
- Del pie de los terraplenes más altos.
- Del borde más alejado de las obras de drenaje
- Del borde exterior de los caminos de servicio.

Considerando que nuestra carretera es de **TERCERA CLASE** y con el paso del tiempo tiene proyección a convertirse en una de Segunda Clase por el aumento de tráfico, además de encontrarse en una zona rural, tenemos como ancho de derecho de vía:

*Ancho derecho de vía =* **30.00 m**

#### 4.1.6.2. Diseño de pavimento flexible

##### 4.1.6.2.1. Datos del CBR mediante el estudio de suelos

Estos datos que se muestran en el cuadro se lograron obtener del estudio de suelos que se realizó a la zona en donde se desarrolló el proyecto de investigación, los datos del CBR se utilizarán para poder diseñar su estructura y las dimensiones del pavimento.

**Tabla 36**

*Datos del CBR de las calicatas*

Número de calicatas	CBR diseño al 95 %
Calicata 01	12.72
Calicata 02	11.51
Calicata 03	10.90
Calicata 04	12.42
Calicata 05	12.72
Calicata 06	24.87
Calicata 07	30.34



Calicata 08	30.95
Calicata 09	30.04

*Nota. Esta tabla detalla los datos de CBR obtenido en el estudio de suelos; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

De acuerdo a los datos obtenidos en el estudio de mecánica de suelos en el CBR se tendrá que realizar el diseño de pavimentos por dos tramos, porque en los kilómetros 0+000 – 4+000 el CBR menor es 10.90% y en los kilómetros 4+000 – 7+554 el CBR menor es 24.87%.

#### **4.1.6.2.2. Datos del CBR para las calicatas del primer tramo**

**Tabla 37**

*Datos del CBR en primer tramo*

Número de calicatas	CBR diseño al 95%
Calicata 01	12.72
Calicata 02	11.51
<b>Calicata 03</b>	<b>10.90</b>
Calicata 04	12.42
Calicata 05	12.72

*Nota. Esta tabla detalla los datos de CBR obtenido en el primer tramo; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

Teniendo en cuenta los datos obtenidos los cuales se obtuvieron del terreno de fundación, y asumiendo el CBR 95 % el más crítico de este tramo es de 10.90 %, por lo que se clasifica como una subrasante buena como se muestra en el cuadro.

**Tabla 38**

*Clasificación mediante CBR*

Clasificación CBR de diseño	CBR de Diseño
So: subrasante muy pobre	< 3%
S1: subrasante pobre	3% - 5%
S2: subrasante regular	6% - 10%
<b>S3: subrasante buena</b>	<b>11% - 19%</b>
S4: subrasante muy buena	> 20%

*Nota. Esta tabla detalla la clasificación mediante CBR del primer tramo; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

#### **4.1.6.2.3. Datos del Estudio de Trafico**

Durante el diseño del pavimento se tendrá en cuenta las cargas en la cual el pavimento será sometido, para ello se tendrá en cuenta las cargas vivas que se transportaran por la vía, estas cargas vivas vienen a ser los tipos de vehículos que transitaran por la vía.

Para el estudio de tráfico del proyecto se realizó entre los tramos de Chuán - Oromalqui, por lo cual se logró realizar un conteo de 7 días, en donde se logró obtener los siguientes datos como se muestran en el cuadro.

**Tabla 39**

*Número de vehículos según su tipo.*

<b>Pavimento Flexible</b>		
<b>Tasa anual de crecimiento del tránsito (para vehículos pesados) (%)</b>	r	2.21%
<b>Años del período de diseño (años)</b>	n	20
<b>Factor de vehículos pesados</b>	Fca	24.81199575
<b>Factor direccional</b>	Fd	0.50
<b>Factor de carril</b>	Fc	1.00
<b>Número de repeticiones de ejes equivalente</b>	ESAL	860303.1619

*Nota. Esta tabla detalla el número de vehículos según su tipo; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

#### **4.1.6.2.4. Espesor de Pavimento, Base y Sub Base Granular**

Para el módulo de resiliente de subrasante ( $M_r$ ), en nuestro país no se puede hacer los cálculos necesarios por lo que no se cuenta con equipos adecuados por lo tanto se ha encontrado una nueva ecuación en donde nos permite obtener la información mediante los datos obtenido del estudio de suelos que es del CBR y R, para ello se tiene la siguiente ecuación.

$$\text{Módulo Resiliente} = 2555 \times \text{CBR} \times 0.64$$

$$M_r = 2555 \times 10.90 \times 0.64$$

$$M_r = 11,785.39 \text{ psi}$$

Para la confiabilidad (R), desviación estándar normal (Zr) y desviación estándar total (S0), para poder obtener estos datos, se procedió a realizar estudios estadísticos, todo este procedimiento se realizó para poder saber de qué manera se comporta el pavimento. Para ello se tienen el cuadro.

**Tabla 40**

*Niveles de confiabilidad*

Clasificación Funcional	Confiabilidad Recomendada		Desv. Est. Total (S0)	
	Urbano	Rural	Pav. Rígido	Pav. Flexible
Interestatal y otras vías libres	85- 99.9	80 - 99.9		
Arterias Principales	80 - 99	75 - 95	0.30 - 0.40	<b>0.40 - 0.50</b>
Colectoras	85 - 95	75 - 95		
Locales	<b>50 - 80</b>	<b>50 - 80</b>		

*Nota. Esta tabla detalla el diseño de estructuras de pavimentos; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

De acuerdo a los datos el valor que se tendrá en cuenta de acuerdo con la clasificación funcional de la carretera (locales), se obtuvo que el nivel de confiabilidad es de 70 %, en lo cual este valor encontramos que el valor de estándar normal es de -0.524 y también se tendrá una desviación estándar total de 0.45.

En este caso se diseñó una vía de poco tráfico, en donde se tendrá en cuenta los siguientes datos como se muestra en el cuadro 42, que nos muestran los datos de la serviciabilidad inicial y en el cuadro 43 del final.

**Tabla 41**

*Índice de serviciabilidad inicial*

Índice de serviciabilidad inicial	
Pi	Clasificación
3.8	Caminos de bajo volumen de tránsito

*Nota. Esta tabla detalla el Índice de serviciabilidad inicial AASHTO 1993 para el diseño de estructuras de pavimentos; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

**Tabla 42***Índice de serviciabilidad final*

Índice de serviciabilidad final	
Pi	Clasificación
2	Caminos de bajo volumen de tránsito

*Nota. Esta tabla detalla el Índice de serviciabilidad final AASHTO 1993 para el diseño de estructuras de pavimentos; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

En la determinación de los espesores de todas las capas que forman las estructuras del pavimento en diseño se realiza el ensayo del método AASHTO, en donde este tipo de método toma en cuenta algunos parámetros que están vinculados con el soporte del (CBR).

Para poder llegar a resolver el número estructural, se tiene que utilizar el siguiente software.

### 1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a) Periodo de diseño en años ( t ):	20
b) Numero de Ejes Equivalentes: Trafico EE	860,303
c) Índice de serviciabilidad inicial ( pi ):	3.8
d) Índice de serviciabilidad final ( pt ):	2.0
e) Índice de confianza ( R% ):	80%
f) Desviación estándar normal ( ZR ):	-0.842
g) Error de combinación estándar ( So ):	0.45

### 2. PROPIEDADES DE MATERIALES

c) C.B.R. de la Sub Rasante (%):	10.90 %	
d) Modulo de Resiliencia:	11,785.39 psi	
	Mr=1500 CBR	16,350.00 psi
	Mr=2555 CBR <sup>0.64</sup>	11,785.39 psi

Pavimentos Urbanos  
Manual de Carreteras

### 3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}(\Delta PSI)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

SN Requerido	G <sub>t</sub>	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
2.62	-0.17609	5.93	5.93

Con la utilización del software se determinó el número estructural de diseño que es de SN= 2.62

#### 4.1.6.2.5. Selección de los Espesores de Capa.

Ya habiendo determinado el número estructural de diseño para dimensionar el pavimento, es necesario determinar el grupo de espesores de capa, los cuales al ser

mezclados ofrece una capacidad de carga necesaria para SN de diseño. La ecuación que proporciona las dimensiones de estas capas está en correlación con SN.

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

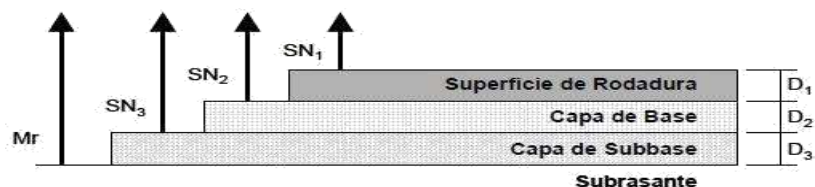
Dónde:

$a_1, a_2, a_3$  = Coeficientes estructurales de capa.  $D_1, D_2, D_3$  = Espesores de capa.

$M_2, m_3$  = Coeficientes de drenaje (regular = 0.80)

### Figura 27

Sección de espesores de carga

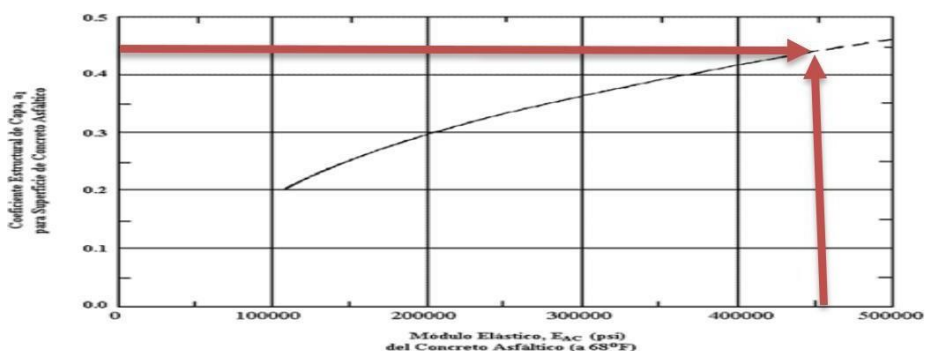


*Nota.* Este grafico detalla la sección de los espesores de capas; fuente es la guía para el diseño de estructuras de pavimentos AASHTO 93.

Para el valor de equivalencia de la carpeta asfáltica se obtiene de la figura 1, para un módulo de elástico estimado en 450000 psi, en donde el valor para nuestro proyecto es de 0.435.

### Figura 28

Coeficiente estructural



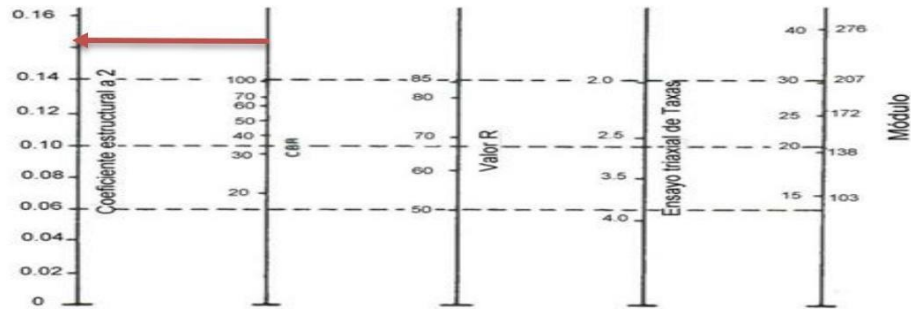
*Nota.* Este grafico detalla el coeficiente estructural; fuente es la guía para el diseño de estructuras de pavimentos AASHTO 93.

#### 4.1.6.2.6. Determinación del valor de $a_2$ .

Como no se tiene material de base se asume un porcentaje de CBR de 85%, por lo tanto, en la figura 2 se calcula el valor de  $a_2$  que viene a ser de  $a_2 = 0.128$

**Figura 29**

*Determinación de capas base*



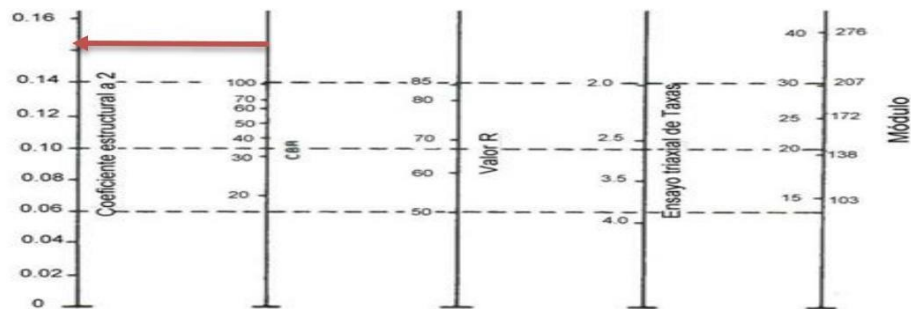
*Nota. Este grafico determina las capas bases; fuente es la guía para el diseño de estructuras de pavimentos AASHTO 93.*

#### 4.1.6.2.7. Determinación del valor de $a_3$ .

Con el valor del CBR de la cantera que es de 65.00 se calcula la capa subbase como se muestra en la figura 3, que viene a ser de  $a_3 = 0.125$

**Figura 30**

*Determinación de capas subbase*



*Nota. Este grafico determina la capa subbase; fuente es la guía para el diseño de estructuras de pavimentos AASHTO 93.*

#### 4.1.6.2.8. Diseño de espesores

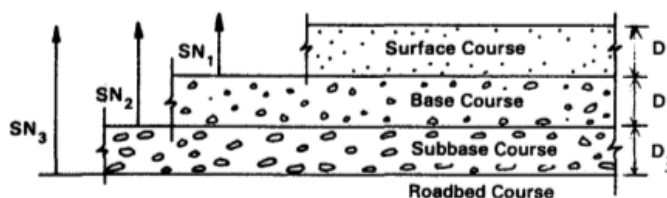
**Figura 31**

*Diseño de espesores*

#### 4. CALCULO DE ESPESORES DE CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO: (AASHTO: II-35)

El Número Estructural se calculará con la ecuación de diseño presentada por la AASHTO-93 se interrelacionan con los espesores de capa y drenaje según la expresión:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$



ALTERNATIVA	SNreq	SNresult	D1(cm) Carpeta Asfáltica	D2(cm) Base	D3(cm) SubBase
1	2.62	2.96	8	20	20
2	2.62	2.96	8	15	25

SN resultado debe ser mayor SN requerido

*Nota. Esta figura detalla el diseño de espesores; fuente es la guía para el diseño de estructuras de pavimentos AASHTO 93*

#### 4.1.6.2.9. Datos del CBR para las calicatas del segundo tramo

**Tabla 43**

*Datos del CBR en segundo tramo*

Número de calicatas	CBR diseño al 95%
<b>Calicata 06</b>	<b>24.87</b>
<b>Calicata 07</b>	<b>30.34</b>
<b>Calicata 08</b>	<b>30.95</b>
<b>Calicata 09</b>	<b>30.04</b>

*Nota. Esta tabla detalla los datos de CBR obtenido en el segundo tramo; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

Teniendo en cuenta los datos obtenidos los cuales se obtuvieron del terreno de fundación, y asumiendo el CBR 95 %, para estos tramos se considera un CBR de 24.87%, por lo que se clasifica como una subrasante muy buena como se muestra en el cuadro.

**Tabla 44**

*Clasificación mediante CBR*

Clasificación CBR de diseño	CBR de Diseño
So: subrasante muy pobre	< 3%
S1: subrasante pobre	3% - 5%

S2: subrasante regular	6% - 10%
S3: subrasante buena	11% - 19%
S4: subrasante muy buena	> 20%

Nota. Esta tabla detalla la clasificación mediante CBR del primer tramo; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.

$$\text{Módulo Resiliente} = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

$$\text{Mr.} = 2555 \times 24.87 \times 0.64$$

$$\text{Mr.} = 19,981.28 \text{ psi}$$

En la determinación de los espesores de todas las capas que forman las estructuras del pavimento en diseño se realiza el ensayo del método AASHTO, en donde este tipo de método toma en cuenta algunos parámetros que están vinculados con el soporte del (CBR).

Para poder llegar a resolver el número estructural, se tiene que utilizar el siguiente software.

### 1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a) Periodo de diseño en años ( t ):	20
b) Numero de Ejes Equivalentes: Trafico EE	860,303
c) Indice de servicialidad inicial ( pi ):	3.8
d) Indice de servicialidad final ( pt ):	2.0
e) Indice de confianza ( R% ):	80%
f) Desviación estándar normal ( ZR ):	-0.842
g) Error de combinación estándar ( So ):	0.45

### 2. PROPIEDADES DE MATERIALES

c) C.B.R. de la Sub Rasante (%):	24.87 %	
d) Modulo de Resiliencia:	19,981.28 psi	
	Mr=1500 CBR	37,305.00 psi
	Mr=2555 CBR <sup>0.64</sup>	19,981.28 psi

Pavimentos Urbanos  
Manual de Carreteras

### 3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.2-1.5})}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

SN Requerido	G <sub>t</sub>	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
2.14	-0.17609	5.93	5.93

Con la utilización del software se determinó el número estructural de diseño que es de SN= 2.14

#### 4.1.6.2.10. Diseño de espesores

Figura 32

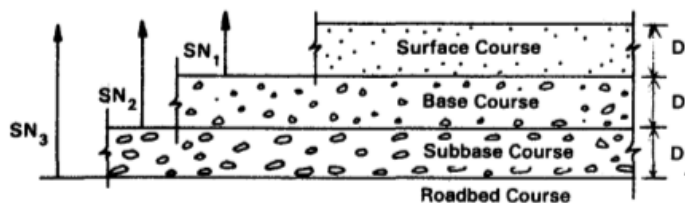


### Diseño de espesores

#### 4. CALCULO DE ESPESORES DE CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO: (AASHTO: II-35)

El Número Estructural se calculará con la ecuación de diseño presentada por la AASHTO-93 se interrelacionan con los espesores de capa y drenaje según la expresión:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$



ALTERNATIVA	SNreq	SNresult	D1(cm) Carpeta Asfáltica	D2(cm) Base	D3(cm) SubBase
1	2.14	2.57	8	15	15
2	2.14	2.76	8	15	20

SN resultado debe ser mayor SN requerido

*Nota. Esta figura detalla el diseño de espesores; fuente es la guía para el diseño de estructuras de pavimentos AASHTO 93*

#### 4.1.6.3. Diseño de pavimento rígido

##### 4.1.6.3.1. Diseño TRAMO 01 utilizando el método AASTHO 93

- **Periodo de Diseño**

De la misma manera que el pavimento flexible, de acuerdo a su demanda vehicular se ha considerado hacer un diseño por un periodo de 20 años.

- **Cálculo del (ESAL) de Diseño**

El ESAL de diseño es el número acumulado de cargas equivalentes a un eje simple de simple de 18000 lb. (80Kn), la cual ocurrirá durante la etapa de diseño del pavimento. Por consiguiente, hallaremos el ESAL de diseño del lugar estudiado.

#### Tabla 45

*Cálculos para hallar el ESAL*

Pavimento Flexible		
Tasa anual de crecimiento del tránsito (para vehículos pesados) (%)	r	2.21%

<b>Años del período de diseño (años)</b>	n	20
<b>Factor de vehículos pesados</b>	Fca	24.81199575
<b>N° de calzadas, sentidos y carriles por sentido</b>	Figura 04	1 calzada, 2 sentidos, 1 carril por sentido
<b>Factor direccional</b>	Fd	0.5
<b>Factor de carril</b>	Fc	1
<b>Número de repeticiones de ejes equivalente</b>	ESAL	925826.4326

*Nota. Esta tabla detalla el cálculo del ESAL; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

- **Confiabilidad (%R)**

Igualmente, que el diseño del Pavimento Flexible se considerara un valor de Confiabilidad de 80%, Teniendo un  $Z_r = -0.842$

### Figura 33

*Valores recomendados de nivel de confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal ( $Z_r$ ) para una sola etapa de 20 años según rango de tráfico*

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL ( $Z_r$ )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	100,000	150,000	65%	-0.385
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	70%	-0.524
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	75%	-0.674
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	80%	-0.842
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P15</sub>	>30'000,000		95%	-1.645

*Nota. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, basada en la Guía AASTHO 93.*

$$R = 80\%$$

$$Z_r = -0.842$$

- **Desviación estándar ( $S_o$ )**

Según la Guía AASTHO nos recomienda asumir para los pavimentos rígido, valores de la desviación estándar entre 0.30 y 0.40. Por consiguiente, consideramos un valor promedio para nuestro estudio:

$$S_o = 0.35$$

- **Índice de Serviciabilidad ( $\Delta PSI$ )**

El “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos”, nos recomienda un valor estimado para el índice de serviciabilidad.

**Figura 34**

*Índice de serviciabilidad Inicial ( $P_i$ ) y Final ( $P_f$ ) según Rango de Trafico*

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD ( $\Delta$ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P4</sub>	750 001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>P15</sub>		>30'000,000	4.50	3.00	1.50

*Nota. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, basada en la Guía AASTHO 93.*

De igual manera que en el Pavimento Flexible, la variación de serviciabilidad se calcula, restando la Inicial (Pi) – la Final (Pt).

$$(\Delta\text{PSI}) = 4.10 - 2.00 = 2.10$$

- **Coefficiente de Transferencia de Carga (J)**

El coeficiente de transferencia de carga se emplea en el diseño de pavimento rígido, esta refleja la capacidad de la estructura que actúa como trasmisora de cargas entre las juntas y las fisuras. Además, el coeficiente de transferencia de carga es directamente proporcional al espesor de la losa de concreto.

### Figura 35

*Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga*

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)
		3.2	3.8 – 4.4	2.8

Nota. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, basada en la Guía AASTHO 93.

$$J = 2.8$$

- **Coefficientes de Drenaje (Cd)**

Para evaluar la calidad de drenaje la AASTHO 93, lo clasifica en la siguiente figura.

**Figura 36**

*Coefficiente de Drenaje de las Capas Granulares Cd*

**Cuadro 14.9**  
**Coefficiente de Drenaje de las Capas Granulares Cd**

Calidad de drenaje	% del tiempo en que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Nota. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, basada en la Guía AASTHO 93.

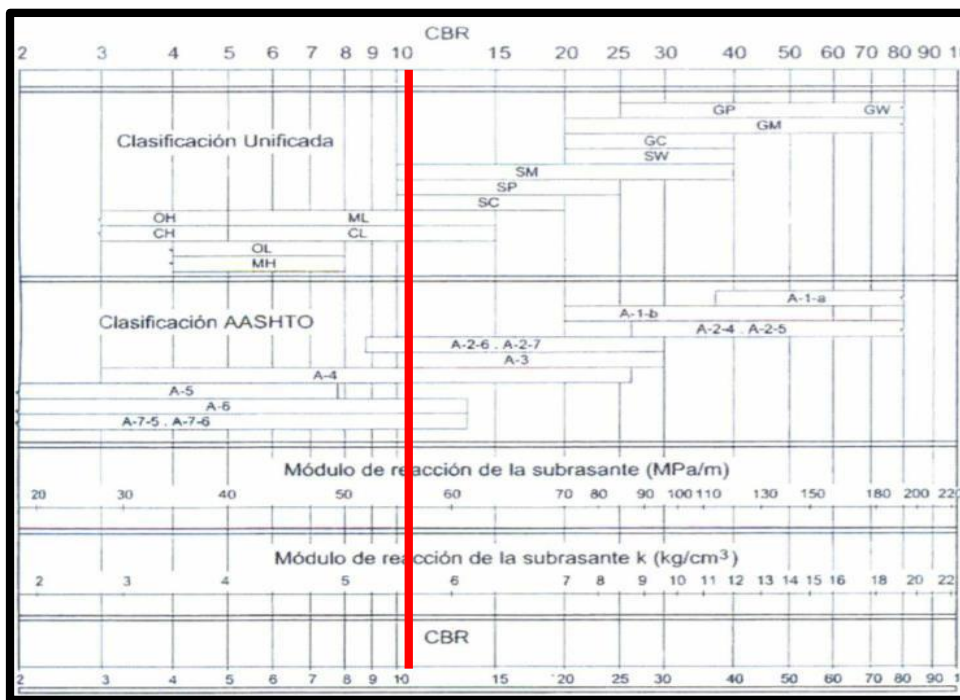
$$Cd = 0.90$$

- **Módulo De Reacción de la Subrasante (K)**

Utilizaremos la alternativa AASHTO, se debe utilizar correlaciones directas, una vez obtenido la clasificación de suelo y el CBR podremos ubicar en la figura el coeficiente de reacción Kc.

**Figura 37**

*Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Sub rasante*



Nota. Monograma para el cálculo de reacción de la subrasante, elaborado por AASHTO 93

Según la imagen, para un CBR=10.90%, la proyección que nos indica para determinar el módulo de reacción (Kc) es igual a, kc=64.02 Mpa/m.

Además, el "Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos" nos facilita brindándonos la siguiente formula:

$$K_c = (1 + (h/38)^2 \times (k_1/k_0)^{2/3})^{0.5} \times k_0$$

K1= Coeficiente de reacción de la subbase granular

K0= Coeficiente de reacción de la sub rasante

**Figura 38**

Resultado de Modulo Reacción Combinado

	CBR (%)	h (cm)	K	Mpa/m	kg/cm3	Pci
Subrasante	10.90	No usa	Ko	56.65	5.78	
Subbase	10.90	20	K1	56.65	5.78	
			Keq	64.02	6.53	235.85

Nota. Esta figura fue elaborada por Cedeño y Ñique, 2024.

$$K = 64.02 \text{ Mpa/m } \text{ ó } 235.85 \text{ Psi/in}$$

- **Módulo Elástico del Concreto ( $E_c$ )**

$$E = 57,000 \times (f'c)^{0.5}; \text{ (f'c en PSI)}$$

AASHTO 93 indica que el módulo elástico del concreto se puede ser calculado mediante un formula que el ACI recomienda.

El módulo de elasticidad para un concreto de  $F'c$  210kg/cm<sup>2</sup> es igual a:

$$E_c = 57,000 \times (2980.64)^{0.5}$$

$$E_c = 3,111,928.14 \text{ Psi}$$

- **Módulo de Rotura del Concreto ( $S'c$ )**

Nos basaremos en el “Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos” nos facilita brindándonos la siguiente figura:

**Figura 39**

*Módulo de Rotura*

RANGOS DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm <sup>2</sup>	280 kg/cm <sup>2</sup>
> 5'000,000 EE ≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm <sup>2</sup>	300 kg/cm <sup>2</sup>
> 15'000,000 EE	45 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>2</sup>

*Nota. Esta figura fue elaborada por Cedeño y Ñique, 2024*

Por lo tanto, tendremos un módulo de Rotura del Concreto ( $S'c$ ) con un  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup>:

$$M_r = 623.87 \text{ Psi}$$

- **Cálculo de Espesor de Losa de concreto**

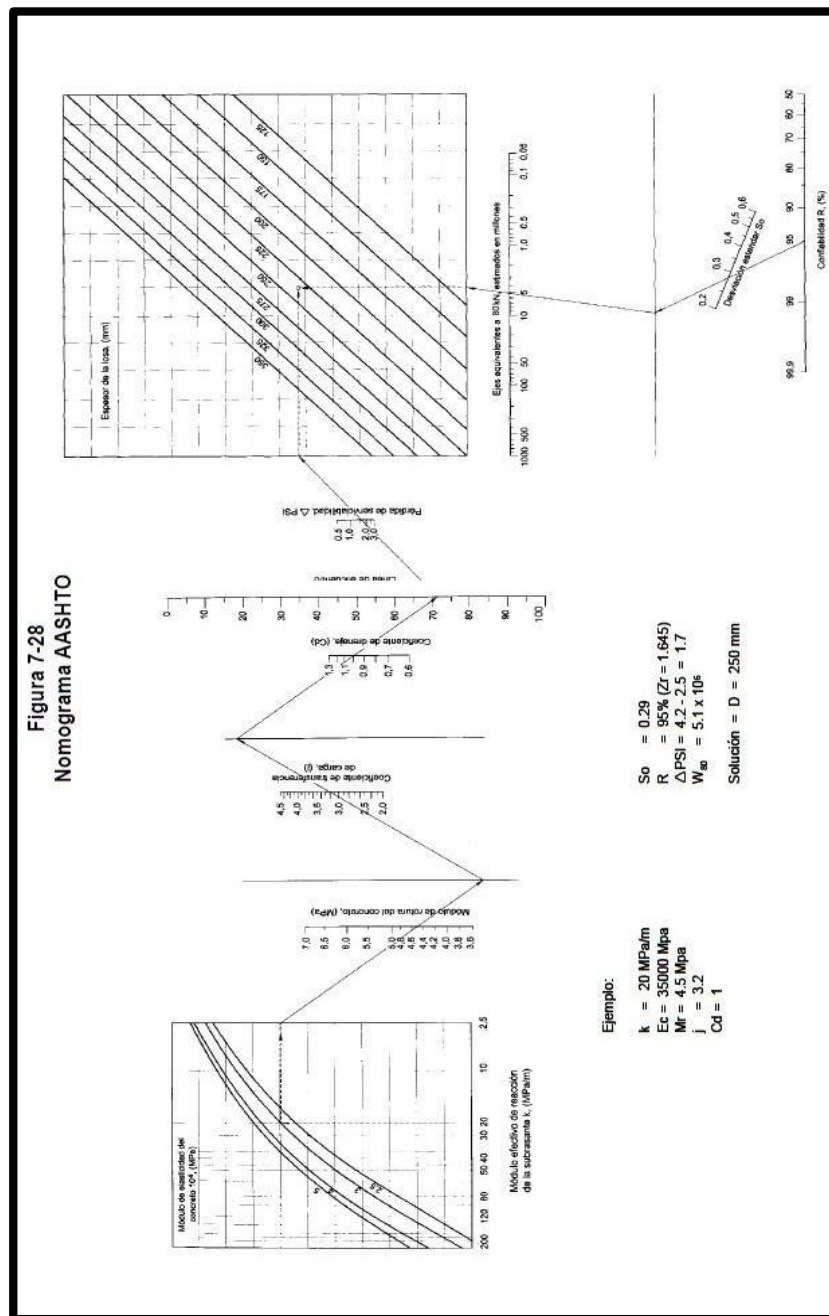
Con la siguiente formula mostrada, la cual se extrae de la guía AASTHO 93, procederemos a despejar el D (Espesor de Pavimento de Concreto)

$$\text{Log}(W_{18}) = Z_R \times S_D + 7.35 \times \text{Log}(D+1) - 0.06 + \frac{\text{Log} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.5-1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 \times p_i) \cdot \text{log} \left[ \frac{S'_c \cdot C_d \cdot (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \cdot J \cdot \left[ D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{k}\right)^{0.25}} \right]} \right]$$

- Monograma para Pavimento Rígido

Figura 40

Cálculo de "D" con el Monograma para Pavimento Rígido





Nota. Esta figura fue elaborada por Cedeño y Ñique, 2024

$$D = 5.75$$

Por lo tanto, determinamos que el espesor de la losa de concreto para nuestro pavimento rígido será de 6". Y la Base de 8" ya que la norma AASHTO especifica como un valor mínimo de 6".

**Tabla 46**

*Sección del Pavimento Rígido*

LOSA DE CONCRETO	6" = 15 cm
BASE (CON AFIRMADO)	8" = 20 cm

Nota. Esta tabla fue elaborada por Cedeño y Ñique, 2024

#### 4.1.6.3.2. Diseño TRAMO 02 utilizando el método AASTHO 93

- **Periodo de Diseño**

De la misma manera que el pavimento flexible, de acuerdo a su demanda vehicular se ha considerado hacer un diseño por un periodo de 20 años.

- **Cálculo del (ESAL) de Diseño**

El ESAL de diseño es el número acumulado de cargas equivalentes a un eje simple de simple de 18000 lb. (80Kn), la cual ocurrirá durante la etapa de diseño del pavimento. Por consiguiente, hallaremos el ESAL de diseño del lugar estudiado.

**Tabla 47**

*Cálculos para hallar el ESAL*

Pavimento Flexible		
Tasa anual de crecimiento del tránsito (para vehículos pesados) (%)	r	2.21%
Años del período de diseño (años)	n	20
Factor de vehículos pesados	Fca	24.81199575
N° de calzadas, sentidos y carriles por sentido	Figura 4	1 calzada, 2 sentidos, 1 carril por sentido

<b>Factor direccional</b>	Fd	0.5
<b>Factor de carril</b>	Fc	1
<b>Número de repeticiones de ejes equivalente</b>	ESAL	860303.1619

*Nota. Esta tabla fue elaborada por Cedeño y Ñique, 2024*

- **Confiabilidad(%R)**

Igualmente, que el diseño del Pavimento Flexible se considerara un valor de Confiabilidad de 80%, Teniendo un  $Z_r = -0.842$

**Figura 41**

*Z<sub>r</sub> para una sola etapa de 20 años según rango de tráfico*

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z <sub>R</sub> )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	100,000	150,000	65%	-0.385
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	70%	-0.524
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	75%	-0.674
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	80%	-0.842
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P15</sub>	>30'000,000		95%	-1.645

*Nota. Extraído de Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, basada en la Guía AASTHO 93.*

$$R = 80\%$$

$$Z_r = -0.842$$

- **Desviación estándar ( $S_o$ )**

Según la Guía AASTHO nos recomienda asumir para los pavimentos rígido, valores de la desviación estándar entre 0.30 y 0.40. Por consiguiente, consideramos un valor promedio para nuestro estudio:

$$S_o = 0.35$$

- **Índice de Serviciabilidad ( $\Delta PSI$ )**

El "Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos", nos recomienda un valor estimado para el índice de serviciabilidad.

#### Figura 42

*Índice de serviciabilidad Inicial ( $P_i$ ) y Final ( $P_t$ ) según Rango de Trafico*

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL ( $P_i$ )	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL ( $P_t$ )	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD ( $\Delta PSI$ )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>P15</sub>	>30'000,000		4.50	3.00	1.50

*Nota. Este gráfico fue extraído de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos, basada en la Guía AASTHO 93.*

De igual manera que en el Pavimento Flexible, la variación de serviciabilidad se calcula, restando la Inicial ( $P_i$ ) – la Final ( $P_t$ ).

$$(\Delta\text{PSI}) = 4.10 - 2.00 = 2.10$$

- **Coefficiente de Transferencia de Carga (J)**

El coeficiente de transferencia de carga se emplea en el diseño de pavimento rígido, esta refleja la capacidad de la estructura que actúa como trasmisora de cargas entre las juntas y las fisuras. Además, el coeficiente de transferencia de carga es directamente proporcional al espesor de la losa de concreto.

**Figura 43**

*Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga*

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (%)	DESVIACION ESTANDAR NORMAL (σ)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>100</sub>	100,000	150,000	65%	-0.385
	T <sub>101</sub>	150,001	300,000	70%	-0.524
	T <sub>102</sub>	300,001	500,000	75%	-0.674
	T <sub>103</sub>	500,001	750,000	80%	-0.842
	T <sub>104</sub>	750,001	1,000,000	85%	-1.036
	T <sub>105</sub>	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
Resto de Caminos	T <sub>106</sub>	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T <sub>107</sub>	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T <sub>108</sub>	7,500,001	10,000,000	90%	-1.282
	T <sub>109</sub>	10,000,001	12,500,000	90%	-1.282
	T <sub>110</sub>	12,500,001	15,000,000	90%	-1.282
	T <sub>111</sub>	15,000,001	20,000,000	90%	-1.282
	T <sub>112</sub>	20,000,001	25,000,000	90%	-1.282
	T <sub>113</sub>	25,000,001	30,000,000	90%	-1.282
	T <sub>114</sub>	30,000,001	>30,000,000	95%	-1.645

*Nota. Extraído de Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, basada en la Guía AASTHO 93.*

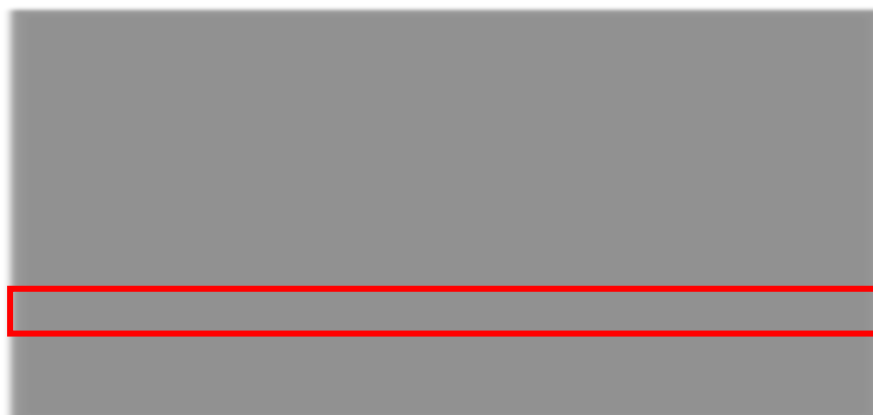
$$J = 2.8$$

- **Coefficientes de Drenaje (Cd)**

Para evaluar la calidad de drenaje la AASTHO 93, lo clasifica en la siguiente figura.

**Figura 44**

*Coefficiente de Drenaje de las Capas Granulares Cd*



Nota. Extraído de Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, basada en la Guía AASTHO 93.

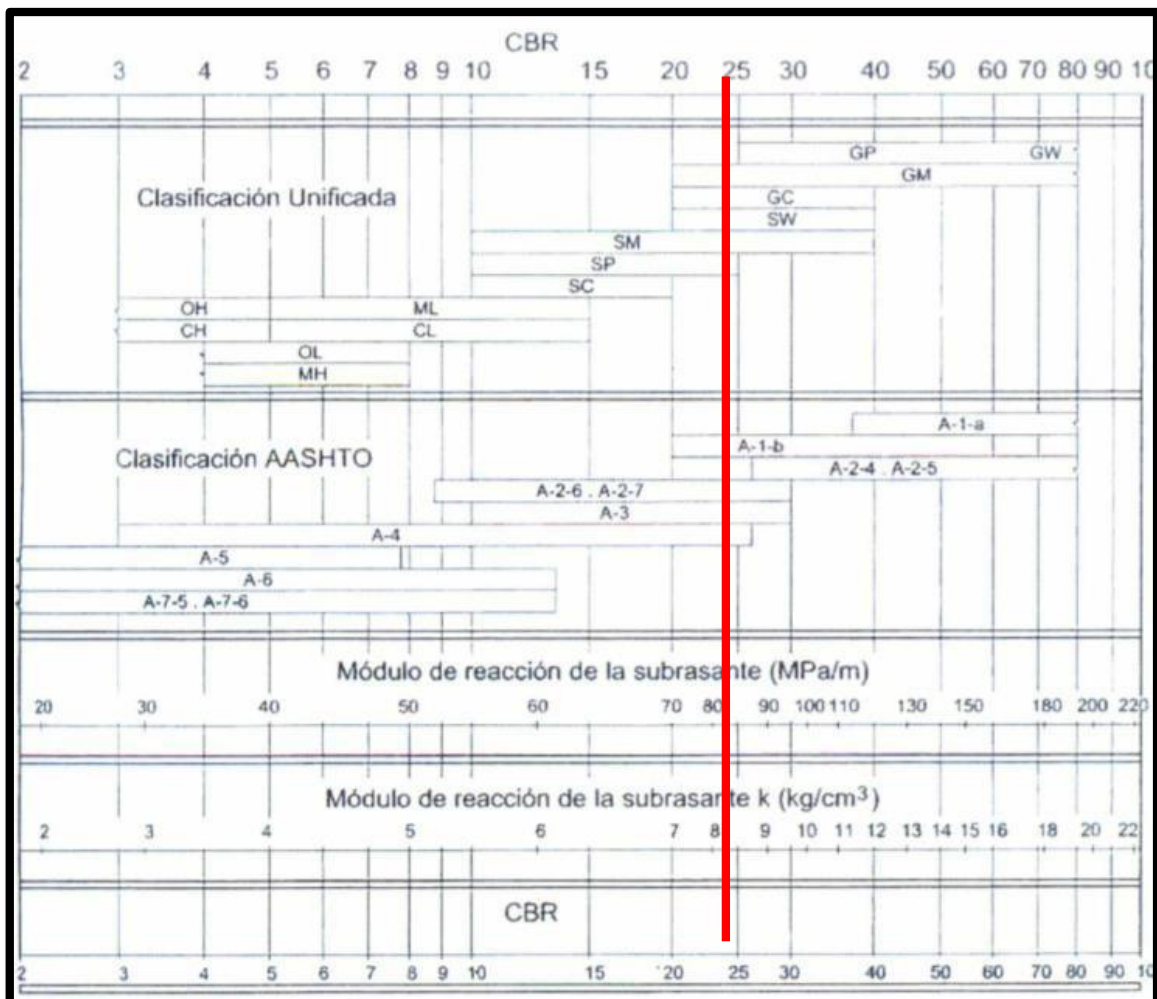
$$C_d = 0.90$$

- **Módulo De Reacción de la Subrasante (K)**

Utilizaremos la alternativa AASHTO, se debe utilizar correlaciones directas, una vez obtenido la clasificación de suelo y el CBR podremos ubicar en la figura el coeficiente de reacción Kc.

**Figura 45**

Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Sub rasante



Nota. Monograma para el cálculo de la reacción de la subrasante, fuente AASTHO 93

Según la imagen, para un CBR=24.87%, la proyección que nos indica para determinar el módulo de reacción (Kc) es igual a,  $k_c=90.94$  Mpa/m.

Además, el "Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos" nos facilita brindándonos la siguiente formula:

$$K_c = (1 + (h/38)^2 \times (k_1/k_0)^{2/3})^{0.5} \times k_0$$

K1= Coeficiente de reacción de la subbase granular

K0= Coeficiente de reacción de la sub rasante

#### Figura 46

Resultado de Modulo Reacción Combinado

	CBR (%)	h (cm)		K	Mpa/m	kg/cm3	Pci
Subrasante	24.87	No usa		Ko	84.59	8.63	
Subbase	24.87	15		K1	84.59	8.63	
				Keq	90.94	9.27	335.04

Nota. Resultados de módulo de reacción, este es elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.

$$K = 90.94 \text{ Mpa/m ó } 335.04 \text{ Psi/in}$$

- **Módulo Elástico del Concreto (Ec)**

AASHTO 93 indica que el módulo elástico del concreto se puede ser calculado mediante un formula que el ACI recomienda.

$$E = 57,000 \times (f'c)^{0.5}; (f'c \text{ en PSI})$$

El módulo de elasticidad para un concreto de F'c 210kg/cm2 es igual a:

$$E_c = 57,000 \times (2980.64)^{0.5}$$

$$E_c = 3,111,928.14$$

- **Módulo de Rotura del Concreto (S'c)**

Nos basaremos en el "Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos" nos facilita brindándonos la siguiente figura:

#### Figura 47

Módulo de rotura

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm <sup>2</sup>	280 kg/cm <sup>2</sup>
> 5'000,000 EE ≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm <sup>2</sup>	300 kg/cm <sup>2</sup>
> 15'000,000 EE	45 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>2</sup>

*Nota. Resultados de módulo de rotura, este es elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

Por lo tanto, tendremos un módulo de Rotura del Concreto (S'c) con un f'c de 210 kg/cm<sup>2</sup>:

$$\mathbf{Mr = 623.87 \text{ Psi}}$$

- **Cálculo de Espesor de Losa de concreto**

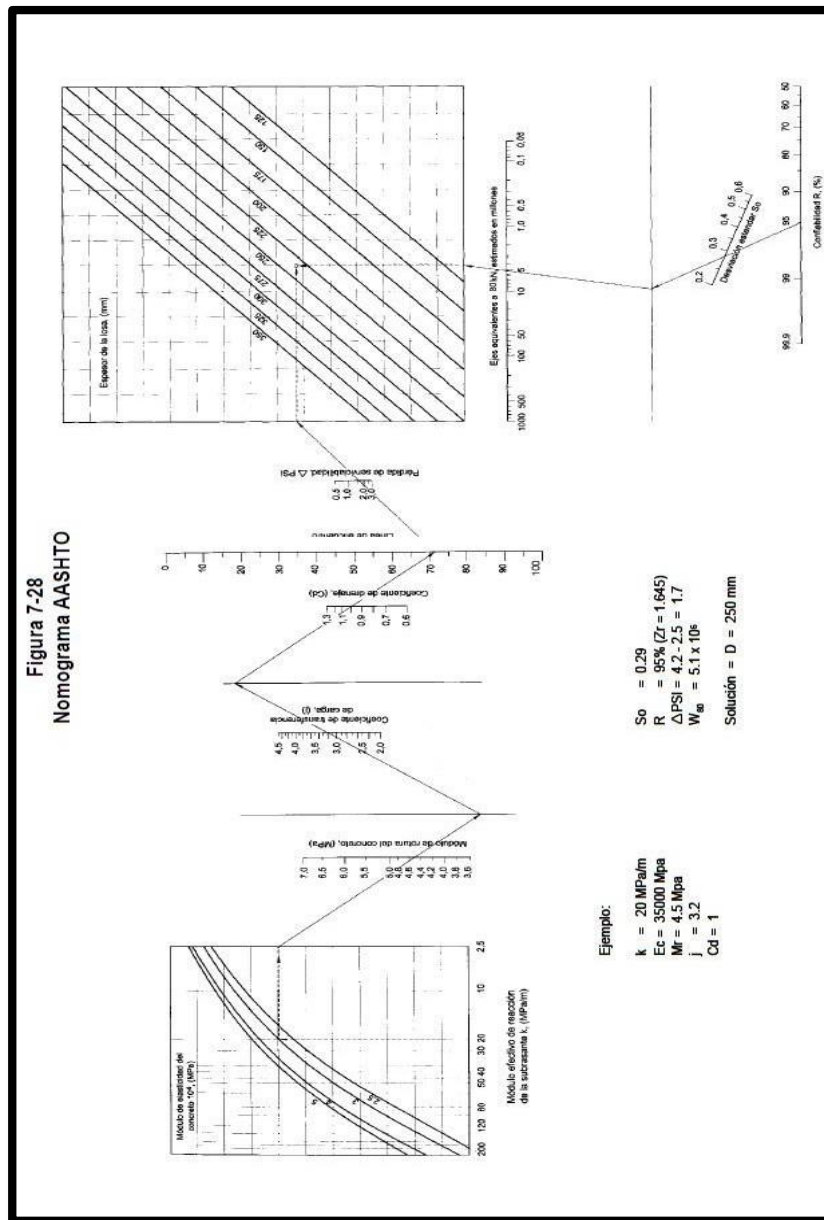
Con la siguiente formula mostrada, la cual se extrae de la guía AASTHO 93, procederemos a despejar el D (Espesor de Pavimento de Concreto)

$$\text{Log}(W_{18}) = Z_R \times S_D + 7.35 \times \text{Log}(D+1) - 0.06 + \frac{\text{Log}\left[\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right]}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32xp_i) \cdot \log \left[ \frac{S'_c \cdot C_d \cdot (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \cdot J \cdot \left[ D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{k}\right)^{0.25}} \right]} \right]$$

- **Monograma para Pavimento Rígido**

### Figura 48

Cálculo de "D" con el Monograma para Pavimento Rígido



Nota. Esta figura fue elaborada por Cedeño y Ñique, 2024

$D = 5.35$

Por lo tanto, determinamos que el espesor de la losa de concreto para nuestro pavimento rígido será de 6". Y la Base de 6" ya que la norma AASHTO especifica como un valor mínimo de 6".

**Tabla 48**

*Sección del Pavimento Rígido*

<b>LOSA DE CONCRETO</b>	<b>6" = 15 cm</b>
-------------------------	-------------------



---

**BASE (CON AFIRMADO)      6" = 15 cm**

---

*Nota. Esta tabla fue elaborada por Cedeño y Ñique, 2024*

#### 4.1.7. Drenaje pluvial

##### 4.1.7.1. Diseño de cunetas

La sección de las cunetas será triangular, se proyectan ubicarse en tramos longitudinales al pie de los taludes de corte. Para determinar las inclinaciones máximas de talud interno de las cunetas se utilizó la siguiente figura:

**Figura 49**

*Inclinaciones máximas del talud*

TABLA 304.12  
INCLINACIONES MÁXIMAS DEL TALUD (V:H)  
INTERIOR DE LA CUNETETA

V.D. (Km/h)	I.M.D.A (VEH./DIA)	
	< 750	> 750
≤70	1:2	(*)
	1:3	1:3
> 70	1:3	1:4

(\*) Sólo en casos muy especiales

*Nota. Esta figura fue elaborada por Cedeño y Ñique, 2024*

Se consideró para el diseño un Talud interior de 1:2 (V: H) y exterior de 1:3 (V: H)

Las dimensiones mínimas a utilizar para el diseño de las cuentas están dadas y reglamentadas según las condiciones de la siguiente figura:

**Figura 50**

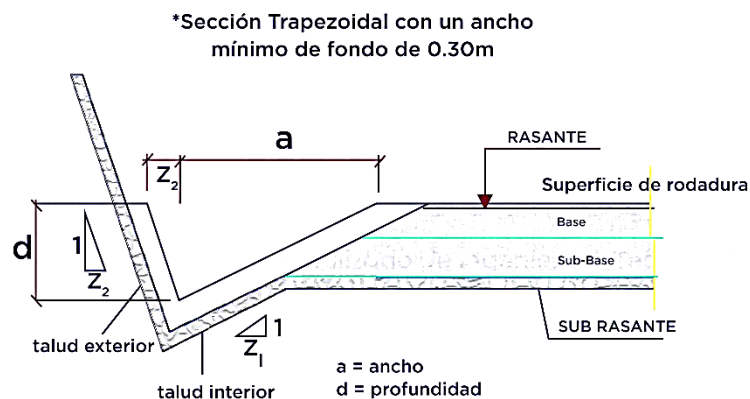
*Dimensiones mínimas de cunetas*

REGIÓN	PROF. (D) (m)	ANCHO (A) (m)
Seca (< 400 mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa ( De 400 a < 1600 mm/año)	<b>0.30</b>	<b>0.75</b>
Muy Lluviosa ( De 1600 a < 3000 mm/año)	0.40	1.20
Muy Lluviosa ( > 3000 mm/año)	0.30	1.20

*Nota. Esta figura fue elaborada por Cedeño y Ñique, 2024*

**Figura 51**

Sección trapezoidal



Nota. Esta figura fue elaborada por Cedeño y Ñique, 2024

**Figura 52**

Valor de rugosidad

n	Superficie
0.010	Muy lisa, vidrio, plástico, cobre
0.011	Concreto liso
0.013	Madera suave, metal, concreto frotachado
0.017	Canales de tierra en buenas condiciones
0.020	Canales naturales de tierra, libres de vegetación
<b>0.025</b>	<b>Canales naturales con alguna vegetación y piedras esparcidas</b>
0.035	Canales naturales con abundante vegetación
0.040	Arrojos de montaña con muchas piedras

Nota. Esta figura detalla el valor de rugosidad según superficie de terreno; fue elaborada por Cedeño y Ñique, 2024

De la figura anterior se obtuvo que el valor de rugosidad utilizado será 0.025.

**Área portante de cuneta**

Carril	3.3	m
Berma	1.2	m
Ancho	4.5	m
	0.0045	Km

Largo	7554	m
	7.554	Km

Ap	0.034	Km 2
----	-------	------

**Calculo de Cunetas: Calculo de Gasto (Método Racional)**

$$Q = C * I * A / 3.60$$

$$Q = 0.2258 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

**Diseño geométrico e Hidráulico**

Asumimos una sección de cunetas

H =	0.4	m	Y =	0.3	m
f =	0.1	m (25% de H)	Y =	0.40 x 0.75	m
L =	0.7	m	Y =	H x 0.75	m
Z corte	1: 2	m			

Por relación de triángulos:

$$\frac{X}{Y} = \frac{L}{H}$$

$$\frac{X}{0.3} = \frac{0.7}{0.4}$$

$$X = 0.525 \text{ m}$$

Por relación de triángulos:

$$\frac{a}{Y} = \frac{1}{Z \text{ corte}}$$

$$\frac{a}{0.3} = \frac{1}{2}$$

$$a = 0.15 \text{ m}$$

Por pitágoras

$$L_1 = \sqrt{Y^2 + X^2} \quad L_1 = 0.6047 \text{ m}$$

$$L_2 = \sqrt{Y^2 + a^2} \quad L_2 = 0.3354 \text{ m}$$

$$\text{Área Hidráulica} \quad A = \frac{(x + a) * Y}{2}$$

$$A = 0.101 \text{ m}^2$$

$$\text{Perímetro mojado} \quad P = L_1 + L_2$$

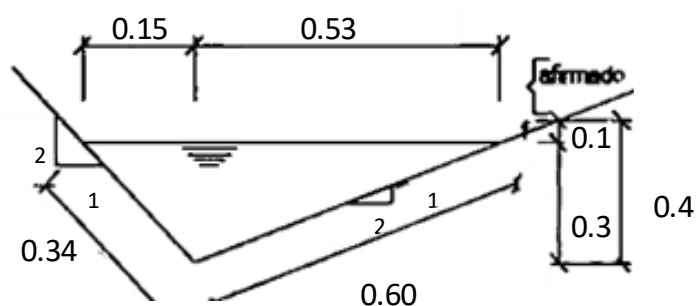
$$P = 0.940 \text{ m}$$

$$\text{Radio Hidráulico} \quad R = \frac{A}{P}$$

$$R = 0.108 \text{ m}$$

$$\text{Por Manning} \quad Q = \frac{A * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

$$Q = 0.249 \text{ m}^3/\text{seg.} \quad > \quad Q_{\text{racional}} = 0.2258 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

**Figura 53***Dimensiones de cuneta*

*Nota. Este grafico detalla las dimensiones referenciales de un tramo del área de estudio; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

**Tabla 49***Cuadro de cunetas*

CUNETA N°	H
CUNETA 01	0.40 x 0.75
CUNETA 02	0.40 x 0.75
CUNETA 03	0.40 x 0.75
CUNETA 04	0.40 x 0.75
CUNETA 05	0.40 x 0.75
CUNETA 06	0.40 x 0.75
CUNETA 07	0.40 x 0.75
CUNETA 08	0.40 x 0.75
CUNETA 09	0.40 x 0.75
CUNETA 10	0.40 x 0.75
CUNETA 11	0.40 x 0.75
CUNETA 12	0.40 x 0.75
CUNETA 13	0.40 x 0.75
CUNETA 14	0.40 x 0.75
CUNETA 15	0.40 x 0.75
CUNETA 16	0.40 x 0.75
CUNETA 17	0.40 x 0.75
CUNETA 18	0.40 x 0.75
CUNETA 19	0.40 x 0.75

<b>CUNETA 20</b>	0.40 x 0.75
<b>CUNETA 21</b>	0.40 x 0.75
<b>CUNETA 22</b>	0.40 x 0.75
<b>CUNETA 23</b>	0.40 x 0.75
<b>CUNETA 24</b>	0.40 x 0.75
<b>CUNETA 25</b>	0.40 x 0.75
<b>CUNETA 26</b>	0.40 x 0.75
<b>CUNETA 27</b>	0.40 x 0.75
<b>CUNETA 28</b>	0.40 x 0.75
<b>CUNETA 29</b>	0.40 x 0.75
<b>CUNETA 30</b>	0.40 x 0.75

*Nota. Esta tabla detalla las dimensiones de la cuneta en todos los tramos, diseñada según características extraídas del área de estudio; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

#### 4.1.7.2. Diseño de alcantarilla de alivio

##### Calculo de Cunetas: Calculo de Gasto (Método Racional)

$$Q = C * I * A / 3.60$$

$$Q = 0.4094 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

2.- Con  $Y=0.75*D$ , en la tabla "Propiedades hidráulicas de conductos circulares"

$$\frac{R}{D} = 0.302$$

$$D = 3.3146 * R$$

$$\frac{A}{D^2} = 0.6318$$

$$A = 0.6318 * D^2$$

Reemplazando (D):

$$A = 6.9411 * R^2$$

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

$$S = 0.074$$

$$n = 0.025$$

$$Q = \frac{(6.9411 * R^2) * R^{(2/3)} * S^{(1/2)}}{n}$$

$$R = \left( \frac{Q \cdot n}{6.9411 \cdot S^{(1/2)}} \right)^{3/8} \quad R = 0.1429$$

Reemplazando en:

$$\begin{aligned} D &= 3.3146 \cdot R \\ D &= 0.4737 \text{ m} \\ D &= 18.648 \text{ pulg.} \end{aligned}$$

Con el diámetro comercial obtenemos:

$$\begin{array}{lll} \text{Si:} & R = 0.302 \cdot f & \text{Si:} & A = 6.941 \cdot (R^2) & \text{Si:} & Y = 0.750 \cdot D \\ & R = 0.184 \text{ m} & & A = 0.235 \text{ m}^2 & & Y = 0.457 \text{ m} \end{array}$$

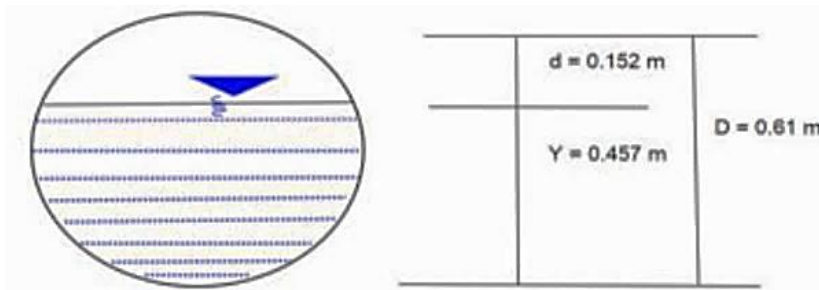
Verificando la velocidad

$$V = \frac{Q}{A} = 1.7939 \text{ m/seg} > 0.25 \text{ m/seg (Velocidad mínima)}$$

Verificando el gasto por Manning:

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

$$Q = 0.8272 \text{ m}^3/\text{seg.} > Q_{\text{racional}} = 0.4216 \text{ m}^3/\text{seg.}$$



**Tabla 50**

*Cuadro de alcantarilla de alivio*

CUNETA N°	DIÁMETRO	PROGRESIVA
ALC. ALIVIO 01	24 pulg.	00+120.00
ALC. ALIVIO 02	24 pulg.	00+730.00
ALC. ALIVIO 03	24 pulg.	00+980.00
ALC. ALIVIO 04	24 pulg.	01+230.00
ALC. ALIVIO 05	24 pulg.	01+480.00
ALC. ALIVIO 06	24 pulg.	01+830.00
ALC. ALIVIO 07	24 pulg.	02+080.00
ALC. ALIVIO 08	24 pulg.	02+330.00

<b>ALC. ALIVIO 09</b>	24 pulg.	02+580.00
<b>ALC. ALIVIO 10</b>	24 pulg.	02+830.00
<b>ALC. ALIVIO 11</b>	24 pulg.	03+080.00
<b>ALC. ALIVIO 12</b>	24 pulg.	03+330.00
<b>ALC. ALIVIO 13</b>	24 pulg.	03+450.00
<b>ALC. ALIVIO 14</b>	24 pulg.	03+700.00
<b>ALC. ALIVIO 15</b>	24 pulg.	03+950.00
<b>ALC. ALIVIO 16</b>	24 pulg.	04+200.00
<b>ALC. ALIVIO 17</b>	24 pulg.	04+850.00
<b>ALC. ALIVIO 18</b>	24 pulg.	04+980.00
<b>ALC. ALIVIO 19</b>	24 pulg.	05+410.00
<b>ALC. ALIVIO 20</b>	24 pulg.	05+660.00
<b>ALC. ALIVIO 21</b>	24 pulg.	05+800.00
<b>ALC. ALIVIO 22</b>	24 pulg.	05+950.02
<b>ALC. ALIVIO 23</b>	24 pulg.	06+280.00
<b>ALC. ALIVIO 24</b>	24 pulg.	06+550.00
<b>ALC. ALIVIO 25</b>	24 pulg.	06+860.00
<b>ALC. ALIVIO 26</b>	24 pulg.	07+360.00
<b>ALC. ALIVIO 27</b>	24 pulg.	07+500.00

*Nota. Esta tabla detalla las dimensiones de las alcantarillas de alivio, diseñada según características extraídas del área de estudio; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

#### **4.1.7.3. Diseño de alcantarilla de paso**

**Calculo de Cunetas: Calculo de Gasto (Método Racional)**

$$Q = C * I * A / 3.60$$

$$Q = 3.63 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

1.- Considerando borde libre de 25% tomando la siguiente:

$$\frac{Y}{D} = 0.75$$

$$Y = 0.75 * D$$

2.- Con  $Y=0.75*D$ , en la tabla "Propiedades hidráulicas de conductos circulares"

$$\frac{R}{D} = 0.302$$

$$D = 3.3146 * R$$

$$\frac{A}{D^2} = 0.6318$$

$$A = 0.6318 * D^2$$

Reemplazando (D):

$$A = 6.9411 * R^2$$

$$Q = \frac{A * R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

$$S = 0.074$$

$$n = 0.025$$

$$Q = \frac{(6.9411 * R^2) * R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

$$R = \left( \frac{Q * n}{6.9411 * S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$R = 0.3204$$

Reemplazando en:

$$D = 3.3146 * R$$



$$D = 1.062 \text{ m}$$

$$D = 41.81 \text{ pulg.}$$

Con el diámetro comercial obtenemos:

$$\begin{array}{lll} \text{Si: } R = 0.302 * f & \text{Si: } A = 6.941 * (R^2) & \text{Si: } Y = 0.750 * D \\ R = 0.368 \text{ m} & A = 0.939 \text{ m}^2 & Y = 0.914 \text{ m} \end{array}$$

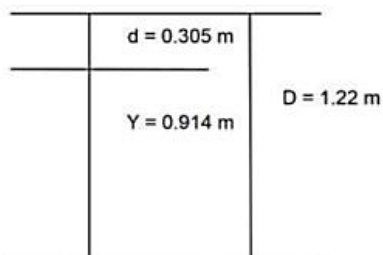
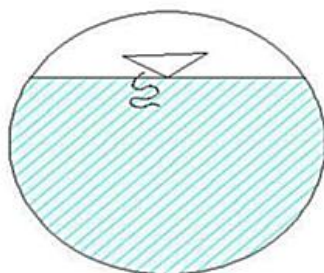
Verificando la velocidad

$$V = \frac{Q}{A} = 3.8659 \text{ m/seg} > 0.25 \text{ m/seg (Velocidad mínima)}$$

Verificando el gasto por Manning:

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

$$Q = 5.2469 \text{ m}^3/\text{seg.} > Q_{\text{racional}} = 3.63 \text{ m}^3/\text{seg.}$$



**Tabla 51**

*Cuadro de alcantarilla de paso*

CUNETA N°	DIÁMETRO	PROGRESIVA
ALC. PASO N°01	72 pulg.	00+000.00
ALC. PASO N°02	48 pulg.	01+250.00
ALC. PASO N°03	48 pulg.	03+550.00
ALC. PASO N°04	72 pulg.	05+985.00
ALC. PASO N°05	80 pulg.	07+554.00

*Nota. Esta tabla detalla las dimensiones de las alcantarillas de paso, diseñada según características extraídas del área de estudio; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024.*

#### 4.1.8. Señalización

##### 4.1.8.1. Requisitos

Para realizar una buena señalización se tendrá en cuenta algunos criterios para poder hacer la ubicación de la señalización en la vía.

Se debe utilizar en sitios adecuados, la señalización también debe de ser visible en la vía para llamar la atención tanto como al conductor y a los peatones, las señales que se ubican en la vía deben de ser fácil de entender y también todas las señalizaciones que se realizan en el proyecto tienen que ser creíbles.

#### 4.1.8.2. Señales Verticales

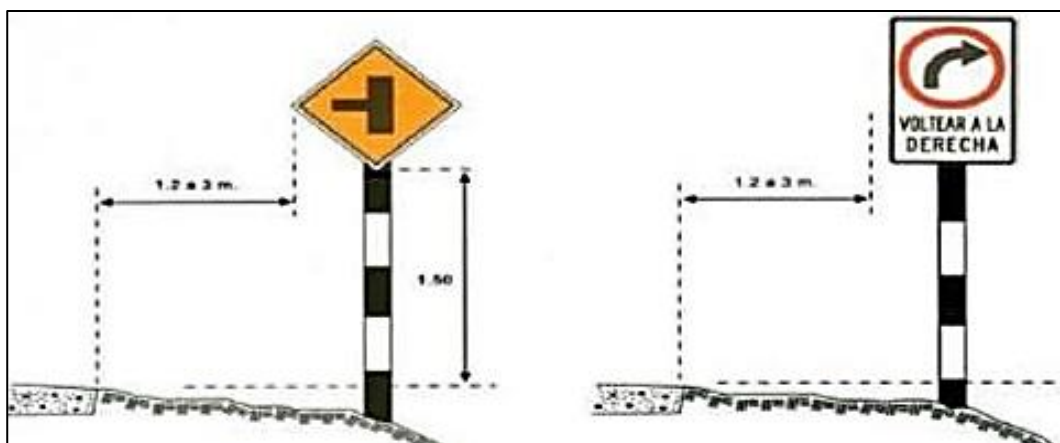
Las señales verticales son aquellas que se encuentran ubicadas sobre la carretera en donde nos indican las señales necesarias tanto para los conductores y para los peatones, estos suelen estar mediante palabras o en símbolos adecuadas para las señales, la cual estos símbolos se encuentran especificados de una manera clara y precisa para cada señalización de la vía.

En las zonas rurales la distancia de la señal de la vía no podrá ser menos de 1.20 metros del borde de la calzada de la carretera, tampoco puede sobrepasar de los 3.00 metros.

Para la altura mínima permitida con el borde más pequeño de la señal y el carril de la vía fuera de la berma es de 1.50 metros como se muestra en la figura 36, lo cual en el proyecto se toma una altura de 1.20.

#### Figura 54

*Ubicación y altura de las señales*



*Nota. Esta figura detalla la ubicación y altura de las señales; elaborado por el Manual de carreteras diseño geométrico, 2018.*

#### 4.1.8.3. Colocación de las Señales

Las señales se encuentran ubicadas por lo general a la derecha de la dirección del tránsito. Las señales en mayor parte se encuentran ubicadas en la parte alta de la carretera, que se pueden denominar como señales elevadas. Para las señales adicionales de la carretera se colocarán al lado izquierdo en el sentido del tránsito.

Para la altura mínima permitida con el borde más pequeño de la señal y el carril de la vía fuera de la berma es de 1.50 metros como se muestra en la figura 1, lo cual en el proyecto se toma una altura de 1.20. Para el ángulo de colocación en zonas rurales de las señales será de 90°, en casos que encuentran señales con material reflectora será de 8° a 15°.

#### **4.1.8.4. Hitos Kilométricos**

En el proyecto un hito kilometraje se puede definir como una señal que nos da a conocer la distancia a partir del inicio de la carretera por donde se va transitar, lo cual estas señales también se pueden clasificar en mojón, hito kilométrico.

#### **4.1.8.5. Señalización Horizontal**

Las señalizaciones horizontales en la carretera son las marcas que se realizan en el pavimento como pueden ser las flechas, símbolos y también puede ser letras.

En la señalización horizontal se identifican las siguientes marcas. Línea del carril, las líneas de calzada y también del carril, la línea central del carril, las líneas canalizadoras de tránsito, las líneas demarcadores y salidas, línea de pare, líneas de transición por reducción de carriles, línea de cruce peatonal.

#### **4.1.8.6. Señales en el Proyecto de Investigación**

El proyecto se encuentra ubicado en una zona rural en donde no cuentan con la información adecuada sobre el uso de las señalizaciones de tránsito, por lo cual se utilizará señales exclusivamente para zonas rurales con la finalidad de que estas señales de tránsito sean adecuadamente utilizadas y sean fáciles de identificar, estas señales de tránsito serán colocadas al costado la carretera a una altura de 1.20 metros sobre la superficie de rodadura.

#### **Figura 55**

*Velocidad máxima de tránsito*



*Nota. Esta figura muestra la señalización de velocidad máxima en zona rural; elaborado por el Ministerio de transporte y telecomunicaciones - Señales, 2024.*





#### 4.1.8.7. Señales Preventivas

En la carretera se usará señales preventivas de tal manera que vienen a ser de tres formas que se ubican de una manera estratégica. Todas estas señales serán como se muestra.

**Tabla 52**

*Señales preventivas*

TIPO	CODIGO	DESCRIPCION	REPRESENTACION
<b>Señales preventivas</b>	P-2A	Señales de curvas a la derecha	
	P-2B	Señales de curvas a la izquierda	
	P-1A	Señales de curva pronunciada ala derecha	
	P-1B	Señales de curva pronunciada a la izquierda	
	P-4A	Curva y contra curva (derecha- izquierda)	

P-4B	Curva y contra curva (izquierda-derecha)	
P-35	Pendiente en ascenso	
P-35C	Pendiente en descenso	
P-49	Zona escolar	

*Nota. Esta tabla detalla las señales preventivas; elaborado por Cedeño y Nique, 2024.*

**Tabla 53**

*Cuadro resumen de Señales preventivas*

TIPO	KILOMETRO	CODIGO	DESCRIPCION
<b>Señales Preventivas</b>	00+040	P-5-2B	Curva en U izquierda
	00+110	P-5-2A	Curva en U derecha
	00+190	P-5-2B	Curva en U izquierda
	00+260	R-30	Velocidad máxima
	00+310	P-2A	Curva a la derecha
	00+640	P-2B	Curva a la izquierda
	00+980	P-2B	Curva a la izquierda
	01+220	P-2A	Curva a la derecha
	01+680	P-2A	Curva a la derecha
	01+650	R-30	Velocidad máxima
	01+830	P-2A	Curva a la derecha
	01+810	R-30	Velocidad máxima
	01+980	P-2A	Curva a la derecha
	01+950	R-30	Velocidad máxima
	02+080	P-2B	Curva a la izquierda
	02+540	P-2B	Curva a la izquierda
	02+510	R-30	Velocidad máxima
	02+610	P-2A	Curva a la derecha

02+820	P-2B	<b>Curva a la izquierda</b>
03+040	P-2A	<b>Curva a la derecha</b>
03+370	P-5-2B	<b>Curva en U izquierda</b>
03+340	R-30	<b>Velocidad máxima</b>
03+490	P-5-2A	<b>Curva en U derecha</b>
03+750	P-2A	<b>Curva a la derecha</b>
03+890	P-2A	<b>Curva a la derecha</b>
03+860	R-30	<b>Velocidad máxima</b>
04+040	P-2A	<b>Curva a la derecha</b>
04+150	P-2B	<b>Curva a la izquierda</b>
04+340	R-30	<b>Velocidad máxima</b>
04+370	P-2B	<b>Curva a la izquierda</b>
04+750	P-2B	<b>Curva a la izquierda</b>
04+720	R-30	<b>Velocidad máxima</b>
04+830	P-2A	<b>Curva a la derecha</b>
04+930	P-2B	<b>Curva a la izquierda</b>
05+030	P-2A	<b>Curva a la derecha</b>
05+260	P-2A	<b>Curva a la derecha</b>
05+360	P-2A	<b>Curva a la derecha</b>
05+480	P-5-2A	<b>Curva en U derecha</b>
05+450	R-30	<b>Velocidad máxima</b>
05+600	P-2B	<b>Curva a la izquierda</b>
05+790	P-2B	<b>Curva a la izquierda</b>
05+760	R-30	<b>Velocidad máxima</b>
05+880	P-2B	<b>Curva a la izquierda</b>
05+970	P-2B	<b>Curva a la izquierda</b>
06+090	R-30	<b>Velocidad máxima</b>
06+120	P-5-2A	<b>Curva en U derecha</b>
06+240	P-5-2B	<b>Curva en U izquierda</b>
06+500	P-2A	<b>Curva a la derecha</b>
06+650	R-30	<b>Velocidad máxima</b>
06+680	P-5-2A	<b>Curva en U derecha</b>
06+870	R-30	<b>Velocidad máxima</b>
06+900	P-5-2A	<b>Curva en U derecha</b>

07+050	P-2B	Curva a la izquierda
07+200	R-30	Velocidad máxima
07+240	P-2B	Curva a la izquierda
07+340	P-2B	Curva a la izquierda
07+530	R-30	Velocidad máxima
<b>07+554</b>	<b>P-2B</b>	<b>Curva a la izquierda</b>

Nota. Esta tabla detalla las señales preventivas ubicadas en nuestra zona de estudio; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024

#### 4.1.9. Presupuesto de proyecto

##### 4.1.9.1. Presupuesto Pavimento Flexible

S10

Página

1

### PRESUPUESTO PAVIMENTO FLEXIBLE

TESIS DISEÑO DE PAVIMENTO PARA EL TRAMO DV. LI-120 DE CHUAN - OROMALQUI, PROVINCIA DE JULCAN, LA LIBERTAD

SOLICITANTE CEDEÑO DURAND PATRICIO FABIAN Costo al 20/08/2024

ÑIQUE VALDERRAMA ANA PAULA PRISSILA

Lugar LA LIBERTAD - JULCAN - JULCAN

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>108,452.89</b>
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb	1.00	40,611.57	40,611.57
01.02	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	km	7.55	5,053.07	38,150.64
01.03	MANTENIMIENTO DE TRANSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL	glb	1.00	22,069.72	22,069.72
01.04	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA	glb	1.00	7,620.96	7,620.96
02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>362,559.44</b>
02.01	EXCAVACION PARA EXPLANACIONES CON EQUIPO	m3	9,021.30	5.03	45,359.82
02.02	CONFORMACION DE TERRAPLENES	m3	5,661.26	17.32	98,041.96
02.03	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB-RASANTE	m2	52,705.70	4.16	219,157.66
03	<b>PAVIMENTO FLEXIBLE</b>				<b>1,489,986.00</b>
03.01	BARRIDO DE BASE PARA REALIZAR IMPRIMACION ASFALTICA	m2	35,400.00	0.78	27,612.00
03.02	IMPRIMACION CAPA ASFALTICA	m2	35,400.00	5.31	187,974.00
03.03	PREPARACION DE MEZCLA ASFALTICA	m3	35,400.00	30.25	1,070,850.00
03.04	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA	m3	35,400.00	4.00	141,600.00
03.05	ESPARCIDO	m3	35,400.00	1.75	61,950.00
04	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>				<b>271,244.47</b>
04.01	<b>ALCANTARILLAS DE TMC</b>				<b>141,450.87</b>
04.01.2001	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	841.52	19.08	16,057.65
04.01.2002	RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	m3	63.00	34.71	2,186.73
04.01.2003	CONCRETO $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup>	m3	43.96	521.71	22,934.37
04.01.2004	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	266.36	46.04	12,263.99
04.01.2005	SUMINISTRO E INSTALACION DE TMC DIAMETRO 24"	m	224.92	311.22	69,998.55
04.01.2006	CAMA DE ARENA $e=0.10$ m	m2	31.20	19.79	617.45
04.01.2007	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	778.52	22.34	17,392.14
04.02	<b>BADENES</b>				<b>96,435.14</b>
04.02.2001	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	218.25	19.08	4,164.59

04.02.2002	RELLENO PARA ESTRUCTURA CON MATERIAL PROPIO	m3	188.45	38.39	7,233.99
04.02.2003	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR	m3	20.16	65.50	1,320.48
04.02.2004	CONCRETO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> + 30% PM	m3	111.69	553.93	61,868.44
04.02.2005	CONCRETO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup> + 30% PM	m3	23.58	482.72	11,382.54
04.02.2006	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	192.69	46.04	8,872.01
04.02.2007	JUNTA DE DILATAACION	m	115.20	8.05	927.36
04.02.2008	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	29.80	22.34	665.73
04.03	<b>CUNETAS</b>				<b>33,358.46</b>
04.03.2001	CONFORMACION DE CUNETAS DE TIERRA	m	15,108.00	2.21	33,358.46
05	<b>TRANSPORTES</b>				<b>277,926.37</b>
05.01	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES PARA DISTANCIA ENTRE 120M Y 1,000M	m3k	8,783.61	9.30	81,660.47
05.02	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES PARA DISTANCIAS MAYORES A 1,000M	m3k	20,653.90	2.52	52,102.68
05.03	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES PARA DISTANCIAS ENTRE 120M Y 1,000M	m3k	6,360.05	9.30	59,128.84
05.04	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES PARA DISTANCIAS MAYORES A 1,000M	m3k	33,708.27	2.52	85,034.37
06	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>17,826.25</b>
06.01	SEÑALES INFORMATIVAS	und	4.00	1,509.45	6,037.80
06.02	SEÑALES PREVENTIVAS	und	16.00	452.04	7,232.68
06.03	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	5.00	607.99	3,039.94
06.04	HITOS KILOMETRICOS	und	8.00	189.48	1,515.84
07	<b>MANEJO AMBIENTAL</b>				<b>38,140.26</b>
07.01	ACONDICIONAMIENTO DE DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	6,360.05	2.93	18,657.37
07.02	RESTAURACION DEL AREA DE CANTERAS	ha	0.40	10,161.93	4,064.77
07.03	SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL	glb	1.00	15,418.12	15,418.12
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>2,566,135.69</b>
	GASTOS GENERALES 10%				256,613.57
	UTILIDAD 5%				128,306.78
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>2,951,056.05</b>
	IGV 18%				531,190.09
	<b>PRESUPUESTO DE OBRA</b>				<b>3,482,246.14</b>
	SUPERVISION DE OBRA 4%				139,289.85
	EXPEDIENTE TECNICO				0.00
	<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				<b>3,621,535.98</b>

#### 4.1.9.2. Presupuesto Pavimento Rígido

S10

Página

2

### PRESUPUESTO PAVIMENTO RIGIDO

TESIS DISEÑO DE PAVIMENTO PARA EL TRAMO DV. LI-120 DE CHUAN - OROMALQUI, PROVINCIA DE JULCAN, LA LIBERTAD

SOLICITANTE **CEDEÑO DURAND PATRICIO FABIAN** Costo al 20/08/2024

**ÑIQUE VALDERRAMA ANA PAULA PRISSILA**

Lugar **LA LIBERTAD - JULCAN - JULCAN**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>152,031.93</b>
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb	1.00	40,611.57	40,611.57
01.02	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	km	7.55	5,053.07	38,150.64
01.03	MANTENIMIENTO DE TRANSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL	glb	1.00	22,069.72	22,069.72
01.04	CAMPAMENTO	glb	1.00	51,200.00	51,200.00
02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>362,559.44</b>
02.01	EXCAVACION PARA EXPLANACIONES CON EQUIPO	m3	9,021.30	5.03	45,359.82
02.02	CONFORMACION DE TERRAPLENES	m3	5,661.26	17.32	98,041.96
02.03	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB-RASANTE	m2	52,705.70	4.16	219,157.66
03	<b>PAVIMENTO RIGIDO</b>				<b>1,834,159.20</b>
03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PAVIMENTO RIGIDO	m2	1,800.00	14.87	26,766.00



03.02	LOSA PARA PAVIMENTO DE CONCRETO $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	3,600.00	309.40	1,113,840.00
03.03	JUNTA LONGITUDINAL DE CONTRACCION ACERO 5/8"	kg	5,880.00	32.39	190,453.20
03.04	JUNTA TRANSVERSAL CON DOWEL ACERO LISO DE 1"	m	9,000.00	44.70	402,300.00
03.05	JUNTA DE DILATAACION	m	9,000.00	11.20	100,800.00
04	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>				<b>270,783.21</b>
04.01	<b>ALCANTARILLAS DE TMC</b>				<b>141,682.51</b>
04.01.2001	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m <sup>3</sup>	841.52	19.08	16,057.65
04.01.2002	RELLENO PARA ESTRUCTURA CON MATERIAL PROPIO	m <sup>3</sup>	63.00	38.39	2,418.37
04.01.2003	CONCRETO $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	43.96	521.71	22,934.37
04.01.2004	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m <sup>2</sup>	266.36	46.04	12,263.99
04.01.2005	SUMINISTRO E INSTALACION DE TMC DIAMETRO 24"	m	224.92	311.22	69,998.55
04.01.2006	CAMA DE ARENA $e=0.10$ m	m <sup>2</sup>	31.20	19.79	617.45
04.01.2007	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m <sup>3</sup>	778.52	22.34	17,392.14
04.02	<b>BADENES</b>				<b>95,742.24</b>
04.02.2001	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m <sup>3</sup>	218.25	19.08	4,164.59
04.02.2002	RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	m <sup>3</sup>	188.45	34.71	6,541.10
04.02.2003	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR	m <sup>3</sup>	20.16	65.50	1,320.48
04.02.2004	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> + 30% PM	m <sup>3</sup>	111.69	553.93	61,868.44
04.02.2005	CONCRETO $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup> + 30% PM	m <sup>3</sup>	23.58	482.72	11,382.54
04.02.2006	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m <sup>2</sup>	192.69	46.04	8,872.01
04.02.2007	JUNTA DE DILATAACION	m	115.20	8.05	927.36
04.02.2008	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m <sup>3</sup>	29.80	22.34	665.73
04.03	<b>CUNETAS</b>				<b>33,358.46</b>
04.03.2001	CONFORMACION DE CUNETAS DE TIERRA	m	15,108.00	2.21	33,358.46
05	<b>TRANSPORTES</b>				<b>277,926.37</b>
05.01	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES PARA DISTANCIA ENTRE 120M Y 1,000M	m <sup>3</sup> k	8,783.61	9.30	81,660.47
05.02	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES PARA DISTANCIAS MAYORES A 1,000M	m <sup>3</sup> k	20,653.90	2.52	52,102.68
05.03	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES PARA DISTANCIAS ENTRE 120M Y 1,000M	m <sup>3</sup> k	6,360.05	9.30	59,128.84
05.04	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES PARA DISTANCIAS MAYORES A 1,000M	m <sup>3</sup> k	33,708.27	2.52	85,034.37
06	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>17,826.25</b>
06.01	SEÑALES INFORMATIVAS	und	4.00	1,509.45	6,037.80
06.02	SEÑALES PREVENTIVAS	und	16.00	452.04	7,232.68
06.03	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	5.00	607.99	3,039.94
06.04	HITOS KILOMETRICOS	und	8.00	189.48	1,515.84
07	<b>MANEJO AMBIENTAL</b>				<b>38,140.26</b>
07.01	ACONDICIONAMIENTO DE DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE	m <sup>3</sup>	6,360.05	2.93	18,657.37
07.02	RESTAURACION DEL AREA DE CANTERAS	ha	0.40	10,161.93	4,064.77
07.03	SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL	glb	1.00	15,418.12	15,418.12
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>2,953,426.68</b>
	GASTOS GENERALES 10%				295,342.67
	UTILIDAD 5%				147,671.33
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>3,396,440.68</b>
	IGV 18%				611,359.32
	<b>PRESUPUESTO DE OBRA</b>				<b>4,007,800.00</b>
	SUPERVISION DE OBRA 4%				160,312.00
	EXPEDIENTE TECNICO				0.00
	<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				<b>4,168,112.00</b>

#### 4.1.9.3. Resumen y sustento de metrados

TESIS	<b>RESUMEN METRADO - PAVIMENTO FLEXIBLE</b> <b>DISEÑO DE PAVIMENTO PARA EL TRAMO DV. LI-120 DE CHUAN - OROMALQUI, PROVINCIA DE JULCAN, LA LIBERTAD</b>		
SOLICITANTE	<b>CEDEÑO DURAND PATRICIO FABIAN</b> <b>ÑIQUE VALDERRAMA ANA PAULA PRISSILA</b>		
Lugar	<b>LA LIBERTAD - JULCAN - JULCAN</b>	Costo al	20/08/2024

Item	Descripción	Und.	Metrado
01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>		
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb	1.00
01.02	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	km	7.55
01.03	MANTENIMIENTO DE TRANSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL	glb	1.00
01.04	CAMPAMENTO	glb	1.00
02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
02.01	EXCAVACION PARA EXPLANACIONES CON EQUIPO	m3	9,021.30
02.02	CONFORMACION DE TERRAPLENES	m3	5,661.26
02.03	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB-RASANTE	m2	52,705.70
03	<b>PAVIMENTOS RIGIDO</b>		
03.01	BARRIDO DE BASE PARA REALIZAR IMPRIMACION ASFALTICA	m2	35,400.00
03.02	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	35,400.00
03.03	PREPARACION DE MEZCLA ASFALTICA	m3	35,400.00
03.04	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA	m3	35,400.00
03.05	ESPARCIDO	m3	35,400.00
04	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>		
04.01	<b>ALCANTARILLAS DE TMC</b>		
04.01.2001	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	841.52
04.01.2002	RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	m3	63.00
04.01.2003	CONCRETO f'c=175 kg/cm2	m3	43.96
04.01.2004	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	266.36
04.01.2005	SUMINISTRO E INSTALACION DE TMC DIAMETRO 24"	m	224.92
04.01.2006	CAMA DE ARENA e=0.10m	m2	31.20
04.01.2007	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	778.52
04.02	<b>BADENES</b>		
04.02.2001	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	218.25
04.02.2002	RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	m3	188.45
04.02.2003	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR	m3	20.16
04.02.2004	CONCRETO f'c=210 kg/cm2 + 30% PM	m3	111.69
04.02.2005	CONCRETO f'c=175 kg/cm2 + 30% PM	m3	23.58
04.02.2006	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	192.69
04.02.2007	JUNTA DE DILATACION	m	115.20
04.02.2008	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	29.80
04.03	<b>CUNETAS</b>		
04.03.2001	CONFORMACION DE CUNETAS DE TIERRA	m	15,108.00
05	<b>TRANSPORTES</b>		
05.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D<=1 km	m3k	8,783.61
05.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D>1 km	m3k	20,653.90
05.03	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D<=1 km	m3k	6,360.05
05.04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D>1 km	m3k	33,708.27
06	<b>SEÑALIZACION</b>		
06.01	SEÑALES INFORMATIVAS	und	4.00
06.02	SEÑALES PREVENTIVAS	und	16.00
06.03	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	5.00
06.04	HITOS KILOMETRICOS	und	8.00
07	<b>MANEJO AMBIENTAL</b>		
07.01	ACONDICIONAMIENTO DE DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	6,360.05
07.02	RESTAURACION DEL AREA DE CANTERAS	ha	0.40
07.03	SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL	glb	1.00

### DETALLE DE METRADOS - PAVIMENTO FLEXIBLE

TESIS **DISEÑO DE PAVIMENTO PARA EL TRAMO DV. LI-120 DE CHUAN - OROMALQUI, PROVINCIA DE JULCAN, LA LIBERTAD**

SOLICITANTE **CEDEÑO DURAND PATRICIO FABIAN** Costo al 20/08/2024

Lugar **ÑIQUE VALDERRAMA ANA PAULA PRISSILA  
LA LIBERTAD - JULCAN - JULCAN**

**Item Descripción Und. VECES LARGO ANCHO ALTO Metrado**

01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>						
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb	1.00				1.00
01.02	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	km	1.00	7.55			7.55
01.03	MANTENIMIENTO DE TRANSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL	glb	1.00				1.00
01.04	CAMPAMENTO	glb	1.00				1.00
02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
02.01	EXCAVACION PARA EXPLANACIONES CON EQUIPO	m3	1.00	7.55	1.40	0.86	9,021.30
02.02	CONFORMACION DE TERRAPLENES	m3	1.00	7.55	0.86	0.86	5,661.26
02.03	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB-RASANTE	m2	1.00	7.55	6.98		52,705.70
03	<b>PAVIMENTOS FLEXIBLE</b>						
03.01	BARRIDO DE BASE PARA REALIZAR IMPRIMACION ASFALTICA	m2	1.00	35,400.00			35,400.00
03.02	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	1.00	35,400.00			35,400.00
03.03	PREPARACION DE MEZCLA ASFALTICA	m3	1.00	35,400.00			35,400.00
03.04	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA	m3	1.00	35,400.00			35,400.00
03.05	ESPARCIDO	m3	1.00	35,400.00			35,400.00
04	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>						
04.01	<b>ALCANTARILLAS DE TMC</b>						
04.01.2001	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	1.00	841.52			841.52
04.01.2002	RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	m3	1.00	63.00			63.00
04.01.2003	CONCRETO f'c=175 kg/cm2	m3	1.00	43.96			43.96
04.01.2004	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1.00	266.36			266.36
04.01.2005	SUMINISTRO E INSTALACION DE TMC DIAMETRO 24"	m	1.00	224.92			224.92
04.01.2006	CAMA DE ARENA e=0.10m	m2	1.00	31.20			31.20
04.01.2007	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1.00	778.52			778.52
04.02	<b>BADENES</b>						
04.02.2001	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	1.00	218.25			218.25
04.02.2002	RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	m3	1.00	188.45			188.45
04.02.2003	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR	m3	1.00	20.00			20.16
04.02.2004	CONCRETO f'c=210 kg/cm2 + 30% PM	m3	1.00	111.69			111.69
04.02.2005	CONCRETO f'c=175 kg/cm2 + 30% PM	m3	1.00	23.58			23.58
04.02.2006	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1.00	192.69			192.69
04.02.2007	JUNTA DE DILATAION	m	1.00	115.20			115.20
04.02.2008	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1.00	29.80			29.80
04.03	<b>CUNETAS</b>						
04.03.2001	CONFORMACION DE CUNETAS DE TIERRA	m	2.00	7.55			15,108.00
05	<b>TRANSPORTES</b>						
05.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D<=1 km	m3k	1.00	8,783.61			8,783.61
05.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D>1 km	m3k	1.00	20,653.90			20,653.90
05.03	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D<=1 km	m3k	1.00	6,360.05			6,360.05
05.04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D>1 km	m3k	1.00	33,708.27			33,708.27
06	<b>SEÑALIZACION</b>						
06.01	SEÑALES INFORMATIVAS	und	4.00				4.00
06.02	SEÑALES PREVENTIVAS	und	16.00				16.00
06.03	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	5.00				5.00
06.04	HITOS KILOMETRICOS	und	8.00				8.00
07	<b>MANEJO AMBIENTAL</b>						
07.01	ACONDICIONAMIENTO DE DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1.00	6360.05			6,360.05
07.02	RESTAURACION DEL AREA DE CANTERAS	ha	0.40				0.40
07.03	SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL	glb	1.00				1.00

### RESUMEN METRADO - PAVIMENTO RIGIDO

TESIS **DISEÑO DE PAVIMENTO PARA EL TRAMO DV. LI-120 DE CHUAN - OROMALQUI, PROVINCIA DE JULCAN, LA LIBERTAD**

SOLICITANTE **CEDEÑO DURAND PATRICIO FABIAN** Costo al 20/08/2024

**ÑIQUE VALDERRAMA ANA PAULA PRISSILA**

Lugar **LA LIBERTAD - JULCAN - JULCAN**

**Item Descripción Und. Metrado**

01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>		
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb	1.00
01.02	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	km	7.55
01.03	MANTENIMIENTO DE TRANSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD	glb	1.00
	VIAL		
01.04	CAMPAMENTO	glb	1.00
02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
02.01	EXCAVACION PARA EXPLANACIONES CON EQUIPO	m3	9,021.30
02.02	CONFORMACION DE TERRAPLENES	m3	5,661.26
02.03	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB-RASANTE	m2	52,705.70
03	<b>PAVIMENTOS RIGIDOS</b>		
03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PAVIMENTO RIGIDO	m2	1,800.00
03.02	LOSA PARA PAVIMENTO DE CONCRETO $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	m3	3,600.00
03.03	JUNTA LONGITUDINAL DE CONTRACCION ACERO 5/8"	kg	5,880.00
03.04	JUNTA TRANSVERSAL CON DOWEL ACERO LISO DE 1"	m	9,000.00
03.05	JUNTA DE DILATACION	m	9,000.00
04	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>		
04.01	<b>ALCANTARILLAS DE TMC</b>		
04.01.2001	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	841.52
04.01.2002	RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	m3	63.00
04.01.2003	CONCRETO $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup>	m3	43.96
04.01.2004	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	266.36
04.01.2005	SUMINISTRO E INSTALACION DE TMC DIAMETRO 24"	m	224.92
04.01.2006	CAMA DE ARENA $e=0.10$ m	m2	31.20
04.01.2007	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	778.52
04.02	<b>BADENES</b>		
04.02.2001	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	218.25
04.02.2002	RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	m3	188.45
04.02.2003	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR	m3	20.16
04.02.2004	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> + 30% PM	m3	111.69
04.02.2005	CONCRETO $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup> + 30% PM	m3	23.58
04.02.2006	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	192.69
04.02.2007	JUNTA DE DILATACION	m	115.20
04.02.2008	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	29.80
04.03	<b>CUNETAS</b>		
04.03.2001	CONFORMACION DE CUNETAS DE TIERRA	m	15,108.00
05	<b>TRANSPORTES</b>		
05.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR $D \leq 1$ km	m3k	8,783.61
05.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR $D > 1$ km	m3k	20,653.90
05.03	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE $D \leq 1$ km	m3k	6,360.05
05.04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE $D > 1$ km	m3k	33,708.27
06	<b>SEÑALIZACION</b>		
06.01	SEÑALES INFORMATIVAS	und	4.00
06.02	SEÑALES PREVENTIVAS	und	16.00
06.03	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	5.00
06.04	HITOS KILOMETRICOS	und	8.00
07	<b>MANEJO AMBIENTAL</b>		
07.01	ACONDICIONAMIENTO DE DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	6,360.05
07.02	RESTAURACION DEL AREA DE CANTERAS	ha	0.40
07.03	SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL	glb	1.00

### DETALLE DE METRADOS - PAVIMENTO RIGIDO

TESIS **DISEÑO DE PAVIMENTO PARA EL TRAMO DV. LI-120 DE CHUAN - OROMALQUI, PROVINCIA DE JULCAN, LA LIBERTAD**

SOLICITANTE **CEDEÑO DURAND PATRICIO FABIAN** Costo al 20/08/2024

**ÑIQUE VALDERRAMA ANA PAULA PRISSILA**

Lugar **LA LIBERTAD - JULCAN - JULCAN**

**Item Descripción Und. VECES LARGO ANCHO ALTO Metrado**

01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>							
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb	1.00					1.00
01.02	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	km	1.00	7.55				7.55
01.03	MANTENIMIENTO DE TRANSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL	glb	1.00					1.00
01.04	CAMPAMENTO	glb	1.00					1.00
02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>							
02.01	EXCAVACION PARA EXPLANACIONES CON EQUIPO	m3	1.00	7.55	1.40	0.86		9,021.30
02.02	CONFORMACION DE TERRAPLENES	m3	1.00	7.55	0.86	0.86		5,661.26
02.03	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB-RASANTE	m2	1.00	7.55	6.98			52,705.70
03	<b>PAVIMENTOS RIGIDO</b>							
03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PAVIMENTO RIGIDO	m2	1.00	1,800.00				1,800.00
03.02	LOSA PARA PAVIMENTO DE CONCRETO $f_c=210$ kg/cm2	m3	1.00	3,600.00				3,600.00
03.03	JUNTA LONGITUDINAL DE CONTRACCION ACERO 5/8"	kg	1.00	5,880.00				5,880.00
03.04	JUNTA TRANSVERSAL CON DOWEL ACERO LISO DE 1"	m	1.00	9,000.00				9,000.00
03.05	JUNTA DE DILATACION	m	1.00	9,000.00				9,000.00
04	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>							
04.01	<b>ALCANTARILLAS DE TMC</b>							
04.01.2001	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	1.00	841.52				841.52
04.01.2002	RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	m3	1.00	63.00				63.00
04.01.2003	CONCRETO $f_c=175$ kg/cm2	m3	1.00	43.96				43.96
04.01.2004	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1.00	266.36				266.36
04.01.2005	SUMINISTRO E INSTALACION DE TMC DIAMETRO 24"	m	1.00	224.92				224.92
04.01.2006	CAMA DE ARENA $e=0.10$ m	m2	1.00	31.20				31.20
04.01.2007	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1.00	778.52				778.52
04.02	<b>BADENES</b>							
04.02.2001	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	1.00	218.25				218.25
04.02.2002	RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	m3	1.00	188.45				188.45
04.02.2003	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR	m3	1.00	20.00				20.16
04.02.2004	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm2 + 30% PM	m3	1.00	111.69				111.69
04.02.2005	CONCRETO $f_c=175$ kg/cm2 + 30% PM	m3	1.00	23.58				23.58
04.02.2006	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1.00	192.69				192.69
04.02.2007	JUNTA DE DILATACION	m	1.00	115.20				115.20
04.02.2008	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1.00	29.80				29.80
04.03	<b>CUNETAS</b>							
04.03.2001	CONFORMACION DE CUNETAS DE TIERRA	m	2.00	7.55				15,108.00
05	<b>TRANSPORTES</b>							
05.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR $D \leq 1$ km	m3k	1.00	8,783.61				8,783.61
05.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR $D > 1$ km	m3k	1.00	20,653.90				20,653.90
05.03	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE $D \leq 1$ km	m3k	1.00	6,360.05				6,360.05
05.04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE $D > 1$ km	m3k	1.00	33,708.27				33,708.27
06	<b>SEÑALIZACION</b>							
06.01	SEÑALES INFORMATIVAS	und	4.00					4.00
06.02	SEÑALES PREVENTIVAS	und	16.00					16.00
06.03	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	5.00					5.00
06.04	HITOS KILOMETRICOS	und	8.00					8.00
07	<b>MANEJO AMBIENTAL</b>							
07.01	ACONDICIONAMIENTO DE DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1.00	6360.05				6,360.05
07.02	RESTAURACION DEL AREA DE CANTERAS	ha	0.40					0.40
07.03	SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL	glb	1.00					1.00

#### 4.1.9.4. Análisis de precios unitarios

Partida **1.01** **MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO** **40,611.57**

Rendimiento **glb/DIA** **1.0000** EQ. **1.0000** Costo unitario directo por : glb **40,611.57**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Equipos</b>						
03013600010002	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb		1.0000	40,611.57	40,611.57
						<b>40,611.57</b>

Partida **1.02** **TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION** **5,053.07**

Rendimiento **km/DIA** **0.5000** EQ. **0.5000** Costo unitario directo por : km **5,053.07**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	16.0000	27.44	439.04
0101010005	PEON	hh	2.0000	32.0000	19.54	625.33
0101030009	TOPOGRAFO	hh	1.0000	16.0000	28.39	454.29
						<b>1,518.66</b>

<b>Materiales</b>						
02041200010009	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2", 2 1/2", 3"	kg		1.0000	4.74	4.74
02130300010001	YESO BOLSA 18 kg	bol		0.0050	19.03	0.10
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und		20.0000	2.09	41.80
0276010016	WINCHA DE 100M	und		0.0400	73.44	2.94
0292010001	CORDEL	m		20.0000	0.20	4.00
						<b>53.57</b>

<b>Equipos</b>						
0301000020	ESTACION TOTAL	hm	1.0000	16.0000	155.04	2,480.70
0301000021	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	0.5000	8.0000	120.00	960.00
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1,337.60	40.13
						<b>3,480.83</b>

Partida **1.04** **MANTENIMIENTO DE TRANSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL** **22,069.72**

Rendimiento **glb/DIA** **1.0000** EQ. **1.0000** Costo unitario directo por : glb **22,069.72**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	8.0000	31.56	252.45
0101010005	PEON	hh	6.0000	48.0000	19.54	938.00
						<b>1,190.45</b>

<b>Materiales</b>						
0222100002	SILBATO	und		10.0000	10.10	101.00
02610000010011	LAMPARA DESTELLANTE	und		10.0000	188.25	1,882.50
02671100040009	SEÑALES INFORMATIVAS	und		5.0000	301.69	1,508.45
02671100060003	BANDERINES	und		5.0000	26.12	130.60
02671100140002	TRANQUERA DE MADERA DE 1.20 X 1.20 m	und		20.0000	210.42	4,208.40
02671100160007	SEÑALES RESTRICTIVAS	und		5.0000	342.14	1,710.70
0267110022	SEÑALES PREVENTIVAS	und		5.0000	342.14	1,710.70
						<b>11,252.35</b>

**Equipos**

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1,347.92	67.40
0301200002	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	8.0000	635.06	5,080.48
0301220010	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP	hm	1.0000	8.0000	559.88	4,479.05
						<b>9,626.92</b>

Partida **1.05** **CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA** **7,620.96**

Rendimiento **glb/DIA** **1.0000** EQ. **1.0000** Costo unitario directo por : glb **7,620.96**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	16.0000	27.44	439.04
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	16.0000	21.59	345.51
0101010005	PEON	hh	2.0000	16.0000	19.54	312.67
						<b>1,097.22</b>
	<b>Materiales</b>					
02041200010009	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2", 2 1/2", 3"	kg		15.0000	4.74	71.10
0217010004	CALAMINA METALICA DE 0.80X3.60M, E=0.22MM	pza		25.0000	35.70	892.50
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		250.0000	6.79	1,697.50
02310500010008	TRIPLAY LUPUNA 4'x8'x4mm	pln		120.0000	26.41	3,169.20
						<b>5,830.30</b>
	<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	8,829.50	441.48
						<b>441.48</b>
	<b>Subpartidas</b>					
010601080107	CONCRETO CLASE H (F'c=100 KG/CM2)	m3		0.4000	629.91	251.96
						<b>251.96</b>

Partida **2.01** **EXCAVACION PARA EXPLANACIONES CON EQUIPO** **5.03**

Rendimiento **m3/DIA** **550.0000** EQ. **550.0000** Costo unitario directo por : m3 **5.03**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0029	31.56	0.09
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0291	19.54	0.57
						<b>0.66</b>
	<b>Materiales</b>					
0259010005	COMBUSTIBLE DIESEL B5	gal		0.0798	13.95	1.11
						<b>1.11</b>
	<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.48	0.01
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0145	223.69	3.24
						<b>3.26</b>

Partida **2.02** **CONFORMACION DE TERRAPLENES** **17.32**

Rendimiento **m3/DIA** **1,030.0000** EQ. **1,030.0000** Costo unitario directo por : m3 **17.32**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0078	27.44	0.21	
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.0466	19.54	0.91	
<b>1.12</b>							
<b>Materiales</b>							
0259010005	COMBUSTIBLE DIESEL B5	gal		0.1131	23.95	2.71	
<b>2.71</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.00	0.03	
03011000060004	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP, 7-9 T.	hm	1.0000	0.0078	322.11	2.51	
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0078	223.09	1.74	
0301200002	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0078	304.06	2.37	
<b>6.65</b>							
<b>Subpartidas</b>							
010318010102	AGUA - RIEGO	m3		0.1200	56.92	6.83	
<b>6.83</b>							
Partida	<b>2.03</b>	<b>PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB-RASANTE</b>					<b>4.16</b>
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>2,250.0000</b>	EQ. #####		Costo unitario directo por : m2	<b>4.16</b>	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0036	27.44	0.10	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0142	19.54	0.28	
<b>0.38</b>							
<b>Materiales</b>							
0259010005	COMBUSTIBLE DIESEL B5	gal		0.0270	13.95	0.38	
<b>0.38</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.46	0.02	
03011000060004	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP, 7-9 T.	hm	0.5000	0.0018	322.11	0.58	
0301200002	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0036	304.06	1.09	
<b>1.70</b>							
<b>Subpartidas</b>							
010318010102	AGUA - RIEGO	m3		0.0300	56.92	1.71	
<b>1.71</b>							
Partida	<b>3.01</b>	<b>BASE DE MATERIAL GRANULAR (AFIRMADO), E=20 CM</b>					<b>20.05</b>
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>400.0000</b>	EQ. 400.0000		Costo unitario directo por : m3	<b>20.05</b>	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0100	31.56	0.32	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0800	19.54	1.56	
<b>1.88</b>							
<b>Materiales</b>							
0259010005	COMBUSTIBLE DIESEL B5	gal		0.1500	13.95	2.09	
<b>2.09</b>							
<b>Equipos</b>							



0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.35	0.01
03011000060004	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-100 HP, 7-9 T.	hm	1.0000	0.0200	195.31	3.91
0301200002	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0200	204.90	4.10
						<b>8.01</b>

**Subpartidas**

010304021102	PREPARACION DE MATERIAL DE AFIRMADO	m3		1.2000	5.13	6.16
010318010102	AGUA - RIEGO	m3		0.1200	15.92	1.91
						<b>8.07</b>

Partida	<b>3.02</b>	<b>MORTERO ASFALTICO (E=1.00 CM)</b>					<b>6.65</b>
---------	-------------	--------------------------------------	--	--	--	--	-------------

Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>2,500.0000</b>	EQ. #####	Costo unitario directo por : m2	<b>6.65</b>
-------------	---------------	-------------------	-----------	------------------------------------	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0016	31.56	0.05
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0064	21.59	0.14
0101010005	PEON	hh	5.0000	0.0160	19.54	0.31
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.0032	28.29	0.09
						<b>0.59</b>

**Materiales**

0201050007	EMULSION ASFALTICA STANDAR CATIONICA DE ROTURA MEDIANA BD-CRL-1P	gal		0.7000	2.84	1.99
02070200010003	ARENA GRUESA PARA ASFALTO SELECCIONADA	m3		0.0130	80.36	1.04
0213010008	CEMENTO PORTLAND TIPO I Co (42.5 kg)	bol		0.0065	20.65	0.13
0259010005	COMBUSTIBLE DIESEL B5	gal		0.0368	8.95	0.33
						<b>3.50</b>

**Equipos**

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.32	0.01
03011400060004	COMPRESORA NEUMATICA 196 HP, 600-690 PCM	hm	1.0000	0.0032	202.93	0.65
03011600010004	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 160-195 HP 3.5 yd3	hm	1.0000	0.0032	256.97	0.82
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0032	216.12	0.69
0301390009	MICROPAVIMENTADORA	hm	1.0000	0.0032	120.86	0.39
						<b>2.56</b>

Partida	<b>4.01.01</b>	<b>EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS</b>					<b>19.08</b>
---------	----------------	---	--	--	--	--	--------------

Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>480.0000</b>	EQ. 480.0000	Costo unitario directo por : m3	<b>19.08</b>
-------------	---------------	-----------------	--------------	------------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.0083	27.44	0.23
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0167	21.59	0.36
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0667	19.54	1.30
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.0167	28.29	0.47
						<b>2.36</b>

**Materiales**

0245020006	BARRENO DE 5'X1"	und		0.0020	388.18	0.78
0259010005	COMBUSTIBLE DIESEL B5	gal		0.0668	13.95	0.93
						<b>1.71</b>

**Equipos**

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	7.79	0.23
------------	-----------------------	-----	--	--------	------	------

03011400020005	MARTILLO NEUMATICO DE 25 - 29 KG	hm	1.0000	0.0167	8.24	0.14
03011400060004	COMPRESORA NEUMATICA 196 HP, 600-690 PCM	hm	1.0000	0.0167	402.93	6.73
0301170007	EXCAVADORA S/ORUGA 0.75-1.6Y3	hm	1.0000	0.0167	473.60	7.91
						<b>15.01</b>

Partida **4.01.02** **RELLENO PARA ESTRUCTURA CON MATERIAL PROPIO** **38.39**

Rendimiento **m3/DIA** **10.0000** EQ. **10.0000** Costo unitario directo por : m3 **38.39**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	27.44	21.95
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.8000	19.54	15.63
						<b>37.59</b>
	<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.24	0.01
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.8000	0.50	0.40
						<b>0.41</b>
	<b>Subpartidas</b>					
010318010102	AGUA - RIEGO	m3		0.0200	19.72	0.39
						<b>0.39</b>

Partida **4.01.03** **CONCRETO CLASE E (F'c=175 KG/CM2)** **534.45**

Rendimiento **m3/DIA** **16.0000** EQ. **16.0000** Costo unitario directo por : m3 **534.45**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	27.44	13.72
0101010004	OFICIAL	hh	3.0000	1.5000	21.59	32.39
0101010005	PEON	hh	8.0000	4.0000	19.54	78.17
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.5000	28.29	14.14
						<b>138.42</b>
	<b>Materiales</b>					
02010300010002	GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.1852	21.43	3.97
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.8500	90.36	76.81
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5000	90.36	45.18
0213010008	CEMENTO PORTLAND TIPO I Co (42.5 kg)	bol		8.5000	27.65	235.03
02221700010044	ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	gal		0.3800	42.98	16.33
0222180001	ADITIVO CURADOR	gal		0.1760	20.74	3.65
						<b>380.96</b>
	<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.65	0.03
03012900010006	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.5000	7.19	3.60
03012900030005	MEZCLADORA DE CONCRETO 11-12 P3 (18 HP)	hm	1.0000	0.5000	11.94	5.97
						<b>9.60</b>
	<b>Subpartidas</b>					
010318010102	AGUA - RIEGO	m3		0.1840	29.72	5.47
						<b>5.47</b>
Partida	<b>4.01.04</b>		<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</b>			<b>46.04</b>

Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>16.0000</b>	EQ.	<b>16.0000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>46.04</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.5000	27.44	13.72
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.5000	21.59	10.80
							<b>23.02</b>
	<b>Materiales</b>						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0.1500	5.92	0.89
02041200010009	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2", 2 1/2", 3"		kg		0.2000	4.74	0.95
0222140001	DESMOLDADOR PARA ENCOFRADO		gal		0.0400	45.25	1.81
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		1.2400	6.79	8.42
02310500010009	TRIPLAY, E= 18 mm		pln		0.1200	90.54	10.86
							<b>22.93</b>
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	1.82	0.09
							<b>0.09</b>
Partida	<b>4.01.05</b>			<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE TMC DIAMETRO 24"</b>			<b>311.22</b>
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>12.0000</b>	EQ.	<b>12.0000</b>	Costo unitario directo por : m	<b>311.22</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.6667	27.44	18.29
0101010005	PEON		hh	6.0000	4.0000	19.54	78.17
							<b>96.46</b>
	<b>Materiales</b>						
02042900010001	ALCANTARILLA METALICA CIRCULAR TMC Ø=24"		m		1.0500	146.48	153.80
							<b>153.80</b>
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.96	0.03
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP		hm	0.5000	0.3333	41.66	13.89
							<b>13.91</b>
	<b>Subpartidas</b>						
010304021103	PREPARACION Y COMPACTACION DE CAMA DE ASIENTO		m3		0.1552	303.07	47.04
							<b>47.04</b>
Partida	<b>4.02.01</b>			<b>EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS</b>			<b>19.08</b>
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>480.0000</b>	EQ.	<b>480.0000</b>	Costo unitario directo por : m3	<b>19.08</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	0.5000	0.0083	27.44	0.23
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0167	21.59	0.36
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0667	19.54	1.30
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	1.0000	0.0167	28.29	0.47
							<b>2.36</b>
	<b>Materiales</b>						
0245020006	BARRENO DE 5'X1"		und		0.0020	388.18	0.78

0259010005	COMBUSTIBLE DIESEL B5	gal		0.0668	13.95	0.93	
							<b>1.71</b>

**Equipos**

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	7.79	0.23	
03011400020005	MARTILLO NEUMATICO DE 25 - 29 KG	hm	1.0000	0.0167	8.24	0.14	
03011400060004	COMPRESORA NEUMATICA 196 HP, 600-690 PCM	hm	1.0000	0.0167	402.93	6.73	
0301170007	EXCAVADORA S/ORUGA 0.75-1.6Y3	hm	1.0000	0.0167	473.60	7.91	
							<b>15.01</b>

Partida	<b>4.02.02</b>	<b>RELLENO PARA ESTRUCTURA CON MATERIAL PROPIO</b>					<b>38.39</b>
---------	----------------	--	--	--	--	--	--------------

Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>10.0000</b>	EQ.	<b>10.0000</b>	Costo unitario directo por : m3	<b>38.39</b>
-------------	---------------	----------------	-----	----------------	---------------------------------	--------------

<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	27.44	21.95
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.8000	19.54	15.63
						<b>37.59</b>

**Equipos**

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.24	0.01	
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.8000	0.50	0.40	
							<b>0.41</b>

**Subpartidas**

010318010102	AGUA - RIEGO	m3		0.0200	19.72	0.39	
							<b>0.39</b>

Partida	<b>4.02.04</b>	<b>CONCRETO CLASE E1 (F'c=210 KG/CM2 + 30%P.M.)</b>					<b>553.93</b>
---------	----------------	---	--	--	--	--	---------------

Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>18.0000</b>	EQ.	<b>18.0000</b>	Costo unitario directo por : m3	<b>553.93</b>
-------------	---------------	----------------	-----	----------------	---------------------------------	---------------

<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Subpartidas</b>					
010105010008	CONCRETO CLASE E (F'c=210 KG/CM2)	m3		0.7000	776.29	543.40
010318010301	PIEDRA MEDIANA	m3		0.3000	35.09	10.53
						<b>553.93</b>

Partida	<b>4.02.05</b>	<b>CONCRETO CLASE E1 (F'c=175 KG/CM2 + 30%P.M.)</b>					<b>482.72</b>
---------	----------------	---	--	--	--	--	---------------

Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>18.0000</b>	EQ.	<b>18.0000</b>	Costo unitario directo por : m3	<b>482.72</b>
-------------	---------------	----------------	-----	----------------	---------------------------------	---------------

<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Subpartidas</b>					
010105010008	CONCRETO CLASE E (F'c=175 KG/CM2)	m3		0.7000	674.56	472.19
010318010301	PIEDRA MEDIANA	m3		0.3000	35.09	10.53
						<b>482.72</b>

Partida	<b>4.02.06</b>	<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</b>					<b>46.04</b>
---------	----------------	---------------------------------	--	--	--	--	--------------

Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>16.0000</b>	EQ.	<b>16.0000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>46.04</b>
-------------	---------------	----------------	-----	----------------	---------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	27.44	13.72	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5000	21.59	10.80	
						<b>23.02</b>	
<b>Materiales</b>							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.1500	5.92	0.89	
02041200010009	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2", 2 1/2", 3"	kg		0.2000	4.74	0.95	
0222140001	DESMOLDADOR PARA ENCOFRADO	gal		0.0400	45.25	1.81	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		1.2400	6.79	8.42	
02310500010009	TRIPLAY, E= 18 mm	pln		0.1200	90.54	10.86	
						<b>22.93</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.82	0.09	
						<b>0.09</b>	
Partida	<b>4.02.07</b>	<b>JUNTAS ASFALTICAS, E=1" EN BADENES</b>					<b>6.32</b>
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>20.0000</b>	EQ.	<b>20.0000</b>	Costo unitario directo por : m	<b>6.32</b>	
<b>Código Descripción Recurso Unidad Cuadrilla Cantidad Precio S/. Parcial S/.</b>							
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	31.56	1.26	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	21.59	0.86	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0400	19.54	0.78	
						<b>2.91</b>	
<b>Materiales</b>							
02010500010001	ASFALTO RC-250	gal		0.1200	9.06	1.09	
0204180008	PLANCHA DE TECNOPOR DE 1.20 X 2.40 X 1"	und		0.0350	13.94	0.49	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0200	90.36	1.81	
						<b>3.38</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.86	0.03	
						<b>0.03</b>	
Partida	<b>4.03.01</b>	<b>CONFORMACION DE CUNETAS DE TIERRA</b>					<b>2.21</b>
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>20.0000</b>	EQ.	<b>20.0000</b>	Costo unitario directo por : m	<b>2.21</b>	
<b>Código Descripción Recurso Unidad Cuadrilla Cantidad Precio S/. Parcial S/.</b>							
<b>Subpartidas</b>							
010303040104	PERFILADO DE CUNETAS	m2		0.8000	2.76	2.21	
						<b>2.21</b>	
Partida	<b>5.01</b>	<b>TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES PARA DISTANCIA ENTRE 120M Y 1,000M</b>					<b>9.30</b>
Rendimiento	<b>m3-km/d/DIA</b>	<b>363.0000</b>	EQ.	<b>363.0000</b>	Costo unitario directo por : m3-km/d	<b>9.30</b>	
<b>Código Descripción Recurso Unidad Cuadrilla Cantidad Precio S/. Parcial S/.</b>							
<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	0.2500	0.0055	21.59	0.12	
						<b>0.12</b>	

<b>Materiales</b>								
0259010005	COMBUSTIBLE DIESEL B5		gal		0.1245	13.95	1.74	
							<b>1.74</b>	
<b>Equipos</b>								
03011600010004	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 160-195 HP 3.5 yd3		hm	0.4100	0.0090	256.97	2.31	
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	1.0000	0.0220	233.12	5.13	
							<b>7.44</b>	
Partida	<b>5.02</b>	<b>TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES PARA DISTANCIAS MAYORES A 1,000M</b>						<b>2.52</b>
Rendimiento	<b>m3-km/d/DIA</b>	<b>1,200.0000</b>	EQ.	<b>1,200.0000</b>		Costo unitario directo por : m3-km/d	<b>2.52</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
<b>Materiales</b>								
0259010005	COMBUSTIBLE DIESEL B5		gal		0.0296	13.95	0.41	
							<b>0.41</b>	
<b>Equipos</b>								
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	1.0000	0.0091	233.12	2.11	
							<b>2.11</b>	
Partida	<b>5.03</b>	<b>TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES PARA DISTANCIAS ENTRE 120M Y 1,000M</b>						<b>9.30</b>
Rendimiento	<b>m3-km/d/DIA</b>	<b>348.0000</b>	EQ.	<b>348.0000</b>		Costo unitario directo por : m3-km/d	<b>9.30</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>								
0101010004	OFICIAL		hh	0.2500	0.0055	21.59	0.12	
							<b>0.12</b>	
<b>Materiales</b>								
0259010005	COMBUSTIBLE DIESEL B5		gal		0.1245	13.95	1.74	
							<b>1.74</b>	
<b>Equipos</b>								
03011600010004	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 160-195 HP 3.5 yd3		hm	0.3839	0.0090	256.97	2.31	
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	1.0000	0.0220	233.12	5.13	
							<b>7.44</b>	
Partida	<b>5.04</b>	<b>TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES PARA DISTANCIAS MAYORES A 1,000M</b>						<b>2.52</b>
Rendimiento	<b>m3-km/d/DIA</b>	<b>1,728.0000</b>	EQ.	<b>1,728.0000</b>		Costo unitario directo por : m3-km/d	<b>2.52</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
<b>Materiales</b>								
0259010005	COMBUSTIBLE DIESEL B5		gal		0.0296	13.95	0.41	
							<b>0.41</b>	
<b>Equipos</b>								
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	1.0000	0.0091	233.12	2.11	
							<b>2.11</b>	
Partida	<b>6.01</b>	<b>SEÑALES INFORMATIVAS</b>						<b>1,509.45</b>

Rendimiento	und/DIA	18.0000	EQ.	18.0000	Costo unitario directo por : und	1,509.45	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	6.0000	2.6667	27.44	73.17	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.8889	19.54	17.37	
							<b>90.54</b>
<b>Materiales</b>							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3000	5.92	1.78	
0204020009	ANGULO 1"X1"X3/16"	m		2.4000	7.01	16.82	
02041200010009	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2", 2 1/2", 3"	kg		0.1700	4.74	0.81	
0210010001	FIBRA DE VIDRIO DE 4 mm ACABADO	m2		0.5700	184.11	104.94	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		5.1600	6.79	35.04	
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.0150	43.06	0.65	
02400200090008	PINTURA ESMALTE EPOXICO BLANCO	gal		0.0150	178.79	2.68	
02400200090009	PINTURA ESMALTE EPOXICO NEGRO	gal		0.0150	178.79	2.68	
02400600100001	TINTA SERIGRAFICA NEGRA	gal		0.0040	200.06	0.80	
0240070004	PINTURA ANTICORROSIVA EPOXICA	gal		0.0300	50.38	1.51	
0255080016	SOLDADURA CELLOCORD P 3/32"	kg		0.0500	16.09	0.80	
0265060004	TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 3" X 6.40M	pza		0.5000	217.11	108.56	
0267110023	LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	p2		6.2500	3.28	20.50	
0271050140	PERNO 1/4"X3"	und		2.0000	0.30	0.60	
0271050141	PLATINA DE 1"X1/8"	m		0.8500	2.28	1.94	
							<b>300.10</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	116.85	3.51	
0301330010	EQUIPO DE SOLDAR	hm	0.5000	5.0000	7.20	36.00	
							<b>39.51</b>
<b>Subpartidas</b>							
010116080202	COLOCACION DE SEÑAL INFORMATICA	und		3.0000	359.77	1,079.30	
							<b>1,079.30</b>
Partida	<b>6.02</b>	<b>SEÑALES PREVENTIVAS</b>					<b>452.04</b>

Rendimiento	und/DIA	18.0000	EQ.	18.0000	Costo unitario directo por : und	452.04	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	6.0000	2.6667	27.44	73.17	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.8889	19.54	17.37	
							<b>90.54</b>
<b>Materiales</b>							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3000	5.92	1.78	
0204020009	ANGULO 1"X1"X3/16"	m		2.4000	7.01	16.82	
02041200010009	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2", 2 1/2", 3"	kg		0.1700	4.74	0.81	
0210010001	FIBRA DE VIDRIO DE 4 mm ACABADO	m2		0.5700	184.11	104.94	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		5.1600	6.79	35.04	
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.0150	43.06	0.65	

02400200090008	PINTURA ESMALTE EPOXICO BLANCO	gal		0.0150	178.79	2.68
02400200090009	PINTURA ESMALTE EPOXICO NEGRO	gal		0.0150	178.79	2.68
02400600100001	TINTA SERIGRAFICA NEGRA	gal		0.0040	200.06	0.80
0240070004	PINTURA ANTICORROSIVA EPOXICA	gal		0.0300	50.38	1.51
0255080016	SOLDADURA CELLOCORD P 3/32"	kg		0.0500	16.09	0.80
0265060004	TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 3" X 6.40M	pza		0.5000	217.11	108.56
0267110023	LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	p2		6.2500	3.28	20.50
0271050140	PERNO 1/4"X3"	und		2.0000	0.30	0.60
0271050141	PLATINA DE 1"X1/8"	m		0.8500	2.28	1.94

**300.10****Equipos**

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.96	0.03
0301330010	EQUIPO DE SOLDAR	hm	0.5000	0.2222	7.20	1.60

**1.63****Subpartidas**

010116080202	COLOCACION DE SEÑAL PREVENTIVA/REGLAMENTARIA	und		1.0000	59.77	59.77
--------------	---	-----	--	--------	-------	-------

**59.77**

Partida **6.03** **SEÑALES REGLAMENTARIAS** **607.99**

Rendimiento **und/DIA** **12.0000** EQ. **12.0000** Costo unitario directo por : und **607.99**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	6.0000	4.0000	27.44	109.76
0101010005	PEON	hh	4.0000	2.6667	19.54	52.11
						<b>161.87</b>

**Materiales**

02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3000	5.92	1.78
0204020009	ANGULO 1"X1"X3/16"	m		2.4000	7.01	16.82
02041200010009	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2", 2 1/2", 3"	kg		0.1700	4.74	0.81
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.1122	120.36	13.50
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0898	120.36	10.81
0210010001	FIBRA DE VIDRIO DE 4 mm ACABADO	m2		0.3600	184.11	66.28
0213010008	CEMENTO PORTLAND TIPO I Co (42.5 kg)	bol		1.8194	30.65	55.76
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		5.1600	6.79	35.04
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.0360	43.06	1.55
02400200090008	PINTURA ESMALTE EPOXICO BLANCO	gal		0.0670	178.79	11.98
02400200090009	PINTURA ESMALTE EPOXICO NEGRO	gal		0.0670	178.79	11.98
02400600100001	TINTA SERIGRAFICA NEGRA	gal		0.0080	200.06	1.60
0240070004	PINTURA ANTICORROSIVA EPOXICA	gal		0.0300	50.38	1.51
0255080016	SOLDADURA CELLOCORD P 3/32"	kg		0.0650	16.09	1.05
0265060004	TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 3" X 6.40M	pza		0.5000	217.11	108.56
0267110023	LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	p2		4.5000	3.28	14.76
0271050140	PERNO 1/4"X3"	und		2.0000	0.30	0.60
0271050143	PLATINA DE ACERO 2"X1/8"	m		1.5000	5.18	7.77

**362.15****Equipos**

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.56	0.02
------------	-----------------------	-----	--	--------	------	------



0301330010	EQUIPO DE SOLDAR	hm	1.0000	0.6667	7.20	4.80
						<b>4.82</b>

**Subpartidas**

010116080202	COLOCACION DE SEÑAL PREVENTIVA/REGLAMENTARIA	und		1.0000	79.15	79.15
						<b>79.15</b>

Partida	<b>6.04</b>	<b>HITOS KILOMETRICOS</b>				<b>189.48</b>
---------	-------------	---------------------------	--	--	--	---------------

Rendimiento	<b>und/DIA</b>	<b>2.0000</b>	EQ.	<b>2.0000</b>	Costo unitario directo por : und	<b>189.48</b>
-------------	----------------	---------------	-----	---------------	----------------------------------	---------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Subpartidas</b>					
010105010008	CONCRETO CLASE E (F <sub>c</sub> =175 KG/CM <sup>2</sup> )	m3		0.0430	690.36	29.69
010105010010	CONCRETO CLASE E1 (F <sub>c</sub> =175 KG/CM <sup>2</sup> + 30%P.M.)	m3		0.1250	570.08	71.26
010107010103	ACERO DE REFUERZO F <sub>y</sub> = 4,200 kg/cm <sup>2</sup>	kg		2.8000	8.11	22.71
010303010503	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	m3		0.1250	21.92	2.74
010305010103	TRANSPORTE DE AGREGADOS	m3		0.1250	112.89	14.11
010309020204	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2		0.7500	65.30	48.98
						<b>189.48</b>

Partida	<b>7.01</b>	<b>ACONDICIONAMIENTO DE DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE</b>				<b>2.93</b>
---------	-------------	--	--	--	--	-------------

Rendimiento	<b>m3-km/d/DIA</b>	<b>1,728.0000</b>	EQ.	<b>1,728.0000</b>	Costo unitario directo por : m3-km/d	<b>2.93</b>	2.94
-------------	--------------------	-------------------	-----	-------------------	--------------------------------------	-------------	------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Materiales</b>					
0259010005	COMBUSTIBLE DIESEL B5	gal		0.0296	13.95	0.41
						<b>0.41</b>
	<b>Equipos</b>					
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0091	278.52	2.52
						<b>2.52</b>

Partida	<b>7.02</b>	<b>RESTAURACION DEL AREA DE CANTERAS</b>				<b>10,161.93</b>
---------	-------------	--	--	--	--	------------------

Rendimiento	<b>ha/DIA</b>	<b>0.3000</b>	EQ.	<b>0.3000</b>	Costo unitario directo por : ha	<b>10,161.93</b>
-------------	---------------	---------------	-----	---------------	---------------------------------	------------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010005	PEON	hh	4.0000	106.6667	19.54	2,084.44
						<b>2,084.44</b>
	<b>Materiales</b>					
0259010005	COMBUSTIBLE DIESEL B5	gal		48.0000	13.95	669.60
						<b>669.60</b>
	<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.27	0.01
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	26.6667	222.07	5,921.87
						<b>5,921.88</b>
	<b>Subpartidas</b>					
010318010102	AGUA - RIEGO	m3		50.0000	29.72	1,486.00

1,486.00

Partida	7.03	<b>SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL</b>					<b>15,418.12</b>
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : glb	<b>15,418.12</b>	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Subcontratos</b>						
0428020005	PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL	glb		1.0000	15,418.12	15,418.12	
						<b>15,418.12</b>	

#### 4.1.9.5. Formula Polinómica

##### Fórmula Polinómica

$$K = 0.171*(Mr / Mo) + 0.120*(CMr / CMo) + 0.076*(Ar / Ao) + 0.592*(MQR / MQo) + 0.041*(Ir / Io)$$

Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.171	100.000	M	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.120	86.667	CM	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
		13.333		43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT.
3	0.076	100.000	A	13	ASFALTO
4	0.592	20.439		53	PETROLEO DIESEL
	0.592	79.561	MQ	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
5	0.041	100.000	I	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

##### Fórmula Polinómica - Agrupamiento Preliminar

Moneda **NUEVOS SOLES**

Índice	Descripción	% Inicio	% Saldo	Agrupamiento
02	ACERO DE CONSTRUCCION LISO	0.058	0.000	
03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO	0.002	0.000	
04	AGREGADO FINO	1.768	0.000	
05	AGREGADO GRUESO	2.238	0.000	
09	ALCANTARILLA METALICA	1.376	0.000	
13	ASFALTO	4.748	7.565	+27+28+29+30
21	CEMENTO PORTLAND TIPO I	6.362	10.448	+04+05+38+60+62
27	DETONANTE	0.305	0.000	
28	DINAMITA	0.632	0.000	
29	DOLAR	0.284	0.000	
30	DOLAR (GENERAL PONDERADO)	1.596	0.000	
32	FLETE TERRESTRE	2.535	0.000	
37	HERRAMIENTA MANUAL	0.616	0.000	
38	HORMIGON	0.001	0.000	
39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR	2.694	4.079	+09+51
43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT.	0.684	1.636	+02+03+44+45
44	MADERA TERCIAADA PARA CARPINTERIA	0.149	0.000	

45	MADERA TERCIADA PARA ENCOFRADO	0.743	0.000	
47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES	17.107	17.107	
48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL	5.890	47.056	+49+32+37
49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO	38.015	0.000	
51	PERFIL DE ACERO LIVIANO	0.009	0.000	
53	PETROLEO DIESEL	12.085	12.109	+54
54	PINTURA LATEX	0.024	0.000	
60	PLANCHA DE POLIURETANO	0.067	0.000	
62	POSTE DE CONCRETO	0.012	0.000	
		<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	

## **V. Discusión de Resultados**

### **Estudio de Suelos**

Los resultados del estudio de suelos muestran una clara diferenciación en las propiedades de la subrasante a lo largo del tramo estudiado. De las siete muestras obtenidas, se observó que los primeros cinco kilómetros (C1 a C5) están compuestos mayormente por arcilla inorgánica de baja compresibilidad (A-6(12) según AASHTO), mientras que los últimos kilómetros (C6 a C9) presentaron grava arcillosa (A-2-6(0)). Esta variación en las características del suelo, especialmente en términos de compresibilidad y contenido de finos, influyó directamente en el diseño de los espesores del pavimento. La arcilla inorgánica, por su menor capacidad de soporte, demandó un diseño más robusto en la subbase y base, para garantizar la estabilidad de la estructura del pavimento. La presencia de grava arcillosa en los últimos tramos, con material semi rocoso en el fondo, permitió un diseño menos exigente en términos de espesor, pero igualmente necesario para asegurar la durabilidad del pavimento. Estos hallazgos son consistentes con investigaciones similares realizadas en zonas rurales de topografía accidentada, donde se observa una variación significativa en la calidad del suelo a lo largo del tramo vial.

### **Estudio de Mecánica de Suelos y Diseño del Pavimento Flexible**

El análisis de los valores de CBR obtenidos para las diferentes calicatas evidenció dos zonas claramente diferenciadas. Los primeros cinco kilómetros mostraron valores de CBR relativamente bajos (10.90% en el C3), mientras que los últimos kilómetros presentaron valores superiores (hasta 30.95% en el C8). Se adoptó un enfoque conservador al seleccionar los valores más críticos de CBR (10.90% y 24.87%) para el diseño, lo que garantizó la selección de espesores adecuados en ambas secciones del tramo. El diseño del pavimento flexible, realizado bajo la metodología AASHTO-93, resultó en un espesor de carpeta asfáltica de 5 cm para ambos tramos, mientras que los espesores de la base y la subbase fueron ajustados en función de los resultados del CBR: 20 cm en los primeros tramos (C1 a C5) y 15 cm en los últimos (C6 a C9). Estos resultados confirman que el diseño propuesto es adecuado para las características del suelo, asegurando una distribución eficiente de las cargas vehiculares y una vida útil prolongada del pavimento.

### **Estudio de Tráfico y su Impacto en el Diseño**

El conteo vehicular realizado durante siete días demostró que, aunque la mayoría de los vehículos que transitan por la zona son motocicletas, la actividad económica principal de los caseríos de Chuán Parte Baja y Oromalqui depende en gran medida del tránsito de vehículos pesados como camiones tipo C2 y buses tipo B2. Este tráfico mixto, que incluye vehículos ligeros y pesados, fue clave para la estimación del ESAL (Número de Ejes Equivalentes), el cual sirvió de base para el diseño del pavimento. Los resultados del estudio de tráfico validan la necesidad de una estructura robusta que pueda soportar el tránsito agrícola y comercial de la zona, reafirmando la elección del pavimento flexible para maximizar la durabilidad y minimizar los costos de mantenimiento a largo plazo.

### **Diseño del Pavimento Rígido**

En cuanto al pavimento rígido, también diseñado bajo la metodología AASHTO-93, se determinaron espesores de 15 cm para la losa de concreto y 20 cm para la base en los primeros tramos, ajustándose a 15 cm de base en los últimos kilómetros, debido a la mayor resistencia del suelo en esa zona. La resistencia a la compresión del concreto fue de 210 kg/cm<sup>2</sup> en ambos casos, lo que garantiza la capacidad de soportar las cargas vehiculares proyectadas durante los 20 años de vida útil estimada. Si bien el pavimento rígido ofrece mayor durabilidad en términos estructurales, sus costos de implementación y mantenimiento son superiores en comparación con el pavimento flexible.

### **Costos del Proyecto**

En términos de costos, se estimó que la implementación del pavimento flexible tiene un costo total de S/. 3,621,535.98 mientras que el pavimento rígido asciende a S/. 4,168,112.00 Ambos presupuestos incluyen movimientos de tierra, materiales, mano de obra, maquinaria y obras complementarias. Aunque el pavimento rígido presenta un costo inicial más elevado, los estudios demuestran que su durabilidad a largo plazo podría compensar esta diferencia, dependiendo del mantenimiento que se le aplique a lo largo del tiempo. No obstante, el pavimento flexible sigue siendo la opción más eficiente en términos de costo-beneficio para esta zona rural, debido a su menor costo inicial y su capacidad de adaptarse a las condiciones geotécnicas variables del tramo.

## Conclusiones

Se realizó la topografía en el tramo estudiado que corresponde desde el 00+000 km – 07+554.00 km, encontrándose que es un terreno ondulado tipo 2 clasificado según el manual de carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018; la pendiente longitudinal máxima es de 31.1 % y con una velocidad de diseño de 40 km/h, así mismo se realizó el estudio geométrico de la ruta siguiendo los parámetros de la norma cumpliendo en longitudes de tangente y curvas con el fin de optimizar nuestro diseño.

En cuanto al estudio de suelos Se concluye que del Estudio de Suelos con fines de pavimentación, se obtuvo siete muestras de material de la subrasante como resultado de la realización de siete calicatas realizadas cada kilómetro, encontrándose en la C1 a la C5, CL mediante SUCS y A-6(12) mediante AASHTO, en su mayoría Arcilla Inorgánica de baja compresibilidad, con finos de mediana plasticidad, de color marrón claro a beige, de regular humedad y de consistencia media, y de la C6 a la C9, GC mediante SUCS y A-2-6(0), en su mayoría Grava arcillosa, con finos de mediana plasticidad, de color marrón claro de regular humedad, consistencia media, con presencia de material semi rocoso en el fondo de la exploración.

Se encontró los CBR por calicatas C1:12.72%, C2:11.51%, C3:10.90%, C4:12.42%, C5:12.72%, C6:24.87%, C7:30.34%, C8:30.95%, C9:30.04%, por tanto, se observó la demarcada similitud en 2 tramos, por tanto, se concluyó en realizar dos diseños, tomando los CBR para el diseño de 10.90% y 24.87%, por ser los más críticos y así garantizar un buen diseño.

En el estudio hidrológico, en el proyecto se diseñó cunetas y alcantarillas para poder evacuar las aguas que provienen de las precipitaciones pluviales; en donde las cunetas se estimaron de medidas 0.75 metro de ancho y 0.4 metros de profundidad, las alcantarillas de alivio son 24"; 2 de 48", 2 de 72" y 1 de 80" alcantarillas de paso, para poder hacer todo el procedimiento de estas obras de arte se considera el caudal crítico para cada uno de ellas.

En el diseño geométrico se determinó que es una carretera de tercera clase; con una longitud de 7,554.00 metros que está conformado por el tramo de Chuan - Oromalqui, para un IMDA de 271 vehículos por día, con una velocidad directriz de 40 km/h y demás parámetros que indica la norma vigente. La calzada tiene un ancho 6.60 de acuerdo a las normas del MTC.

Se concluye, que la alternativa recomendable para las características del Camino vecinal de Chuán - Oromalqui, es el diseño estructural del pavimento rígido por los problemas que se podrían ocasionar por las precipitaciones que se dan en la zona dando como espesores los siguientes:

Para el Tramo 01 pavimento flexible: Espesor de carpeta asfáltica (cm): 8.00, Espesor de base (cm) 20.00 y Espesor de sub base (cm) 20.00

Para el Tramo 02 pavimento flexible: Espesor de carpeta asfáltica (cm): 8.00, Espesor de base (cm) 15.00 y Espesor de sub base (cm) 15.00

Para el Tramo 01 pavimento rígido: Espesor de losa de concreto (cm): 15.00 y Espesor de base (cm) 20.00

Para el Tramo 02 pavimento rígido: Espesor de losa de concreto (cm): 15.00 y Espesor de base (cm) 15.00

Se concluye un costo total de S/. 3,621,535.98 para la ejecución del proyecto para el pavimento flexible y S/. 4,168,112.00 para el pavimento rígido, los costos incluyen movimientos de tierra, materiales, mano de obra, maquinaria y obras de arte, asegurando un uso eficiente y transparente de los recursos.

## Recomendaciones

Se recomienda un mantenimiento rutinario anual, que incluya sellado de grietas, limpieza de drenajes y bacheo. Implementar un programa de inspección trimestral para identificar y corregir problemas menores antes de que se conviertan en fallas mayores.

Instalar estaciones meteorológicas a lo largo del tramo para monitorear las precipitaciones y ajustar las estrategias de mantenimiento en consecuencia. En caso de eventos climáticos extremos, considerar la revisión y adaptación del diseño del pavimento para mejorar su resistencia a condiciones adversas

El proyecto ejecutado se debe materializar de una manera rápida, para así poder solucionar los problemas que sufren los pobladores de la zona y así con la construcción de esta obra puedan mejorar su calidad de vida.

Se recomienda usar los espesores mínimos especificados en “Catálogo de Espesores de Estructura de Pavimento Flexible” en aquellas capas que se obtengan medidas nulas, con el fin de optimizar el proceso constructivo y apoyar al drenaje del agua como resultado de la capilaridad.

Se recomienda utilizar espesores que permitan reducir costos en la ejecución del proyecto, reduciendo el espesor de la carpeta asfáltica y aumentando espesores de base y sub base.



## Referencias bibliográficas

- Berg, C., Deichmann, U., & Selod, H. (2024). *La importancia de las carreteras y el deterioro de vías terciarias*. Editorial de Infraestructuras Viales.
- Gómez, L. R., & Fernández, P. M. (2024). Desarrollo de infraestructura vial en Piura, Perú: Retos y soluciones. En M. Sánchez (Ed.), *Infraestructura y desarrollo regional en el Perú* (pp. 200-225). Lima: Editorial Andina.
- Martínez, A. J., & López, R. S. (2024). Desafíos en la infraestructura vial de La Libertad, Perú: Adaptación a condiciones climáticas y de terreno. En J. Paredes (Ed.), *Infraestructura y desarrollo sostenible en el Perú* (pp. 150-175). Trujillo: Editorial de la Universidad Nacional de Trujillo.
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2024). *Informe sobre el estado de las vías terrestres en Vereda Lavadero, Fomeque*. Ministerio de Transporte de Colombia. <https://www.mintransporte.gov.co/informe-vereda-lavadero-2024>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2024). *Informe sobre el estado de las carreteras en la región de Piura*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. <https://www.mtc.gob.pe/informe-piura-2024>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2024). Informe sobre la planificación y coordinación de caminos vecinales. Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. <https://www.mtc.gob.pe/informe-caminos-vecinales-2024>
- Pérez, J. M., & González, L. F. (2024). Estándares de medición de la regularidad superficial de carreteras en Colombia. En A. Rodríguez (Ed.), *Desarrollo vial en América Latina* (pp. 123-145). Bogotá: Editorial de Ingeniería.
- Ghilani, C. D. (2017). *Adjustment Computations: Spatial Data Analysis* (6th ed.). John Wiley & Sons.
- Huang, Y. H. (2004). *Pavement Analysis and Design* (2nd ed.). Pearson Prentice Hall.
- Kavanagh, B. F., & Glenn Bird, S. J. (2014). *Surveying: Principles and Applications* (9th ed.). Pearson.
- Roberts, F. L., Kandhal, P. S., Brown, E. R., Lee, D. Y., & Kennedy, T. W. (1996). *Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design, and Construction* (2nd ed.). NAPA Research and Education Foundation.
- Shan, J., & Toth, C. K. (Eds.). (2018). *Topographic Laser Ranging and Scanning: Principles and Processing* (2nd ed.). CRC Press.
- Wolf, P. R., & Ghilani, C. D. (2012). *Elementary Surveying: An Introduction to Geomatics* (13th ed.). Pearson.

Yoder, E. J., & Witczak, M. W. (1975). *Principles of Pavement Design* (2nd ed.). John Wiley & Sons.

AASHTO. (1993). *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*. American Association of State Highway and Transportation Officials.

Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú. (2014). *Manual de Carreteras: Diseño de Pavimentos*. Lima: MTC.

**Anexos****Figura 56**

*Inexistencia de base de afirmado*



*Nota. Esta figura muestra la inexistencia de conformación de base afirmado de carretera en la progresiva 0+600.*

**Figura 57**

*Estado de la zona de estudio*



*Nota. Esta figura muestra el estado de la carretera de la progresiva 0+900 del tramo DV. LI-120 de los centros poblados de Chuán y Oromalqui.; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024*

### Figura 58

*Excavación de la calicata N° 01*



*Nota. Esta figura muestra la excavación de la calicata N° 01 para su posterior extracción del material para su estudio de Mecánica de Suelo en el laboratorio; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024*

### Figura 59

*Excavación de la calicata N° 02*



*Nota. Esta figura muestra la excavación de la calicata N° 02 para su posterior extracción del material para su estudio de Mecánica de Suelo en el laboratorio; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024*

### Figura 60

*Excavación de la calicata N° 03*



*Nota. Esta figura muestra la excavación de la calicata N° 03 para su posterior extracción del material para su estudio de Mecánica de Suelo en el laboratorio; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024*

### **Figura 61**

*Excavación de la calicata N° 04*



*Nota. Esta figura muestra la excavación de la calicata N° 04 para su posterior extracción del material para su estudio de Mecánica de Suelo en el laboratorio; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024*

### **Figura 62**

*Excavación de la calicata N° 05*



*Nota. Esta figura muestra la excavación de la calicata N° 05 para su posterior extracción del material para su estudio de Mecánica de Suelo en el laboratorio; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024*

### **Figura 63**

*Excavación de la calicata N° 06*



*Nota. Esta figura muestra la excavación de la calicata N° 06 para su posterior extracción del material para su estudio de Mecánica de Suelo en el laboratorio; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024*

### **Figura 64**

*Excavación de la calicata N° 07*



*Nota. Esta figura muestra la excavación de la calicata N° 07 para su posterior extracción del material para su estudio de Mecánica de Suelo en el laboratorio; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024*

### **Figura 65**

*Excavación de la calicata N° 08*



*Nota. Esta figura muestra la excavación de la calicata N° 08 para su posterior extracción del material para su estudio de Mecánica de Suelo en el laboratorio; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024*

### **Figura 66**

*Excavación de la calicata N° 09*



*Nota. Esta figura muestra la excavación de la calicata N° 09 para su posterior extracción del material para su estudio de Mecánica de Suelo en el laboratorio; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024*

### **Figura 67**

*Levantamiento topográfico y toma de medidas ancho de vía*



*Nota. Esta figura muestra el levantamiento topográfico y toma de medidas ancho de vía de la zona de estudio; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024*

### **Figura 68**



Conteo vehicular ESAL





*Nota. Estas figuras muestran el conteo vehicular para hallar el ESAL de la zona de estudio; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024*

### **Figura 69**

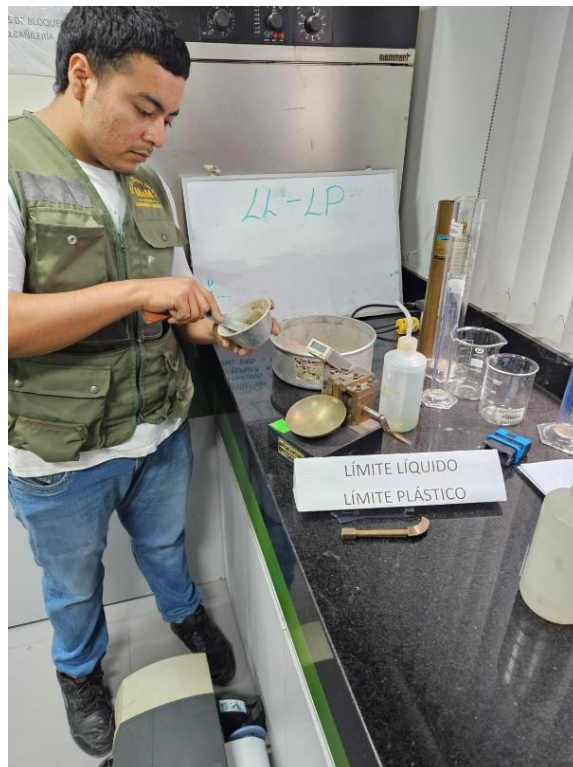
*Ensayos en laboratorio M&M ANTON (granulometría)*



*Nota. Esta figura muestra el Ensayos en laboratorio M&M ANTON (granulometría) de la zona de estudio; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024*

### **Figura 70**

*Ensayos en laboratorio M&M ANTON (limites)*



*Nota. Esta figura muestra el Ensayos en laboratorio M&M ANTON (límites) de la zona de estudio; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024*

### **Figura 71**

*Ensayos en laboratorio M&M ANTON (Proctor modificado)*



*Nota. Esta figura muestra el Ensayos en laboratorio M&M ANTON (Proctor modificado) de la zona de estudio; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024*

### **Figura 72**

*Ensayos en laboratorio M&M ANTON (CBR)*



*Nota. Esta figura muestra el Ensayos en laboratorio M&M ANTON (CBR) de la zona de estudio; elaborado por Cedeño y Ñique, 2024*