



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño del mejoramiento de la carretera: Mollebamba – La Yeguada,  
Distrito de Mollepata, Provincia de Santiago de Chuco, La Libertad”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniera Civil

AUTORA:

Tumba Carlo, Karla Ana Betina (ORCID: 0000-0003-2804-0277)

ASESOR:

Mg. Horna Araujo, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-3674-9617)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

TRUJILLO – PERÚ

2020

## **DEDICATORIA**

Dedico en primer lugar este trabajo a Dios; por haberme dado la vida, la sabiduría y fuerza para ir superando cada obstáculo que se presentó durante esta etapa de mi vida, por permitirme culminar mi formación profesional. Por las oportunidades que se me presentan y las hermosas personas que ha puesto en mi camino.

Por último, agradecer a todas las personas, familiares y amigos, que me apoyaron durante esta etapa para hacer realidad este logro importante de mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis padres por su apoyo incondicional y su esfuerzo por hacerme una persona de bien y profesional.

.

Mi agradecimiento a la Municipalidad Distrital de Mollepata, Provincia de Santiago de Chuco, Departamento de La Libertad, por haberme brindado el apoyo solicitado para el desarrollo del presente proyecto.

Así mismo, agradezco a los docentes de la Escuela de Ingeniería Civil por brindarme sus conocimientos durante mi etapa de formación profesional, en especial a mi asesor Ing. Luis Alberto Horna Araujo.

También agradezco al jurado por sus recomendaciones con la finalidad de mejorar este trabajo.

TUMBA CARLO, Karla Ana Betina

# ÍNDICE

Carátula .....	<i>i</i>
Dedicatoria .....	<i>ii</i>
Agradecimiento.....	<i>iii</i>
Índice .....	<i>iv</i>
Índice de figuras.....	<i>v</i>
Índice de cuadros .....	<i>vi</i>
Resumen .....	<i>vii</i>
Abstract .....	<i>viii</i>
I. INTRODUCCIÓN.....	<b>1</b>
II. MARCO TEÓRICO .....	<b>18</b>
III. METODOLOGÍA .....	<b>22</b>
3.1    Diseño de investigación .....	<b>22</b>
3.2    Variables, operacionalización .....	<b>22</b>
3.3    Población y muestra.....	<b>24</b>
3.4    Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	<b>24</b>
3.4.1    Técnicas: .....	<b>24</b>
3.4.2    Instrumentos: .....	<b>24</b>
3.4.3    Informantes:.....	<b>24</b>
3.5    Métodos de análisis de datos .....	<b>25</b>
3.6    Aspectos éticos .....	<b>25</b>
IV. RESULTADOS .....	<b>26</b>
4.1    Estudio Topográfico .....	<b>26</b>
4.2    Estudio de mecánica de suelos y cantera .....	<b>31</b>
4.3    Estudio hidrológico y obras de arte.....	<b>37</b>
4.4    Diseño Geométrico de la carretera .....	<b>46</b>
V. DISCUSIÓN .....	<b>74</b>
VI. CONCLUSIONES.....	<b>76</b>
VII. RECOMENDACIONES .....	<b>78</b>
REFERENCIAS.....	<b>79</b>
ANEXOS.....	<b>81</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa Político del Perú .....	10
Figura 2: Mapa Político del Departamento de La Libertad .....	11
Figura 3: Tramo Mollebamba - La Yeguada, .....	12
Figura 4: Levantamiento Topográfico, I etapa .....	28
Figura 5: Levantamiento Topográfico, II etapa .....	29
Figura 6: Ubicación de fuente de agua.....	37
Figura 7: Histograma de la Precipitación Máxima en 24 horas (mm) .....	40
Figura 8: Curvas IDF .....	42
Figura 9: Orografía de la Vía.....	47
Figura 10: Leyenda de la Orografía.....	48
Figura 11: Clasificación Vehicular, según el Manual de Carreteras, DG-2018.....	49
Figura 12: Velocidad de Diseño, Según el Manual de Carreteras DG-2018 .....	53
Figura 13: Radios Mínimos y Peraltes Máximos, según el Manual de Carreteras DG-2018.....	54
Figura 14: Anchos mínimos de calzada en tangente, según la Guía de Carreteras DG-2018 .....	55
Figura 15: Distancia Mínima de Visibilidad en pendiente cero, según el Manual de Carreteras DG-2018.....	55
Figura 16: Distancia de visibilidad de parada con pendiente, según el Manual de Carreteras DG-2018 .....	55
Figura 17: Longitudes de Tramos en Tangentes, según el Manual de Carreteras DG-2018 .....	56
Figura 18: Cuadro de elementos de curva .....	57
Figura 19: Pendientes Máximas, Manual de Carreteras DG - 2018 .....	57
Figura 20: Longitud mínima de curva vertical convexa, según el Manual de Carreteras DG-2018 .....	59
Figura 21: Parámetros para diseño de calzada, según el Manual de Carreteras DG-2018 .....	60
Figura 22: Ancho de Bermas, según el Manual de Carreteras DG-2018 .....	60
Figura 23: Valores del Bombeo de la Calzada, Según el Manual de Carreteras DG-2018 .....	61
Figura 24: Valores de Peralte Máximo, según el Manual de Carreteras DG-2018.....	61
Figura 25: Valores Referenciales de Taludes en Zonas de Corte, según el Manual de Carreteras DG-2018 .....	62
Figura 26: Valores de Diseño Geométrico para cruce de carreteras por zonas urbanas, según el Manual de Carreteras. ....	66
Figura 27: Lista de Estructuras de Pavimento Flexible con Carpeta Asfáltica en Caliente, (periodo de diseño 20 años). ....	68
Figura 28: Espesores de diseño .....	68
Figura 29: Ejemplo de línea de orilla de calzada.....	71
Figura 30: Ejemplo de Línea Central Discontinua .....	72
Figura 31: Ejemplo de Tacha Retrorreflectiva .....	72
Figura 32: Ejemplo de Hitos .....	73

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Límites del Distrito de Mollepata .....	13
Cuadro 2: Estadística de Pobreza .....	14
Cuadro 3: Vías de acceso al Distrito de Mollepata .....	15
Cuadro 4: Operacionalización de Variables .....	23
Cuadro 5: Puntos de Estación .....	30
Cuadro 6: Número de Calicatas para Exploraciones de Suelo .....	32
Cuadro 7: Determinación del Número de Ensayos de CBR .....	33
Cuadro 8: Ubicación de Calicatas .....	33
Cuadro 9: Resumen de Calicatas .....	35
Cuadro 10: Características de Cantera ( ver anexos de resultados de EMS) .....	36
Cuadro 11: Datos Mensuales de Precipitación Máxima en 24 Horas (mm) .....	39
Cuadro 12: Cálculo de Precipitaciones Máximas Probables para distintas frecuencias.....	41
Cuadro 13: Regresión Potencial.....	41
Cuadro 14: Caudal Máximo .....	43
Cuadro 15: Intensidad - Tiempo de Duración.....	44
Cuadro 16: Inclinaciones Máximas del Talud (V:H), Interior de la cuneta, del Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje .....	45
Cuadro 17: Diseño de Alcantarilla .....	45
Cuadro 18: Alcantarillas Definitivas a usar .....	46
Cuadro 19: Factor de Corrección .....	50
Cuadro 20: Resumen de Conteo Vehicular .....	50
Cuadro 21: Cálculo del Índice Medio Anual (IMDA) .....	51
Cuadro 22: Características de Tráfico .....	52
Cuadro 23: Cálculo de Ejes Equivalente .....	53
Cuadro 24: Resumen de Consideraciones de Diseño en Zona Rural .....	63
Cuadro 25: características técnicas de cartera de tercera clase urbana .....	65
Cuadro 26: Ubicación de estudios de CBRs .....	67
Cuadro 27: Datos del estudio tráfico .....	67

## RESUMEN

La presente tesis denominada: “Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo: Mollebamba –La Yeguada, Distrito de Mollepata, Provincia de Santiago de Chuco, Departamento de la Libertad”, fue desarrollada con el objetivo de diseñar una carretera que permita conectar de manera segura al Caserío La Yeguada con Mollebamba. El tramo total de la carretera es de 4 + 882 km dentro de los cuales se divide en tres tramos: el primer tramo es considerado zona urbana y comprende desde La ciudad de Mollebamba 0 + 00 hasta el km 1 + 359.44. el segundo tramo está considerado como zona rural, este es el tramo más extenso y comprende desde el kilómetro 1 + 359.44 hasta el kilómetro 4 + 369.94 y el tercer tramo que comprende desde el kilometra 4 + 369.44 hasta el kilómetro 4 + 882 este es el fin del tramo y el inicio del caserío La Yeguada. Esta tesis se divide en tres capítulos: el primer capítulo es la Introducción, el segundo el Método y el Tercero Resultados, este último capítulo abarca todos los resultados obtenidos para el diseño de la carretera, en este último se realizará el Levantamiento Topográfico del área de estudios, elaborar el Diseño Geométrico de la carretera según los parámetros que indica el Manual Vigente del MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones), realizar el Estudio de Mecánica de Suelos, para determinar las propiedades hidrológicos y el Cálculo de las Obras de Arte en los puntos que se desea proyectar las estructuras de drenaje y paso., y elaborar los Estudios de Impacto Ambiental durante y después del proyecto, tanto en los impactos negativos como positivos, elaborar el Presupuesto del proyecto de acuerdo a los metrados y análisis de costos unitarios por partidas.

Los estudios realizados en el presente proyecto, beneficiaran dos caseríos antes mencionados, de tal modo que el mejoramiento de esta carretera contribuirá a mejorar las condiciones de transporte, equilibrio económico, social, cultural; así mismo los habitantes locales y visitantes puedan trasladarse con mucha fluidez.

Palabras claves: Carretera, Mejoramiento, Topografía, Mecánica de Suelos, hidrología, impacto ambiental.

## ABSTRACT

The present thesis denominated: "Design for the improvement of the road section: Mollebamba -La Yeguada, District of Mollepata, Province of Santiago de Chuco, Department of Liberty", was developed with the objective of designing a road that allows to connect in a secure to Caserío La Yeguada with Mollebamba. The total section of the road is 4 + 882 km within which it is divided into three sections: the first section is considered an urban area and includes from the city of Mollebamba 0 + 00 to km 1 + 359.44. the second section is considered as a rural area, this is the longest stretch and comprises from kilometer 1 + 359.44 to kilometer 4 + 369.94 and the third section that includes from kilometer 4 + 369.44 to kilometer 4 + 882 this is the end of the section and the beginning of the La Yeguada farmhouse. This thesis is divided into three chapters: the first chapter is the Introduction, the second the Method and the Third Results, this last chapter covers all the results obtained for the design of the road, in the latter the Topographic Survey of the area of studies, develop the Geometric Design of the road according to the parameters indicated in the Manual of the MTC (Ministry of Transport and Communications), carry out the Study of Soil Mechanics, to determine the hydrological properties and the Calculation of the Works of Art in the points that you want to project the drainage and passage structures, and prepare the Environmental Impact Studies during and after the project, both in the negative and positive impacts, prepare the Project Budget according to the measurements and analysis of unit costs by games.

The studies carried out in this project will benefit two villages mentioned above, in such a way that the improvement of this road will contribute to improve transport conditions, economic, social, and cultural balance; likewise the local inhabitants and visitors can move with much fluidity.

Keywords: Road, Improvement, Topography, Soil Mechanics, hydrology, environmental impact



## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Realidad problemática**

Mollepata forma parte de los ocho distritos que componen a la Provincia de Santiago de Chuco del Departamento de la Libertad. A su vez está compuesto por 30 caseríos, dentro de los cuales se encuentran los caseríos La Yaguada y Mollebamba. Estos caseríos tienen los escasos de una adecuada ruta de acceso entre sí, no permitiendo el crecimiento social y económico de estas zonas.

Debido a las frecuentes precipitaciones pluviales hacen los caminos más dificultosos, ante esta situación surge la urgente de diseñar la ruta que une directamente los pueblos Mollebamba y La Yeguada, de 5 km aproximadamente, la cual se iniciaría en Mollebamba finalizando en La Yeguada

Actualmente el estado de esta vía es deficiente ya que es una zona de precipitaciones pluviales altas que desestabilizan el terreno, y la carencia de cunetas o algún sistema de drenaje empeora la situación. La ruta posee un ancho de 4 m, y en diversos tramos 3.5 -3.0m. Existen ciertos tramos que debido a derrumbes del terreno la vía se hizo más angosta haciendo imposible el paso de vehículos.

Existe también una carencia de señalización, en lo que respecta a la Seguridad Vial, el Señalamiento es muy importante, ya que son los previenen accidentes y también los que guían al conductor.

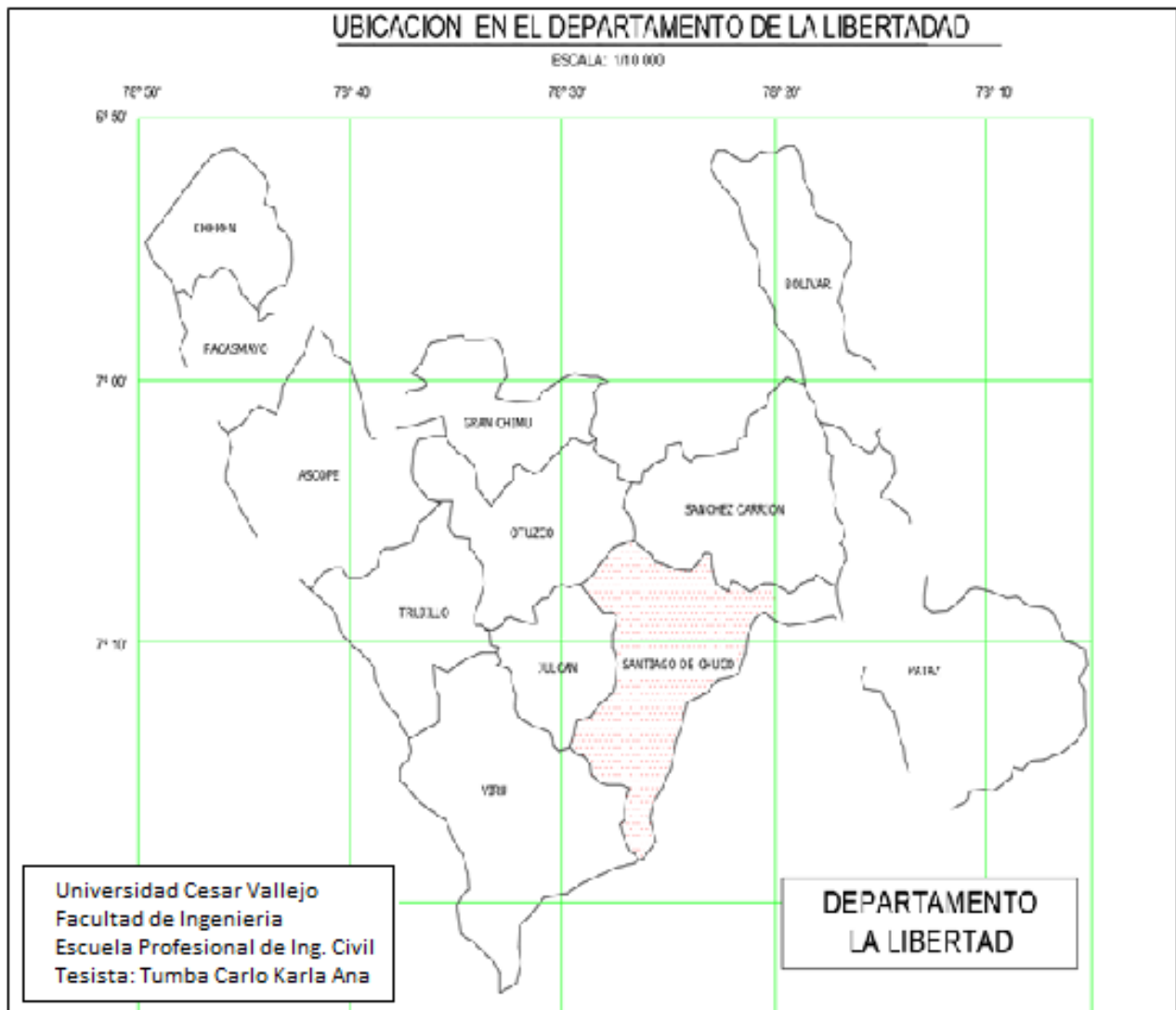
## 1.1.1 Aspectos generales

### 1.1.1.1 Ubicación Política



*Figura 1: Mapa Político del Perú*

En la imagen se puede apreciar las 24 regiones del Perú, dentro de las cuales se encuentra La Libertad, nuestra zona de estudio.



*Figura 2: Mapa Político del Departamento de La Libertad*

En la imagen se encuentran plasmadas las 11 provincias de La Libertad, dentro de las cuales se encuentra Santiago de Chuco, nuestra zona de estudio.

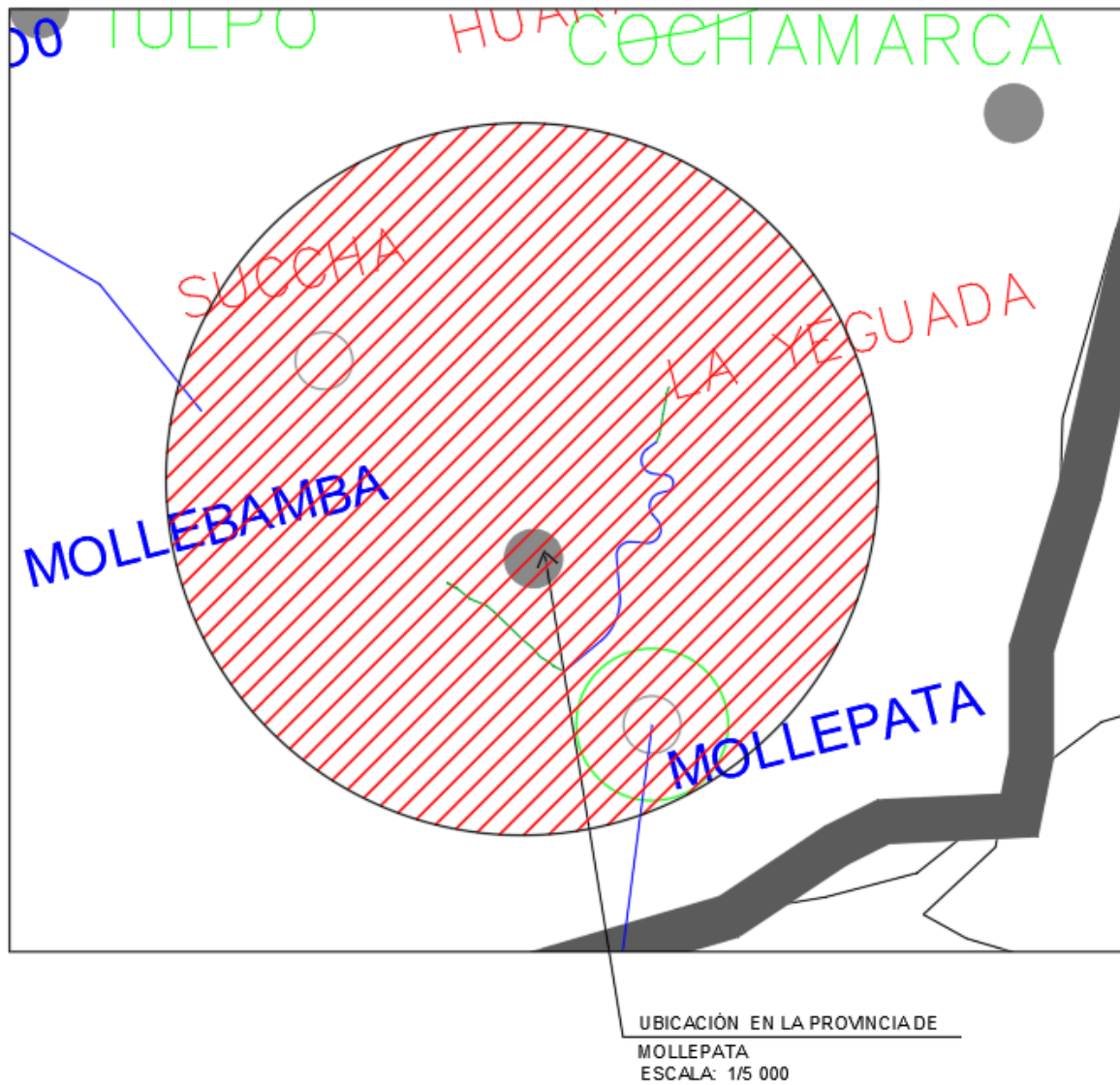


Figura 3: Tramo Mollebamba - La Yeguada.

Región	: La Libertad
Provincia	: Santiago de Chuco
Distrito	: Mollepata
Ubigeo	: 131005
Caserío	: yeguada
Código de CP	: 216189

### 1.1.1.2 Ubicación Geográfica

Eje inicial del tramo            E: 172097.91            ; N: 903904.004

Eje final del tramo            E: 174791.523            ; N: 904060.86

### 1.1.1.3 Límites

*Cuadro 1: Límites del Distrito de Mollepata*

Norte	Sitibamba
Sur	Pallasca (Ancash)
Este	Pallasca (Ancash)
Oeste	Santa Cruz de Chuca

### 1.1.1.4 Clima:

Este distrito se caracteriza por tener un clima frío, con veranos muy cortos, que algunas veces son nublados, además de ser un lugar semiárido, que cuenta con lluvias la mayor parte del año.

### 1.1.1.5 Aspectos demográficos, sociales y económicos

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), el año 2007, realizó un censo poblacional, obteniendo como resultado que el Distrito de Mollepata contaba con 2748 pobladores, los cuales en la actualidad son aproximadamente un total de 3362 habitantes (Este dato fue calculado a partir del porcentaje de crecimiento aritmético de la Región La Libertad que es 2.03% anual) y con el que se calculó una población futura de aproximadamente de 4533 habitantes beneficiarios directos.

Los resultados del censo arrojan que menos de un 37.3 % de la población del Distrito de Mollepata cuenta con seguro de salud y un 31 % tiene acceso al seguro integral de salud (SIS).

Cuadro 2: Estadística de Pobreza

Ubigeo	Provin/Ditrto	Población	Al 95% de la Pobreza Total, Intervalo de Confianza		Ubicación de Pobreza Total
			Inferior	Superior	
131000	Santiago de Chuco	61,474	56.5	64.7	23
131005	Mollepata	2,666	55.7	75.3	323

Fuente: Base de datos sobre Pobreza Provincial y Distrital 2013 - Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

En este lugar, las actividades económicas más importantes son la agricultura y la ganadería. Para este tipo de actividades se emplean tecnologías agrícolas y ganadera caracterizada por los grupos de trabajo familiares, herramientas de labranza manuales, cuentan con problemas de sanidad tanto en la ganadería como en la agricultura.

En cuanto a la agricultura se dedican netamente al cultivo en pequeñas parcelas de cebada, maíz y papa. Casi no cuentan con agua de riego, emplean herramientas manuales para la labranza tradicional y tienen dificultades para el adecuado empleo de abonos y fertilizantes.

Uno de los ejercicios complementarios a la agricultura es la ganadería, en este ejercicio participan principalmente mujeres y niños. Se desarrolla como una actividad casera y no industrializada. Los animales que se pueden encontrar en esta zona son: ganado vacuno, porcino y equino; también se pueden encontrar aves como gallina, pavos y cuyes.

#### 1.1.1.6 Vías de acceso Infraestructura de servicios

Para arribar al caserío La Yeguada, se puede optar por dos rutas:

La primera ruta es partiendo de Trujillo hacia el Desvío de Otuzco - Shorey y luego a la Ciudad de Santiago de Chuco con una carretera asfaltada de 162 Km, luego se parte a Cachicadan – Angasmarca – Santa Clara de Tulpo- Mollebamba con una carretera afirmada, para finalmente ir de Mollebamba a la Yeguada por una carretera de trocha.

La segunda ruta es partiendo de Chimbote – Chuquicara – Pallasca - La Yeguada con 187. Km con un recorrido de 4.53 horas.

*Cuadro 3: Vías de acceso al Distrito de Mollepata*

Rutas	(km)	(horas)	carretera	Transporte	Estado
Primera Ruta					
Trujillo - Desv. Otuzco	73	1h 15m	C. Asfaltada	Vehículo	Bueno
Desv. Otuzco – Shorey	45	00h 45m	C. Asfaltada	Vehículo	Bueno
Shorey – Santiago de Chuco	43	00h 50m	C. Asfaltada	Vehículo	Bueno
Santiago de Chuco- Cachicadan	18.6	00h 23m	Afirmado	Vehículo	Regular
Cachicadan – Angasmarca-Santa Clara de Tulpo	44.5	00h 51m	Afirmado	Vehículo	Regular
Santa Clara de Tulpo-Mollebamba	6.6	00h 17m	Afirmado	Vehículo	Regular
Mollebamba- La yeguada	4.6	00h 09m	Trocha	Vehículo	Regular
Segunda Ruta					
Chimbote - Chuquicara	76.9	1h 26 m	C. Asfaltada	Vehículo	Regular
Chuquicara - Pallasca	79.2	2h 40 m	Afirmado	Vehículo	Regular
Pallasca -La Yeguada	44	1h 00m	Trocha	Vehículo	Regular

#### 1.1.1.7 Servicios públicos instalados:

##### 1.1.1.7.1 Servicio de agua potable

Los habitantes del Caserío La Yeguada son los que disfrutan de este servicio en la actualidad.

##### 1.1.1.7.2 Servicio de alcantarillado

La población del centro poblado La Yeguada cuenta con servicio de saneamiento.

#### 1.1.1.7.3 Servicio de energía eléctrica

El servicio de luz en la Yeguada está a cargo de la empresa Hidrandina. El caserío La Yeguada dispone con energía eléctrica con las siguientes características: Tensión 220 V – BT, Tipo de conexión Monofásica Aérea (C.1.1), código de suministro N° 56142432

#### 1.1.1.7.4 Otros servicios

El caserío La Yeguada cuenta con servicio de cobertura de telecomunicación urbano rural de las empresas Movistar, Claro y Bitel.

### **1.2 Formulación del problema**

¿Qué consideraciones técnicas se tendrá que tomar en cuenta para el diseño de mejora de la carretera del tramo: Mollebamba – La Yeguada, Distrito de Mollepata, Provincia de Santiago de Chuco, La Libertad?

### **1.3 Justificación del estudio**

El presente estudio tiene como propósito mejorar la calidad de vida de los residentes, pues permitirá reducir el tiempo de tránsito y contar con condiciones seguras para evitar posibles accidentes y conductas peligrosas que pongan en peligro la seguridad personal, contribuyendo así al desarrollo social y económico. Tendrán la oportunidad de crecer económicamente en sus actividades agrícolas y agropecuarias ya que son caseríos dedicados, en su mayoría, al cultivo de papa, entre otros productos, de esta manera podrán transportar sus cosechas para que lleguen en un tiempo oportuno, para evitar su deterioro.

Por otro lado, mejorará la educación ya que su acceso a centros educativos será más fácil, y estarán más conectados con pueblos cercanos y por ende con otras ciudades. El material educativo llegara más rápido, así como cualquier apoyo social ya que son caseríos con bajos recursos y donde la temperatura es relativamente baja casi todo el año.



Los pobladores de la zona tienen una gran dificultad para movilizarse ya que los puestos de salud y educación están ubicados en zonas distantes y de difícil acceso a vehículos por lo que no tienen más opción que caminar largos tramos.

Disminuirá el riesgo de deslizamientos ocasionados por el mal estado de las vías debido a las frecuentes lluvias.

#### **1.4 Hipótesis**

Se consideraron los aspectos técnicos que recomienda la guía de carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018), para elaborar el plan de mejora de la carretera del tramo vial: Mollebamba- La Yeguada, Distrito de Mollepata, Provincia de Santiago de Chuco, La Libertad”

#### **1.5 Objetivos**

##### **1.5.1 Objetivo general**

Llevar a cabo el Diseño de la mejora de la carretera del tramo Mollebamba – La Yeguada, Distrito de Mollepata, Provincia de Santiago de Chuco, La Libertad

##### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Llevar a cabo el levantamiento topográfico en la zona de estudio.
- Llevar a cabo el análisis de mecánica de suelos que corresponden.
- Llevar a cabo el análisis hidrológico y obras de arte.
- Efectuar el diseño geométrico de la carretera en estudio de acuerdo a los parámetros vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones en su Manual de Carreteras DG-2018.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Trabajos previos

En este proyecto se tomaron en cuenta referencias de trabajos con características similares, en donde se evidencian diferentes experiencias.

**Rubio (2016)**, en su trabajo “MEJORA DEL SERVICIO DE ACCESIBILIDAD PARA PEATONES Y VEHÍCULOS EN EL CENTRO POBLADO LA VICTORIA - DISTRITO SARTIMBAMBA- SÁNCHEZ CARRIÓN – (LA LIBERTAD)”, aquí menciona las principales utilidades del proyecto, que son contribuir con la mejora de la población, mejorar los accesos de comunicación, reducción de accidentes peatones, disminuir enfermedades respiratorias al disminuir partículas de polvo, así como también aumentar el valor económico de las propiedades.

**Alvarado y Martínez (2017)**, en su estudio “PROPUESTA PARA LA MODERNIZACIÓN DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA CHANCOS – VICOS – WASH EN BASE A ESTÁNDARES DE SEGURIDAD Y ECONOMÍA”, en su estudio topográfico, utilizo puntos obtenidos en coordenadas UTM para poder levantar la superficie y generar lineamientos y secciones de la carretera. De esa manera a partir del diseño actual pudo proponer un diseño actualizado sin generar grandes volúmenes de movimientos de tierra.

**Risco (2019)**, en su investigación “DISEÑO DE CARRETERA PARA UNIR EL CASERIO SAN ANTONIO CON EL DISTRITO DE LLAMA, PROVINCIA DE CHOTA-CAJAMARCA”, tiene dos opciones para el trazo del diseño, para elegir la ruta más óptima, evaluó factores estipulados en la Guía de Carreteras – Diseño Geométrico.

**Zamudio (2018)**, en su tesis titulada “DISEÑO DE MEJORA DE LA CARRETERA A NIVEL DE PAVIMENTO FLEXIBLE TRAMO SHITABAMBA-PARUBAMBA, PROVINCIA Y DISTRITO DE CAJABAMBA-CAJAMARCA”, en su tesis enfatizo mucho la importancia de los movimientos de tierras en un proyecto de diseño de carretera

**Sánchez (2016)**, “PROYECTO PARA LA MODIFICACIÓN DE LA CARRETERA VILLA SAN ISIDRO-LA CALERA, PACASMAYO – LA LIBERTAD”, Realizó el estudio de suelos se detectaron 6 pozos exploratorios y no halló nivel freático a una profundidad de 1.5m. Se diseñó una carretera de 6 m de plataforma con 0.50 m de berma y un bombeo del 2%.

**Choctalin & Guevara (2017)**, realizaron un estudio titulado “BOSQUEJO DE LA CARRETERA MARAYPATA, SAN BARTOLO, AGUA SANTA, DISTRITO DE SANTO TOMAS, PROVINCIA DE LUYA, AMAZONAS”, en su estudio hidrológico dice; que el superficial drenaje en carreteras tiene como propósito manejar adecuadamente el agua pluvial, también evitar el desgaste de la carretera.

**Pajares & Rebaza (2018)**, en su ensayo titulado “TRAZADO, A NIVEL DE AFIRMADO, DE LA CARRETERA EN EL TRAMO ENTRE CASERIOS MOYOBAMBA - ZAPOTAL, MARMOT – GRAN CHIMU – LA LIBERTAD”, esta tesis tenía como finalidad diseñar una carretera en función de afirmado, ubicado entre las localidades de Zapotal y Moyobamba, distrito Marmot, provincia Gran Chimú, La Libertad, para lo cual se realizaron dos trazos y un estudio de carretera, estudio de cantera, investigación de suelos, bosquejo geométrico, estudio hidrológico y análisis de presupuestos incluyendo costos.

**Mamani & Chura (2016)** “PLAN DE CORRESPONDENCIA VIAL A DESNIVEL EN EL CRUCE DE LA CARRETERA PANAMERICANA SUR Y AVENIDA EL ESTUDIANTE DE PUNO”, para evaluar el aspecto hidrológico, tomó los datos proporcionados por (SENAMHI) cuyas siglas significan Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de la estación más cercana a al lugar donde se desarrolló la investigación.

**Abad & Rodríguez (2015)**, “DISEÑO PARA MEJORAR EL ACCESO A NIVEL ENTRE LOS CASERÍOS DE QUILLUPAMPA Y LAS MANZANAS, DISTRITO ANGASMARCA, PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO – LA LIBERTAD”, su trabajo permitió deducir que, la topografía de la vía era accidentada, por lo que se diseñaron las pendientes de acuerdo la norma del MTC (DG – 2013). En su análisis de suelos, a la subrasante se le

realizaron 13 calicatas donde se clasificaron según AASHTO Y SUCS. Velocidad directriz de 30 km/h y pendientes hasta 7.6% y otros parámetros.

**Cuyabamba (2018)**, “PROPUESTA, DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN Y GEOMÉTRICO DEL QUINTO TRAMO DE LA RED VIARIA EMPALME RUTA AN-111, TINGO CHICO - PROVINCIAS DOS DE MAYO Y HUAMALÍES, DEPARTAMENTO HUÁNUCO”, El propósito del proyecto fue mejorar el transporte de pasajeros y carga, a través de sugerencias de diseño geométrico para las rutas existentes, además de diseñar los parámetros de seguridad y señalización de dicha vía.

**Condor (2019)**, con su investigación, “DISEÑO GEOMÉTRICO DE TROCHAS CARROZABLES”, en su diseño geométrico hace mención que el proyecto se plantea de acuerdo a la necesidad social y económica.

## **2.2 Teorías relacionadas al tema**

En esta investigación se han considerado algunos conceptos y definiciones propuestos por normativas y autores, que necesitaremos para su desarrollo.

### **Diseño Geométrico**

Conjunto de tareas que cumplen los parámetros de la Guía de carreteras DG 2018 que permiten diseñar el trazo de la nueva carretera.

### **Levantamiento Topográfico**

**Zammaripa Medina, Manuel (2016)**, en su libro Apuntes de Topografía, la define como una disciplina aplicada que parte de procedimientos y principios, que con la ayuda de instrumentos facilita sustentar de manera gráfica las formas artificiales y naturales, existentes en una parte de la superficie terrestre. Los destinados procedimientos a que permiten la representación gráfica se denominan levantamiento topográfico y la obtención de ellas son los planos.

**Rincon Villalba, Vargas Vargas & Gonzales Vergara (2017)**, en su texto titulado la Topografía, Concepto y Aplicaciones, refieren que “los levantamientos pueden lograrse con los métodos topográficos convencionales o con técnicas de percepción remota. El procedimiento de percepción remota más empleado en los estudios de localización de caminos es la fotografía aérea”.

### **Estudio Hidrológico**

Para la realización del estudio hidrológico se tendrá en cuenta la información proporcionada por el SENAHMI, estos datos contribuirán al estudio y registro de las máximas avenidas anuales, considerando que las avenidas son fenómenos producidos por las descargas de los ríos.

### **Estudio de Mecánica de Suelos**

**Duque Escobar (2016)**, en su obra, Geomecánica, sugiere como catalogar los suelos mediante pruebas sencillas que reúne los suelos en diferentes grupos basado en diferentes criterios.

**Villalaz (2016)**, en su libro de Mecánica de Suelos y Cimentaciones, indica la necesidad de contar obtener muestras del suelo sujeto de investigación (calicatas) para poder realizar pruebas de laboratorio, tales como: Análisis de tamaño de partícula, distribución AASHTO, Límites de consistencia, Contenido de Humedad, Clasificación SUCS, Proctor Modificado y CBR

### **Presupuesto**

**Viaña Fernandez (2017)**, en su texto denominado, Costos y Presupuestos, menciona que, un presupuesto determina el monto de dinero necesario para la realización del proyecto, con referencia base de experiencias de proyectos similares. Y se llama costo al monto de dinero indispensable para elaborar y/o ejecutar un trabajo sin utilidad.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Diseño de investigación

El tipo de estudio fue descriptivo y se tomó en cuenta el siguiente esquema:



M: Lugar de estudio y población Beneficiada.

O: Datos obtenidos de la muestra.

#### 3.2 Variables, operacionalización

Variable Independiente:

“Diseño del Mejoramiento de la carretera del tramo: Mollebamba- La Yeguada, Distrito de Mollepata, Provincia de Santiago de Chuco, La Libertad”

La mejora a nivel de afirmado consiste en modificar las características actuales es los aspectos técnicos, geométricos y estructurales de la vía, haciendo cambios en las secciones, así como en la superficie de rodadura y ampliando el ancho de la vía, con el objetivo de obtener una carretera con mejor transitabilidad respecto al diseño existente.

\*Las características son las siguientes:

Topografía del Terreno: Este estudio será elaborado para poder representar el terreno, de los datos obtenidos en campo se podrá determinar perfiles y secciones.

Investigación en Mecánicas del Suelo: Contribuye a la obtención de características acerca de la calidad de la superficie en estudio.

Estudio Hidrológico: Sirve para diseñar la estructura de drenaje de las aguas pluviales con el fin de evitar que esta genere daño en el área de la vía, inundaciones e interrupción del tráfico.

Diseño Geométrico de Carretera: proporciona un alineamiento óptimo, con las características que están en la Guía de Diseño Geométrico DG-2014, donde se encuentra el esbozo de la capa de Afirmado, y la Señalización Vial respectiva.

Cuadro 4: Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escalas de Medidas		
DISEÑO DE MEJORA DE LA CARRETERA TRAMO MOLLEBAMBA - LA YAGUADA, DISTRITO DE MOLLEPATÁ, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>Esta técnica trata del trazo de la carretera con las condiciones indispensables como son: la geología, la topografía del terreno, la hidrología.</li> </ul>	<p>Este diseño de carreteras se realizará determinando los parámetros y características básicas necesarias de acuerdo a las vigentes normas aplicados a los condicionantes para elaborar un proyecto de diseño de carreteras: topografía de la zona, estudio de mecánica de suelos, estudio hidrológico, diseño geométrico, estudio de impacto ambiental, costos y presupuestos.</p>	Levantamiento topográfico	Altimetría	m.s.n.m.		
				Ángulos de inclinación de terreno	m/m		
				Perfiles longitudinales	Km, m		
	Diseño Geométrico		<p>Este diseño de carreteras se realizará determinando los parámetros y características básicas necesarias de acuerdo a las vigentes normas aplicados a los condicionantes para elaborar un proyecto de diseño de carreteras: topografía de la zona, estudio de mecánica de suelos, estudio hidrológico, diseño geométrico, estudio de impacto ambiental, costos y presupuestos.</p>	Levantamiento topográfico	Vista en planta y Secciones transversales	m <sup>2</sup> , m <sup>3</sup>	
					IMDA	veh/día	
					Vehículo de diseño	m	
					Tasa de crecimiento	%	
					Velocidad de Diseño	Km/h	
					Radio de curva	m	
					Pendientes	m/m	
	Estudio de Mecánica de Suelos		<p>Es la parte fundamental ya que a través de ella se establece su configuración tridimensional geométrica, con el fin de que la vía sea segura, funcional, cómoda, económica, estética y compatible con el medio ambiente.</p>	<p>Este diseño de carreteras se realizará determinando los parámetros y características básicas necesarias de acuerdo a las vigentes normas aplicados a los condicionantes para elaborar un proyecto de diseño de carreteras: topografía de la zona, estudio de mecánica de suelos, estudio hidrológico, diseño geométrico, estudio de impacto ambiental, costos y presupuestos.</p>	Estudio de Mecánica de Suelos	Ángulos de deflexión peralte	°
						Contenido de Humedad	%
						Granulometría	%
						Límites de consistencia	%
						C.B.R.	%
	Estudio Hidrológico		<p>Es la parte fundamental ya que a través de ella se establece su configuración tridimensional geométrica, con el fin de que la vía sea segura, funcional, cómoda, económica, estética y compatible con el medio ambiente.</p>	<p>Este diseño de carreteras se realizará determinando los parámetros y características básicas necesarias de acuerdo a las vigentes normas aplicados a los condicionantes para elaborar un proyecto de diseño de carreteras: topografía de la zona, estudio de mecánica de suelos, estudio hidrológico, diseño geométrico, estudio de impacto ambiental, costos y presupuestos.</p>	Estudio Hidrológico	Peso específico	gr/cm <sup>3</sup>
						Proctor Modificado	%
Precipitaciones		mm/día					
Caudal de escorrentía		m <sup>3</sup> /s					
				Área de cuenca	m <sup>2</sup>		

### **3.3 Población y muestra**

#### **Población:**

La población estará constituida por la superficie de dominio que abarca la zona de demarcación.

#### **Muestra:**

Debido a que el presente trabajo de investigación es de tipo descriptivo, no se procederá a determinar la muestra.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.4.1 Técnicas:**

- Se realizaron estudios previos al desarrollo del proyecto los cuales nos ayudaron a obtener datos más precisos a cerca del proyecto, como fueron el análisis topográfico, la mecánica de superficie, los aspectos hidrológicos y de tráfico.

#### **3.4.2 Instrumentos:**

- Entre los instrumentos usados para este fin, están los equipos para mediciones topográficas como fueron: un GPS navegador, una Estación Total y algunas herramientas manuales, también destacan los instrumentos para el análisis de mecánica de suelos, los cuales fueron proporcionados por la universidad como fueron: una balanza electrónica, los tamices, horno, pistón de penetración de carga para CBR, entre otros. En cuanto a instrumentos de oficina se utilizaron computadoras, cámaras fotográficas y software de diseño.

#### **3.4.3 Informantes:**

Se contará con la asistencia de colaboradores de la Municipalidad Distrital de Mollepata, asesores y docentes de la carrera de Ingeniería Civil y de caminos de la Universidad privada César Vallejo.



### **3.5 Métodos de análisis de datos**

El análisis de los datos se logrará con el uso del marco teórico y las normas de diseño, buscando que sea un plan óptimo tanto en los aspectos de seguridad, servicio, economía como también estéticos. Para procesar datos se utilizará programas como Auto CAD, Autocad Civil 3D; además del asesoramiento de un especialista.

Gracias a dichos procedimientos se podrá elaborar planos, textos y cuadros resumen pertinentemente interpretados, descritos y sustentados.

### **3.6 Aspectos éticos**

Tener como compromiso generar resultados y datos veraces y confiables que se obtengan como resultado de análisis realizados en el laboratorio y los procesados en gabinete, y además proteger el ambiente que nos rodea.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Estudio Topográfico

#### 4.1.1 Generalidades

El levantamiento topográfico fue realizado con la finalidad de obtener un modelamiento virtual de las características y accidentes geográficos de la vía en estudio. Este fue ejecutado en dos etapas, la primera in situ, en la vía existente. La segunda etapa se desarrolló con la ayuda de cartas nacionales y Google Earth, para así poder tener un área de estudio mayor.

#### 4.1.2 Ubicación

Región : La Libertad  
Provincia : Santiago de Chuco  
Distrito : Mollepata  
Ubigeo : 131005  
Caserío : yeguada  
Código de CP : 216189  
Coordenadas UTM : Eje inicial del tramo (E: 172097.91; N: 903904.004)  
Eje final del tramo (E: 174791.523; N: 904060.86)

#### 4.1.3 Identificación de la zona

La exploración del dominio se ejecutó días antes del levantamiento, para confirmar los determinantes primarios, como los puntos de cruce obligatorios, los puntos de control (centros o poblaciones de producción) y los determinantes secundarios, como la identificación de áreas inestables, las áreas de cultivo y la existencia de Zonas arqueológicas. Se tuvo especial cuidado en identificar áreas que significan o son impedimentos para la construcción de la carretera. Después de identificar todos estos aspectos y analizarlos, la mejor ruta se ha determinado teniendo en cuenta la seguridad, los costos de construcción y el mantenimiento; Asegurar el flujo del vehículo a la velocidad de diseño, sin que los vehículos puedan forzar los frenos y los motores.

#### 4.1.4 Metodología de trabajo

##### 4.1.4.1 Recursos humanos

El personal necesario para el procedimiento topográfico de la vía en estudio fue la investigadora y dos ayudantes.

##### 4.1.4.2 Equipos

Las máquinas utilizadas para la toma topográfica son: una estación total con todos sus accesorios, un GPS navegador, una cámara fotográfica e instrumentos de medición.

##### 4.1.4.3 Materiales

Los materiales usados fueron una bolsa de yeso para marcar los puntos de estación, una libreta de apuntes y un lapicero.

#### 4.1.5 Procedimiento

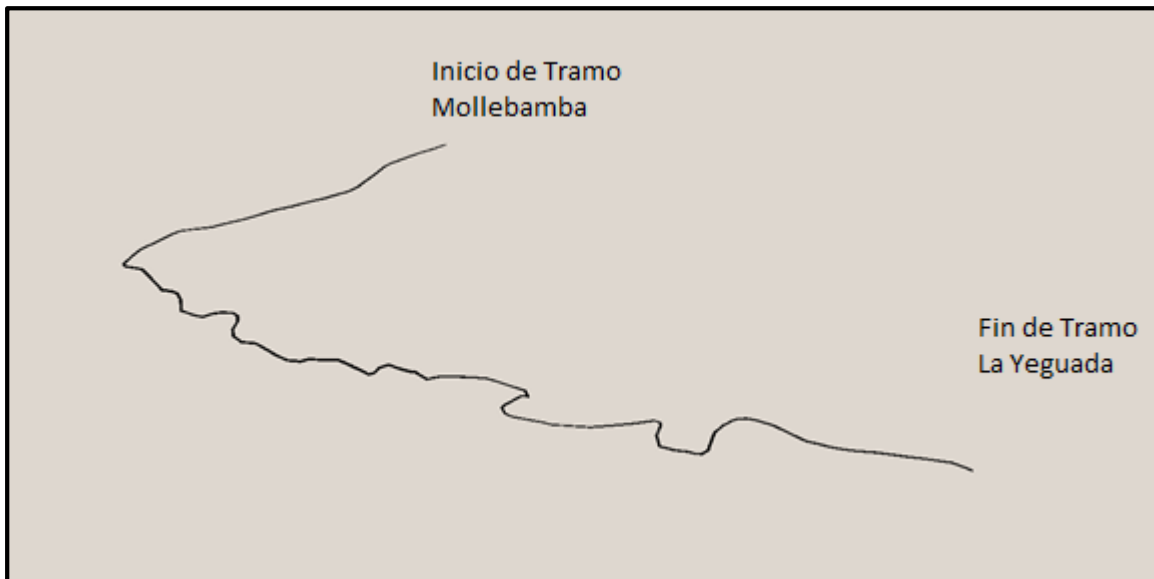
Las obras comenzaron en horas vespertinas de la mañana en la Ciudad de Mollebamba donde inicia nuestra carretera (0 + 00 km). Con el GPS navegador se tomó las coordenadas exactas de los puntos de control (BM), los cuales fueron codificados, numerados y pintados, luego se niveló e instaló la Estación total sobre el BM. Para posteriormente hacer el levantamiento topográfico tomando en cuenta todos puntos y accidentes geográficos de la zona como fueran posibles. Este trabajo concluyó en el Caserío La Yeguada en el km 4 + 882

#### 4.1.5.1 Levantamiento topográfico del lugar

El levantamiento se llevó a cabo considerando los respectivos cambios de estación y se ha prestado gran atención a los BM. También se tuvo mucho cuidado en el levantamiento de arroyos y puquios.

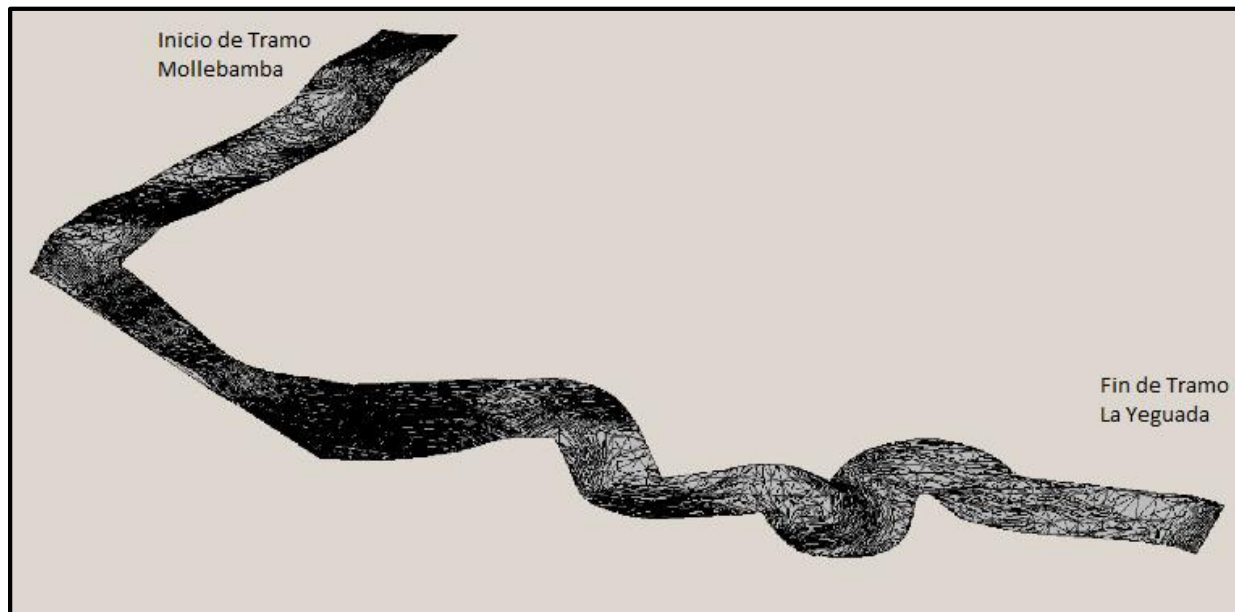
El levantamiento topográfico se realizó en 3 días, con una jornada laboral de aproximadamente 7 horas al día.

\*La siguiente figura tiene el modelo virtual del levantamiento topográfico de la primera etapa



*Figura 4: Levantamiento Topográfico, I etapa*

\*La siguiente figura tiene el modelo virtual del levantamiento topográfico de la segunda etapa.



*Figura 5: Levantamiento Topográfico, II etapa*

#### 4.1.5.2 Puntos de georreferenciación

##### Punto Inicial:

La estación del punto de inicio se ha colocado en el Caserío Mollepata  
Coordenadas UTM : Eje inicial del tramo (E: 172097.91; N: 903904.004)

##### Punto Final:

La estación del punto final se colocó al inicio del caserío de La Yeguada  
Coordenadas UTM: Eje final del tramo (E: 174791.523; N: 904060.86)

#### 4.1.5.3 Puntos de estación

Cuadro 5: Puntos de Estación

Puntos de Estación			
#	Norte	Este	BM
1	903904.77	172094.71	BM 1
2	904157.04	172137.98	BM 2
3	904306.87	172207.89	BM 3
4	904880.32	172236.29	BM 4
5	905238.34	172285.74	BM 5
6	905248.63	172482.64	BM 6
7	905224.25	172529.87	BM 7
8	905282.71	172616.73	BM 8
9	905256.79	172692.23	BM 9
10	905180.24	172737.53	BM 10
11	905272.00	172885.03	BM 11
12	905236.00	173060.83	BM 12
13	905000.65	173367.87	BM 13
14	904833.26	173686.73	BM 14
15	904948.19	173702.27	BM 15
16	904911.84	173890.92	BM 16
17	904627.83	174046.02	BM 17
18	904733.26	174170.61	BM 18
19	904642.79	174262.31	BM 19
20	904449.34	174124.74	BM 20
21	904364.91	174172.34	BM 21
22	904339.44	174362.15	BM 22
23	904058.32	174789.96	BM 23

#### 4.1.5.4 Toma de detalles y rellenos topográficos

La información fue recogida mediante la toma de puntos a través de la estación total utilizada.

#### 4.1.6 Trabajo de gabinete

Se descargó la información que se obtuvo de la estación total y datos de la nube de puntos de Google Earth, a un software para poder obtener una modelación virtual del terreno.

Las coordenadas obtenidas utilizando la estación antes mencionada, se exportaron a un libro de Excel para corregir los datos luego y guardarlos nuevamente en formato CSV separado por comas. Se prestó especial cuidado en guardar los puntos con la configuración que se muestra a continuación, para ser reconocida por el software CIVIL 3D: Punto Norte, Este, Elevación y Descripción.

#### 4.1.6.1 Procesamiento de la información adquirida en campo y confección de planos

Se utilizó la versión 2018 del software Auto-CAD Civil - 3D, donde procedió a realizar lo especificado a continuación:

- Se formó la superficie del proyecto.
- Se formó las curvas maestras y secundarias.
- Se delineó la ruta más beneficiosa.
- Se elaboró el perfil longitudinal de la pista.
- Se obtuvieron divisiones transversales.
- Se originó el cálculo del movimiento de la tierra.

## **4.2 Estudio de mecánica de suelos y cantera**

### 4.2.1 Estudio de suelos

#### 4.2.1.1 Alcance

Para la presente exploración se recogieron muestras de suelo del lugar que comprende la vía, estos resultados solo serán válidos para el tramo en estudio y no tendrá validez para ser aplicados en zonas aledañas. Ver anexos N° 1: Resultados del análisis de suelos.

#### 4.2.1.2 Objetivo

Este estudio tiene como fin definir las características mecánicas-físico de la superficie como también los de la cantera más adecuada para el proyecto que se desarrolla en esta investigación.

#### 4.2.1.3 Explicación del proyecto

El distrito de Mollepata pertenece a uno de los distritos de la Provincia de Santiago de Chuco, ubicado en la Región Sierra de La Libertad, allí se encuentran los caseríos de Mollebamba y La Yeguada, que se beneficiaran de la mejora de la vía que los une.

En esta zona la altitud varia de 2860 a 3500 m.s.n.m., con un clima frio y seco de temperatura promedio de 8°C.

#### 4.2.1.4 Descripción de los trabajos

Se hicieron cinco calicatas con 1.00 x 1.00 (aprox.), de 1.50 m de profundidad, una en cada kilómetro, esto con el objetivo de obtener muestras de suelo de todo el tramo de la vía y así poder determinar las propiedades mecánicas-físico del suelo del tramo en análisis.

*Cuadro 6: Número de Calicatas para Exploraciones de Suelo*

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número Mínimo de Calicatas
Carretera de Bajo Volumen de Transito: Carretera con un IMDA $\leq$ 200 veh/día, de una calzada	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	1 calicata por Km



*Cuadro 7: Determinación del Número de Pruebas de CBR*

Tipo de Carretera	N° Mr y CBR
Carretera de Bajo Volumen de Transito:	Cada 1 Kms se realizará un C.B.R.
Carreteras con un $IMD \leq 200$ veh/día, de una calzada	

*Cuadro 8: Ubicación de Calicatas*

N° Calicata	Ubicación	Profundidad (m)	Ensayo CBR
C-01	Km 0+500	1.5	-
C-02	Km 1+500	1.5	1
C-03	Km 2+500	1.5	-
C-04	Km 3+500	1.5	1
C-05	Km 4+500	1.5	-

### **Tipos de Ensayos a Ejecutar**

Las muestras obtenidas fueron analizadas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad - Cesar Vallejo.

## Descripción de Calicatas

CALICATA 1	E-01/ 0.00 - 0.25 m. Material de Relleno
	E-02/0.25 – 1.50 m. Arcilla ligera arenosa, con un 57.37 % que pasa la malla N° 200. Clasificado en el Sistema “SUCS” como un suelo “CL” y en el Sistema “ASSHTO” como un suelo “A-6-(5)” y con un contenido de humedad de 8.62%. Se realizó un estudio de CBR, ver Cuadro 9.
CALICATA 2	E-01/00 - 0. 25m. Material de Relleno
	E-02/0.25 – 1.25m. Arcilla ligera arenosa, con un 58.07 % que pasa la malla N° 200. Clasificado en el Sistema “SUCS” como un suelo “CL” y en el Sistema “ASSHTO” como un suelo “A-6(2)” y con un contenido de humedad de 9.63%. Se realizó un estudio de CBR, ver Cuadro 9.
CALICATA 3	E-01/00 – 0.25 m. Material de Relleno
	E-02/0.25 – 1.50 m. Arcilla ligera arenosa con un 59.38% que pasa la malla N° 200. Clasificado en el Sistema “SUCS” como un suelo “CL” y en el Sistema “ASSHTO” como un suelo “A-4(2)” y con un contenido de humedad de 9.21%. Se realizó un estudio de CBR, ver Cuadro 9.
CALICATA 4	E-01/00 – 0.25 m. Material de Relleno
	E-02/0.25 – 1.50 m. Arcilla ligera arenosa, con un 50.88 % que pasa la malla N° 200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “CL” y en el Sistema “ASSHTO” como un suelo “A-6-(2)” y con un contenido de humedad de 9.69%
CALICATA 5	E-01/00 – 0.25 m. Material de Relleno
	E-02/0.25 – 1.50 m. Arcilla ligera arenosa, con un 51.38% que pasa la malla N° 200. Clasificado en el Sistema “SUCS” como un suelo “CL” y en el Sistema “ASSHTO” como un suelo “A-4-(2)” y con un contenido de humedad de 8.69%

La clase de la subrasante obtenida mediante la prueba de CBR al 95 % de la máxima densidad seca resultante es casi el 15 %, esto significa que, el subrasante es de tipo regular.

Cuadro 9: Resumen de Calicatas

Descripción de Ensayo	Unidad	C01	C02	C03	C04	C05
Granulometría						
N° 3/8"	%	94.53	93.48	94.2	98.16	97.6
N° 1/4"	%	90.61	89.59	90.41	96.39	95.7
N° 4	%	89.85	88.76	89.72	95.21	94.51
N° 10	%	87.35	86.32	86.26	91.96	91.38
N° 40	%	79.04	78.4	78.81	81.81	81.53
N° 60	%	73.01	72.46	73.1	73.82	73.05
N° 200	%	57.37	58.07	59.38	50.88	51.38
Contenido de Humedad	%	8.52	9.63	9.21	9.69	8.69
Limite Liquido	%	23	24	24	21	25
Limite Plástico	%	7	11	16	10	16
Índice de Plasticidad	%	16	13	8	11	9
Clasificación SUCS		CL	CL	CL	CL	CL
Clasificación ASSHTO		A-6(5)	A-6(4)	A-4(2)	A-6(2)	A-4(2)
CBR						
Mayor Densidad Seca	gr/cm3	1.775	1.8	1.8	-	-
Optimo C. Humedad	%	15.18	15.02	15.02	-	-
CBR al 100 %	%	11.51	11.45	12.53	-	-
CBR al 95 %	%	8.43	9.62	9.02	-	-

#### 4.2.2 Estudio de cantera

##### 4.2.2.1 Identificación de cantera

Se ubicó al pedregal más cercano localizada en Mollepata - Provincia de Santiago Chuco - Departamento La Libertad.

#### 4.2.2.2 Evaluación de las características de la cantera

Los estudios de los elementos de la cantera que a continuación se muestran, se hallan inmerso en los parámetros establecidos en la gradación de material de la Guía de Suelos, Geotecnia, Geología y Pavimentos del (MTP) Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

*Cuadro 10: Características de Cantera (ver anexos de resultados de EMS)*

Descripción		Unidad	Cantera
% que pasa la malla N° 4		%	49.9
% que pasa la malla N° 200		%	9.23
Limite Liquido		%	17
Limite Plástico		%	15
Índice de Plasticidad		%	2
Clasificación AASHTO			A-1-a
CBR	Máxima Densidad Seca al 100%	gr/cm3	2.016
	Máxima Densidad Seca al 95%	gr/cm3	1.915
	Optimo Contenido de Humedad	%	6.6
	CBR al 100%	%	90.41
	CBR al 95%	%	74.71

#### 4.2.2.3 Estudio de Fuentes de Agua

En nuestra área de influencia se identificó el Rio Santa, a 2 km de nuestra carretera, pudiendo acceder a ella por una trocha carrozable. Se utilizará un camión cisterna para poder transportar el agua, Conduciendo a una velocidad de 40 km/h, el tiempo de llegada desde nuestra carretera hasta el rio es de 40 minutos aproximadamente.

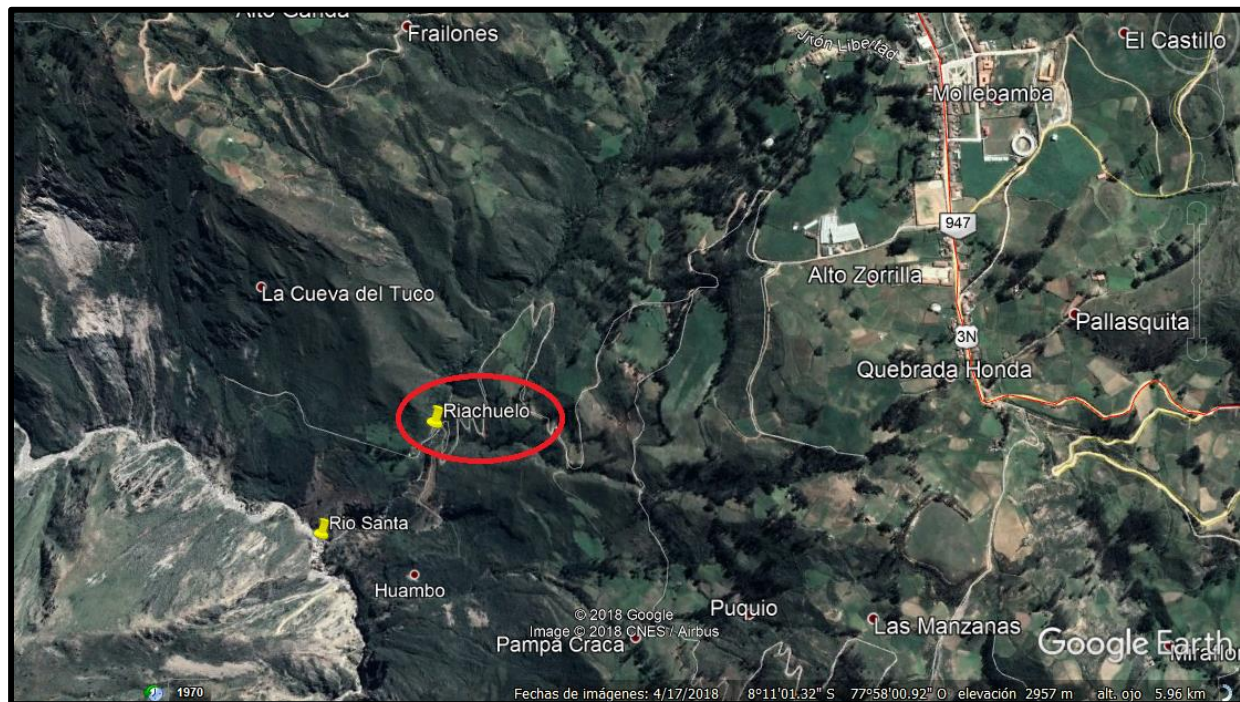


Figura 6: Ubicación de fuente de agua

### 4.3 Estudio hidrológico y obras de arte

#### 4.3.1 Hidrología

##### 4.3.1.1 Generalidades

El presente estudio comprende el cálculo de precipitaciones y escorrentía, hallados en la base de información del Senamhi desde el año 1995 hasta el año 2014. Obteniendo como resultado principal la información de precipitaciones máximas en 24 hrs, el cual se usó para calcular la tabla de Intensidades – duración y tiempo, el cálculo de caudales y finalmente la confección de las obras de arte.

##### 4.3.1.2 Objetivos del estudio

Se tuvo como fin principal diseñar las obras de arte de la carretera a desarrollar.

##### 4.3.1.3 Estudios hidrológicos

El presente análisis nos brindara los parámetros a usar para diseñar obras de arte.

#### 4.3.2 Información hidrometeoro-lógica y cartográfica

Para la obtención los datos hidrometeoro, lógica y cartográfica se usó el Google Earth, del cual obtuvimos la cuenca a la que pertenece nuestra vía en proyecto, la cual se ubica en la vertiente del Rio Santa con una extensión de 14,954 km<sup>2</sup>.

##### 4.3.2.1 Información pluviométrica

La conceptualización de Pluviometría es el análisis y tratamiento de datos de precipitación obtenidos por los pluviométricos, estos enclavados a lo ancho y largo del territorio, estos datos los brinda el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi). Esta información nos ayuda a la regulación de cuencas fluviales para prevenir inundaciones por exceso de lluvia.

### 4.3.2.2 Precipitaciones extremas en 24 horas

Cuadro 11: Datos Mensuales de Precipitación Máxima en 24 Horas (mm)

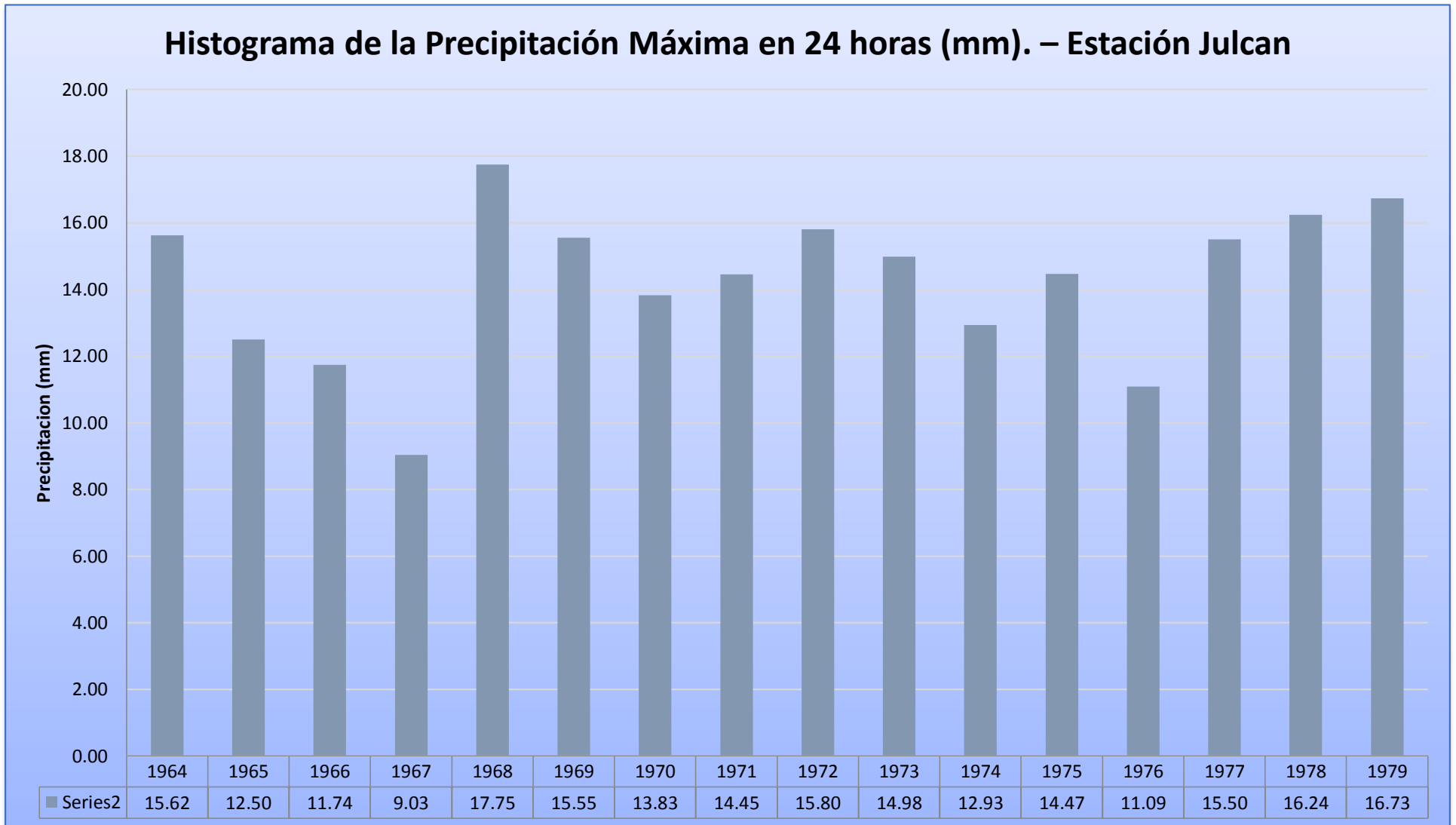
#### ESTACION METEOROLOGICA MOLLEPATA

Departamento: La Libertad  
 Provincia : Santiago de Chuco  
 Distrito : Mollepata

Latitud : 8° 11' 28.93"  
 Longitud : 77° 57' 14.3"  
 Altitud : 2708 m.s.n.m.

Cuadro 12: DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs. (mm)

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	Máximo	
1995	2.08	1.95	1.15	1.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	1.82	1.79	1.34	2.08	ENE
1996	3.31	5.38	5.22	1.97	0.13	1.05	0.00	0.00	0.10	1.54	0.61	0.40	5.38	FEB
1997	3.05	3.23	1.02	1.48	0.13	0.23	0.00	0.00	0.72	0.48	2.22	4.74	4.74	DIC
1998	6.01	6.15	8.15	1.81	0.26	0.12	0.00	0.04	0.05	1.92	1.28	1.42	8.15	MAR
1999	3.97	11.71	2.67	1.41	1.55	0.08	0.09	0.00	0.90	0.35	1.33	2.05	11.71	FEB
2000	2.09	5.26	3.36	2.37	1.02	0.14	0.00	0.29	0.65	0.16	0.69	3.74	5.26	FEB
2001	7.10	4.36	11.19	1.06	0.64	0.00	0.00	0.00	0.75	1.38	2.30	1.40	11.19	MAR
2002	0.97	2.58	7.02	2.21	0.18	0.11	0.02	0.00	0.16	2.20	3.07	0.90	7.02	MAR
2003	1.55	3.10	2.75	1.37	0.33	0.25	0.06	0.00	0.43	0.64	1.11	3.05	3.10	FEB
2004	1.16	2.74	1.91	1.60	0.25	0.21	0.18	0.00	0.39	2.42	1.80	1.83	2.74	FEB
2005	1.50	3.04	4.88	0.97	0.14	0.00	0.00	0.05	0.01	1.23	0.21	2.23	4.88	MAR
2006	3.07	4.13	6.68	3.10	0.27	0.20	0.00	0.00	0.27	0.98	0.96	2.61	6.68	MAR
2007	2.34	1.40	6.21	2.52	0.41	0.00	0.03	0.00	0.03	2.41	1.04	1.74	6.21	MAR
2008	3.78	3.89	4.64	2.87	0.66	0.38	0.00	0.04	0.36	1.85	1.42	0.98	4.64	MAR
2009	6.02	5.00	4.93	2.44	0.31	0.00	0.15	0.00	0.04	2.70	1.89	3.15	6.02	ENE
2010	1.26	3.10	3.86	1.55	0.91	0.04	0.05	0.00	0.49	0.56	1.94	3.39	3.86	MAR
2011	2.37	1.07	3.17	3.62	0.00	0.13	0.23	0.00	0.45	0.44	1.27	3.33	3.62	ABR
2012	2.90	4.35	4.37	3.88	0.37	0.10	0.00	0.00	0.20	2.54	2.06	1.76	4.37	MAR
2013	1.25	4.49	8.19	0.92	0.73	0.09	0.07	0.30	0.14	2.28	0.41	2.31	8.19	MAR
2014	2.35	4.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.59	FEB
<b>MAX</b>	<b>7.10</b>	<b>11.71</b>	<b>11.19</b>	<b>3.88</b>	<b>1.55</b>	<b>1.05</b>	<b>0.23</b>	<b>0.30</b>	<b>0.90</b>	<b>2.70</b>	<b>3.07</b>	<b>4.74</b>	<b>11.71</b>	
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		



*Figura 7: Histograma de la Precipitación Máxima en 24 horas (mm)*



#### 4.3.2.3 Análisis estadístico de antecedentes hidrológicos, mediante el Método de Gumbel

Cuadro 12: Cálculo de Precipitaciones Máximas Probables para diferentes frecuencias

Periodo Retorno	Variable Reducida	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección intervalo fijo
Años	YT	XT'(mm)	F(xT)	XT (mm)
2	0.3665	5.3019	0.5	5.9911
5	1.4999	7.5578	0.8	8.5403
10	2.2504	9.0514	0.9	10.228
25	3.1985	10.9385	0.96	12.3606
50	3.9019	12.3386	0.98	13.9426
75	4.3108	13.1523	0.9867	14.8621
100	4.6001	13.7282	0.99	15.5129
500	6.2136	16.9396	0.998	19.1417

#### 4.3.2.4 Curvas de intensidad – Duración – Frecuencia

Cuadro 13: Regresión Potencial

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	12.8638	0.6931	2.5544	1.7706	0.4805
2	5	18.3372	1.6094	2.9089	4.6817	2.5903
3	10	21.9611	2.3026	3.0893	7.1133	5.3019
4	25	26.5399	3.2189	3.2787	10.5536	10.3612
5	50	29.9368	3.912	3.3991	13.2973	15.3039
6	75	31.9111	4.3175	3.463	14.9513	18.6407
7	100	33.3085	4.6052	3.5058	16.1449	21.2076
8	500	41.1001	6.2146	3.716	23.0936	38.6214
8	767	215.9586	26.8733	25.9151	91.6062	112.5074
<b>Ln (K) =</b>	<b>2.5516</b>	<b>K =</b>	<b>12.8272</b>	<b>m =</b>	<b>0.2048</b>	

Terminó constante de regresión (K) = 12.8272  
 Coef. de regresión (m) = 0.204761

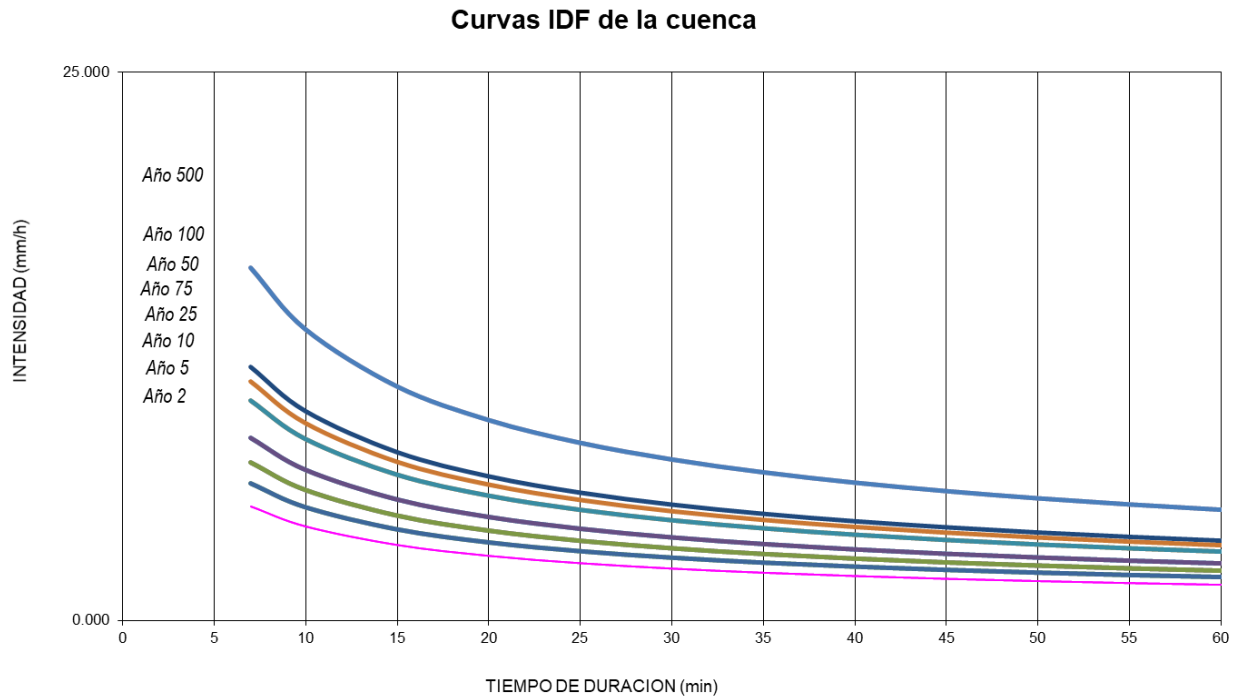


Figura 8: Curvas IDF

#### 4.3.2.5 Cálculos de caudales

Para esto se ha tomado en cuenta la cuenca más grande de la carretera que fue la cuenca número 1, que abarca un área de 0.15 km<sup>2</sup> y un desnivel de 63 metros, para lo cual se utilizó la Guía de Hidrología - Hidráulica y Drenaje que nos da algunos métodos: Método IILA, Método Racional y Método Racional Modificado, de los cuales se eligió trabajar con el Método Racional:

#### 4.3.2.5.1 Método Racional

El caudal se estimó de con la fórmula:

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

Dónde:

Q: Caudal máximo de diseño (m3/s)

C: Coeficiente de escorrentía

I : Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A: Área de la cuenca

Cuadro 14: Caudal Máximo

Quebrada N°	Progresivas	Área(Km2)	Obra de drenaje	C	Intensidad(mm/hr)	Caudal Máximo (m3/s)
1	1+38	0.15	alcantarilla	0.35	7.22	0.11

Aplicando la formula obtuvimos nuestro Caudal Máximo igual a 0.11 m3/s.

#### 4.3.2.6 Tiempo de concentración

Para la obtención del periodo de concentración se utilizó la formula Kirpich que se encuentra en el Manual de Hidrología:

$$tc = 0.01947 * L^{0.77} * S^{-0.385}$$

Dónde:

Tc = Tiempo de concentración en minutos.

L = Longitud del canal del agua arriba hasta la salida (m)

S = Pendiente promedio de la cuenca m/m

Cuadro 15: Intensidad - Tiempo de Duración

Frecuencia	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	6.224	4.288	3.448	2.954	2.62	2.376	2.187	2.035	1.91	1.805	1.715	1.637
5	7.508	5.173	4.16	3.564	3.161	2.866	2.638	2.455	2.305	2.178	2.069	1.975
10	8.653	5.962	4.794	4.107	3.643	3.303	3.04	2.83	2.656	2.51	2.385	2.276
20	9.973	6.871	5.525	4.734	4.199	3.807	3.504	3.261	3.061	2.893	2.748	2.623
50	12.031	8.289	6.666	5.711	5.065	4.592	4.227	3.934	3.693	3.49	3.315	3.164
75	13.073	9.006	7.243	6.205	5.504	4.99	4.593	4.275	4.013	3.792	3.602	3.438
100	13.866	9.553	7.682	6.581	5.838	5.293	4.872	4.534	4.256	4.022	3.821	3.646
500	19.278	13.282	10.681	9.15	8.116	7.359	6.773	6.304	5.917	5.592	5.312	5.07

### 4.3.3 Hidráulica y drenaje

#### 4.3.3.1 Diseño de cunetas

La zanja está diseñada para drenaje vertical, y su propósito es capturar la escorrentía de agua superficial de la carretera en la pendiente natural y directamente en la carretera, de modo que toda el agua se dirija a la estructura de drenaje horizontal y luego hacia el dren natural del área.

#### - **Pendiente Transversal de la Carretera**

Para facilitar el ingreso del agua producto de la superficial escorrentía que fluye sobre la superficie de rodadura y facilitar su orientación hacia las cunetas, se consideró una pendiente mínima de 3% en el sentido transversal de la plataforma de la carretera al largo de todo su tramo.

#### - **Pendiente Longitudinal de la Carretera**

Respecto de este tema por tratarse de una vía de 3<sup>ra</sup> Clase se constató rebalsa la pendiente mínima de 0.5%, considerando lo referido en las Normas Peruanas de Carreteras.

## - Sección Geométrica de la Cuneta

La geometría de las zanjas se diseñó en función a criterios hidráulicos, de seguridad vial. DG- 2018 y la guía H, H Y D. Los principales parámetros de diseño aplicados:

\*Talud Interior, el manual antes mencionado, recomienda que la sección mínima de la cuneta sea de altura  $H = 0.30$  m. y ancho de  $B = 0.75$  m.; en contraste con ello por seguridad vial y de acuerdo al volumen de tráfico y la velocidad de diseño, el talud será de 1:3 (V:H), tomando como referencia la guía de diseño geométrico DG 2018. La cual refiere que la relación mínima entre H y B debe ser de 1:3; por lo expuesto la cuneta planteada tiene las siguientes dimensiones,  $H = 0.30$  m. y  $B = 0.90$  m.

*Cuadro 16: Inclinaciones Máximas del Talud (V:H), Interior de la cuneta, del Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*

V.D. (Km/h)	I.M.D.A (VEH./DIA)		
	< 750		> 750
< 70	01:02	(*)	01:03
	01:03		
> 70	01:03		01:04

\*Profundidad de la Cuneta, el Manual HHD, recomienda que, para zona lluviosas la profundidad de cuneta es de 0.30 m.

### 4.3.3.2 Diseño de alcantarilla

*Cuadro 17: Diseño de Alcantarilla*

N°	PROGRESIVA	$Q_{MAX}$ Calculado ( $m^3/s$ )	S	n	DIAMETRO CALCULADO (m)	$D_{campo}$ (")	DIAMETRO CALCULADO (")
1	0+458	0.11	0.02	0.024	0.369	0.15	14.5
2	0+878	0.11	0.02	0.024	0.369	0.15	14.5
3	2+085	0.11	0.02	0.024	0.369	0.15	14.5
4	2+750	0.11	0.02	0.024	0.369	0.15	14.5
5	2+970	0.11	0.02	0.024	0.369	0.15	14.5
6	3+760	0.11	0.02	0.024	0.369	0.15	14.5
7	4+370	0.11	0.02	0.024	0.369	0.15	14.5

Cuadro 18: Alcantarillas Definitivas a usar

ALCANTARILLAS DEFINITIVAS A USAR				
D (m)	DIAMETRO A USAR (plg)	Q <sub>MAX</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>MAX</sub> (m <sup>3</sup> /s) (93.8%)	Q <sub>max</sub> > Q <sub>cal</sub>
0.55	<b>24</b>	0.305	0.287	OK

#### 4.4 Diseño Geométrico de la carretera

##### 4.4.1 Generalidades

El trazo geométrico de la vía en investigación se basó en los criterios que el MTC ha desarrollado en el Manual de Diseño Geométrico.

Para el desarrollo del trazo geométrico se usaron los términos de una carretera de segunda clase, a pesar de ser esta, una carretera de tercera clase, puesto a que será pavimentada.

##### 4.4.2 Normatividad

Se utilizó lo especificado en la Guía de Diseño Geométrico 2018 emitido por el MTC.

##### 4.4.3 Catalogación de las carreteras

Para la catalogación de la carretera se utilizó la sección 101 del Manual (Carreteras DG- 2018), el cual determina como se catalogan las carreteras según su Índice Medio Diario Anual, con lo que pudimos establecer que nuestra carretera es una Carretera de Tercera Clase

#### 4.4.3.1 Catalogación de acuerdo a su demanda

##### 4.4.3.1.1 Carretera de Tercera Clase

Son vías de bajo tránsito, con un Índice: Medio Diario Anual inferior a los 400 veh/día, por lo que nuestra carretera encaja en esta definición. (Ver estudio de Trafico, sección 3.4.4)

##### 4.4.3.2 Clasificación de acuerdo a sus condiciones orográficas

Esta clasificación se determinó a partir de las características del levantamiento topográfico, en la siguiente figura se pueden diferenciar los accidentes geográficos de la vía, siendo el color rojo una orografía muy accidentada, el color purpura simboliza una orografía accidentada, el color verde una orografía ondulada y el celeste una orografía llana.

Se determinó en nuestra carretera predomina la orografía tipo II, que es ondulada y el grafico anterior está representado por el color verde

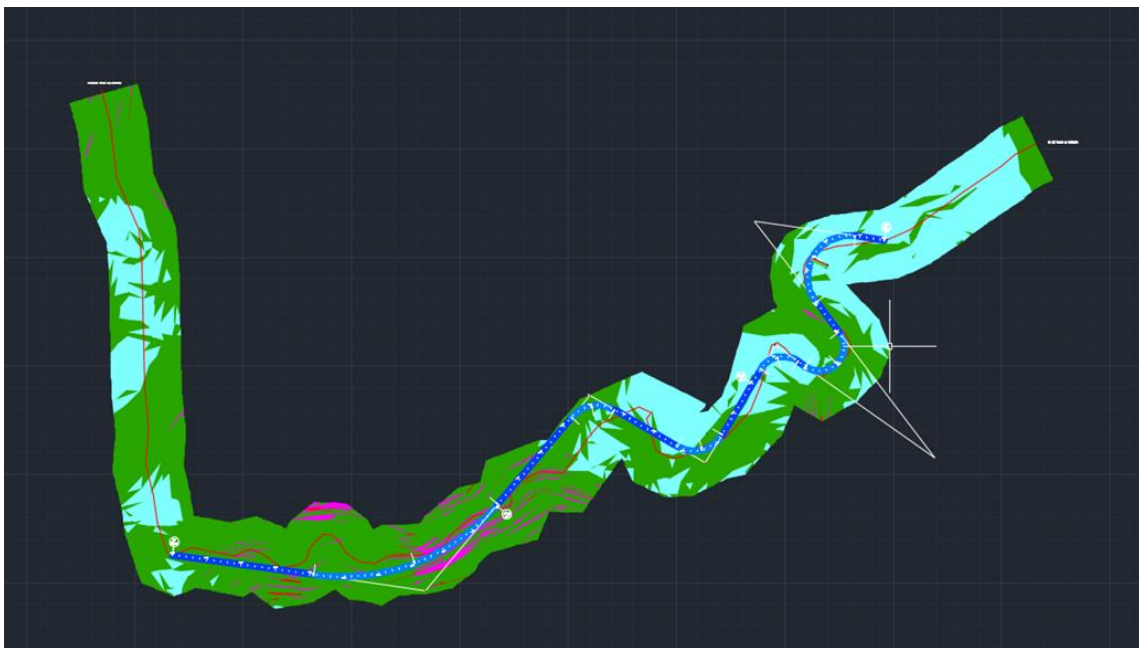


Figura 9: Orografía de la Vía





Slopes Table				
Number	Minimum Slope	Maximum Slope	Area	Color
1	0.00%	10.00%	335502.74	
2	10.00%	50.00%	636211.62	
3	50.00%	100.00%	23498.25	
4	100.00%	3572.62%	1267.14	

Figura 10: Leyenda de la Orografía

#### 4.4.4 Estudio de tráfico

##### 4.4.4.1 Generalidades

Este estudio pretende describir el flujo de automóviles que actualmente circulan por la vía en funcionamiento del tramo Mollebamba – La Yeguada; se estudió los beneficios de la mejora del trazado actual, y se propuso una alternativa. Luego de haber determinado el flujo de tráfico, se halló el nivel de servicio y la capacidad del trazado actual como el del propuesto.

##### 4.4.4.2 Cuento y clasificación vehicular

###### 4.4.4.2.1 Cuento Vehicular

El recuento de vehículos para el análisis de tráfico de la vía en investigación, se realizó en 7 días, durante aproximadamente 1 hora cada día, ver Anexo 1: conteo vehicular.

###### 4.4.4.2.2 Clasificación Vehicular

Para la catalogación vehicular se utilizó la tabla 202.01 del Manual de Carreteras, que a continuación se muestra:



Tabla 202.01

Datos básicos de los vehículos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras  
Según Reglamento Nacional de Vehículos (D.S. N° 058-2003-MTC o el que se encuentre vigente)

Tipo de vehículo	Alto total	Ancho Total	Vuelo lateral	Ancho ejes	Largo total	Vuelo delantero	Separación ejes	Vuelo trasero	Radio mín. rueda exterior
Vehículo ligero (VL)	1.30	2.10	0.15	1.80	5.80	0.90	3.40	1.50	7.30
Ómnibus de dos ejes (B2)	4.10	2.60	0.00	2.60	13.20	2.30	8.25	2.65	12.80
Ómnibus de tres ejes (B3-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	14.00	2.40	7.55	4.05	13.70
Ómnibus de cuatro ejes (B4-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	15.00	3.20	7.75	4.05	13.70
Ómnibus articulado (BA-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	18.30	2.60	6.70 / 1.90 / 4.00	3.10	12.80
Semirremolque simple (T2S1)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	6.00 / 12.50	0.80	13.70
Remolque simple (C2R1)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	10.30 / 0.80 / 2.15 / 7.75	0.80	12.80
Semirremolque doble (T3S2S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.40 / 6.80 / 1.40 / 6.80	1.40	13.70
Semirremolque remolque (T3S2S1S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.45 / 5.70 / 1.40 / 2.15 / 5.70	1.40	13.70
Semirremolque simple (T3S3)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	5.40 / 11.90	2.00	1

Figura 11: Clasificación Vehicular, según el Manual de Carreteras, DG-2018.

Se concluyó que el Vehículo tomado para el diseño es Remolque Simple (C2R1).

#### 4.4.4.3 Metodología

Para poder obtener la información, se efectuó una visita de campo a la carretera en funcionamiento del tramo Mollebamba – La Yeguada, se contó el tránsito vehicular durante una semana.

#### 4.4.4.4 Procesamiento de la información

Describe la tarea obtenido en gabinete. Los resultados fueron clasificados por el tipo de tráfico vehicular, luego de acuerdo a la información obtenido de PROVIAS, se estableció una tasa de alza, el IMDA y los EE.

#### 4.4.4.5 Determinación del índice medio diario (IMD)

Para determinar el IMD, se promedió el resultado del conteo de automóviles de cada día que duró la visita técnica.

#### 4.4.4.6 Determinación del factor de corrección

El elemento de corrección cambia en relación al mes, año, estaciones, festividades, etc. este factor es necesario para poder el IMDA

El peaje más cercano a nuestra ruta es el peaje “Viru”, ya que es el más cercano. Se tomó el promedio del componente de corrección desde el año 2000 al 2010:

Cuadro 19: Factor de Corrección

ESTACION DE PEAJE VIRU			
Factor de Corrección estacional promedio	Año	Vehículos Pesados	Vehículos Ligeros
	2010	1.0062095	1.0534623

#### 4.4.4.7 Resultados del conteo vehicular

Cuadro 20: Resumen de Conteo Vehicular

	cant	veh/día
Ligeros	74	11
Bus	0	1
Camiones	3	1

La cantidad promedio del tráfico vehicular es un total de 11 vehículos por día, por lo que el IMD tiene este valor.

#### 4.4.4.8 Determinación del Índice Medio Diario Anual (IMDA)

Para la determinación del IMDA, el MTC nos da una fórmula:

$$IMD_a = IMD_s * FC$$

Dónde:

IMDa = Índice medio anual

IMDs= Índice medio diario de cada uno de los días de conteo

Fc= Factores de Correlación

Cuadro 21: Cálculo del Índice Medio Anual (IMDA)

TIPO DE VEHÍCULO		V. SEMANALES	IMD	FC	IMDA
vehículos ligeros	Autos	19	2.7143	1.01197	3
	Pick up	23	3.2857	1.01197	3
	Camioneta rural	16	2.2857	1.01197	2
Vehículos Pesados	B2	20	2.8571	1.01549	3
	c2/ Ligero	2	0.2857	1.01549	0
	c2/pesado	0	0.0000	1.01549	0
Total		80	11.4286	-	12

#### 4.4.4.9 Proyección de tráfico

Para el cálculo de la proyección de tráfico, se utilizó la fórmula siguiente:

$$Pf = Po(1 + Tc)^{n-1}$$

Dónde:

Pf = Transito proyectado al año “n” en veh/dia

N= Años de periodo de diseño

Tc= Tasa anual de crecimiento del tránsito.

Po=Transito actual (año base) veh/dia

Según la Guía de Diseño Geométrico 2018 “La proyección puede también fraccionarse en dos partes: un planeamiento de aumento para vehículos de pasajeros y de vehículos de carga. Ambos índices de alza correspondientes a la Región, que por lo general tiene información estadística de esta tendencia”

Tasa de crecimiento habitacional de la localidad: 2%

Tasa de crecimiento económico PBI del Departamento: 3%

Luego de procesar la fórmula para el cálculo de tráfico, se obtiene la cantidad de reincidencia de carga, para poder hallar sus ejes equivalentes.

#### 4.4.4.10 Cálculo de ejes equivalentes

Luego de procesar los datos usando fórmula para calcular el tráfico proyectado, se obtiene la cantidad de repeticiones de carga, para lo cual se necesita hallar los ejes equivalentes, con la fórmula:

$$ESAL = 365 * IMD * \left( \frac{(1 - Rt)^N - 1}{N} \right) * EE$$

Dónde:

IMD = Índice Medio Diario Corregido

Rt = Tasa de crecimiento Anual expresada en porcentaje

N = Periodo de análisis en años

EE = Ejes equivalentes

Para poder calcular los ejes equivalentes tenemos que tener en cuenta los siguientes datos de nuestra carretera:

*Cuadro 22: Características de Trafico*

Carretera de Tercera clase , dos carriles	
Periodo de diseño	20 años
Tasa de crecimiento poblacional	2%
Tasa de crecimiento economía	3%
Factor carril	0.5
Factor direccional	1

Cuadro 23: Calculo de Ejes Equivalente

Tipo de Vehiculo	Tráfico veh./año	Tasa de crecimiento	Factor de Crecimiento	Factor camion	Transito de Diseño (veh./año)	F ESAL	EE
Autos	20	3%	10.66	0.245	5350	0.0002	1
Pick up	24	3%	10.61	0.245	6446	0.0004	3
Camioneta ru	16	3%	10.61	0.245	4484	1.1005	4935
B2	20	3%	13.5	2.39	7063	3.28	23167
c2/ Ligero	2	2%	13.5	3.996	699	4.99	3490
c2/ Pesado	0	2%	0	3.996	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>82</b>			<b>24043.871</b>		<b>EAL</b>	<b>31596</b>

#### 4.4.4.11 Clasificación de vehículo

Considerando estudio hecho y a los parámetros geométricos que tendrá la vía, se determinará el vehículo de diseño del mismo que será un Remolque Simple (T2S1, ancho 2.60m y largo 23.00m).

#### 4.4.5 Parámetros básicos para el diseño en zona rural

##### 4.4.5.1 Velocidad de diseño

La velocidad de diseño es la velocidad máxima que se podrá mantener con seguridad, sobre un tramo de la carretera, para lo que se tuvo en cuenta la catalogación de la carretera en diseño, como también la orografía.

**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
<b>Carretera de tercera clase</b>	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											

Figura 12: Velocidad de Diseño, Según el Manual de Carreteras DG-2018

Por lo tanto, la velocidad del diseño hecha para el proyecto al tener una orografía ondulada y ser una vía de tercera clase, es de: 40 km/h-

#### 4.4.5.2 Radios mínimos

**Tabla 302.02**  
**Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras**

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	D 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	

Figura 13: Radios Mínimos y Peraltes Máximos, según el Manual de Carreteras DG-2018

Se concluyó que el tramo de la carretera en zona rural, tendrá un mínimo radio de 50 m y peralte máximo de 8%.

#### 4.4.5.3 Anchos mínimos de calzada en tangente

A continuación, los valores del ancho de la calzada para las velocidades de diseño con respecto a la catalogación del tipo de carretera.

**Tabla 304.01**  
**Anchos mínimos de calzada en tangente**

Clasificación	Carretera				Carretera				Carretera			
Tráfico vehículos/día	4,000-2.001				2,000-400				< 400			
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30km/h											6.00	6.00
40 km/h								6.60	6.60	6.60	6.00	

Figura 14: Anchos mínimos de calzada en tangente, según la Guía de Carreteras DG-2018

Se determinó que el ancho mínimo de calzada es de 6.60 m, para la vía.

#### 4.4.5.4 Distancia de visibilidad

Para la obtención de la distancia de visibilidad de parada, se usó dos criterios, primero cuando la pendiente es cero y el otro cuando las pendientes están en subidas y bajadas, para lo cual usamos la tabla 205.1 y 205.2 del Manual de Carreteras DG-2018:

**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

Figura 15: Distancia Mínima de Visibilidad en pendiente cero, según el Manual de Carreteras DG-2018

**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

Figura 16: Distancia de visibilidad de parada con pendiente, según el Manual de Carreteras DG-2018

Para nuestra vía en estudio, la distancia de visibilidad con pendiente cero es de 50 m y en pendientes en bajadas se tiene una distancia mínima de 50 m, mientras que en pendientes en subidas una distancia mínima de 43 m.

#### 4.4.5.5 Diseño geométrico en planta

##### 4.4.5.5.1 Generalidades

En el presente estudio se ejecutó el Diseño Geométrico en planta utilizando las características establecidas por el Manual de Carreteras en la DG-2018.

##### 4.4.5.5.2 Tramos en tangente

Para el trazo de la vía que enlaza los caseríos de Mollebamba y La Yeguada, se ha respetado lo establecido por normativa DG-2018. Se usó tabla N° 302.01 del Manual de Diseño Geométrico. Enfatiza que para vías con una velocidad de 40km/h, la longitud máxima en tangente es 668 m y la mínima es 56 m. como muestra la siguiente figura:

**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

*Figura 17: Longitudes de Tramos en Tangentes, según el Manual de Carreteras DG-2018*

##### 4.4.5.5.3 Curvas circulares

El primer y tercer tramo presentan radios mínimos de 40 m y 30 por estar dentro de una zona urbana y existen vivienda y construcciones a lo largo de la trocha existente, sin embargo, el segundo tramo cuenta con los radios mínimos reglamentarios al ser una carretera de tercera clase pavimentada, no obstante en el punto de intersección 14 nos encontramos con un radio que o cumple con la normativa vigente, para este caso en ese pequeño tramo se reducirá la aceleración de diseño a 40 km/h para así poder cumplir con la normativa vigente.



CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA													
NÚMERO PI	DIRECCIÓN	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI: 9	S12° 35' 35"E	10°42'10"	40.00	3.75	7.47	7.46	0.18	0.17	1+256.38	1+252.63	1+260.11	9094861.77	172255.70
PI: 8	S10° 29' 45"E	6°30'28"	40.00	2.27	4.54	4.54	0.06	0.06	1+188.87	1+186.60	1+191.14	9094928.74	172247.19
PI: 7	S4° 31' 43"E	18°26'31"	40.00	6.49	12.87	12.82	0.52	0.52	1+097.07	1+090.58	1+103.45	9095018.02	172225.34
PI: 6	S0° 37' 46"E	10°38'37"	40.00	3.73	7.43	7.42	0.17	0.17	0+995.89	0+992.16	0+999.59	9095118.89	172233.62
PI: 5	S3° 32' 17"E	4°49'36"	40.00	1.69	3.37	3.37	0.04	0.04	0+880.67	0+878.98	0+882.35	9095233.48	172221.67
PI: 4	S3° 20' 40"E	4°26'22"	40.00	1.55	3.10	3.10	0.03	0.03	0+518.11	0+516.56	0+519.66	9095595.97	172214.56
PI: 3	S14° 26' 00"E	17°44'18"	40.00	6.24	12.38	12.33	0.48	0.48	0+421.35	0+415.10	0+427.49	9095692.38	172205.17
PI: 2	S14° 41' 29"E	17°13'20"	40.00	6.06	12.02	11.98	0.46	0.45	0+258.90	0+252.85	0+264.87	9095841.66	172140.87
PI: 1	S10° 53' 25"E	9°37'10"	40.00	3.37	6.72	6.71	0.14	0.14	0+098.69	0+095.33	0+102.04	9096000.99	172123.90
PI: 10	N67° 16' 36"E	54°58'55"	500.00	260.18	479.81	461.61	63.64	56.46	2+050.20	1+790.02	2+269.83	9094706.27	172975.83
PI: 11	N89° 35' 20"E	99°36'23"	125.00	147.93	217.31	190.96	68.67	44.32	2+766.95	2+619.02	2+836.32	9095288.22	173460.45
PI: 12	N71° 30' 17"E	135°46'30"	125.00	307.64	296.21	231.61	207.07	77.95	3+279.53	2+971.89	3+268.10	9094839.43	173845.21
PI: 13	N62° 37' 46"E	118°01'27"	125.00	208.13	257.49	214.32	117.79	60.64	3+539.63	3+331.50	3+588.99	9095417.45	173881.75
PI: 14	N41° 20' 29"E	160°36'01"	75.00	438.77	210.23	147.86	370.14	62.36	4+091.28	3+652.51	3+862.73	9095044.76	174486.57
PI: 15	N29° 27' 20"E	136°49'42"	125.00	315.94	298.51	232.47	214.77	79.01	4+294.49	3+978.55	4+277.06	9095721.68	173939.21
PI: 20	N57° 20' 00"E	13°36'09"	30.00	3.58	7.12	7.11	0.21	0.21	4+835.08	4+831.50	4+838.62	9095910.68	174732.83
PI: 19	N53° 10' 38"E	5°17'27"	40.00	1.85	3.69	3.69	0.04	0.04	4+782.43	4+780.58	4+784.28	9095877.22	174692.18
PI: 18	N54° 34' 50"E	2°29'03"	40.00	0.87	1.73	1.73	0.01	0.01	4+648.14	4+647.27	4+649.00	9095801.78	174581.08
PI: 17	N54° 27' 45"E	2°14'53"	40.00	0.78	1.57	1.57	0.01	0.01	4+555.62	4+554.84	4+556.41	9095746.54	174506.87
PI: 16	N60° 43' 00"E	10°15'37"	40.00	3.59	7.16	7.15	0.16	0.16	4+462.63	4+459.04	4+466.20	9095693.97	174430.14

Figura 18: Cuadro de elementos de curva

#### 4.4.5.6 Diseño geométrico en perfil

##### 4.4.5.6.1 Generalidades

En este estudio se determinó las alturas de corte y relleno entre nuestro terreno natural y la rasante de la carretera, donde se determinó los volúmenes de movimientos de tierras y cálculo de pendientes máximas y mínimas de cada tramo.

##### 4.4.5.6.2 Pendiente

Tabla 303.01  
Pendientes máximas (%)

Demanda	Carretera			Carretera			Carretera					
	4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h											10.00	10.00
40 km/h								9.00	8.00	9.00	10.00	

Figura 19: Pendientes Máximas, Manual de Carreteras DG - 2018

Se determinó que la pendiente máxima es de 9%.

#### 4.4.5.6.3 Curvas verticales

Para una pendiente menor o igual a 9%, la longitud de curva mínima será mayor a 50 m, por lo que se optó por dimensionar las longitudes de curva con un mínimo valor de 80 metros.

Figura 303.06

Longitud mínima de curva vertical convexa con distancias de visibilidad parada

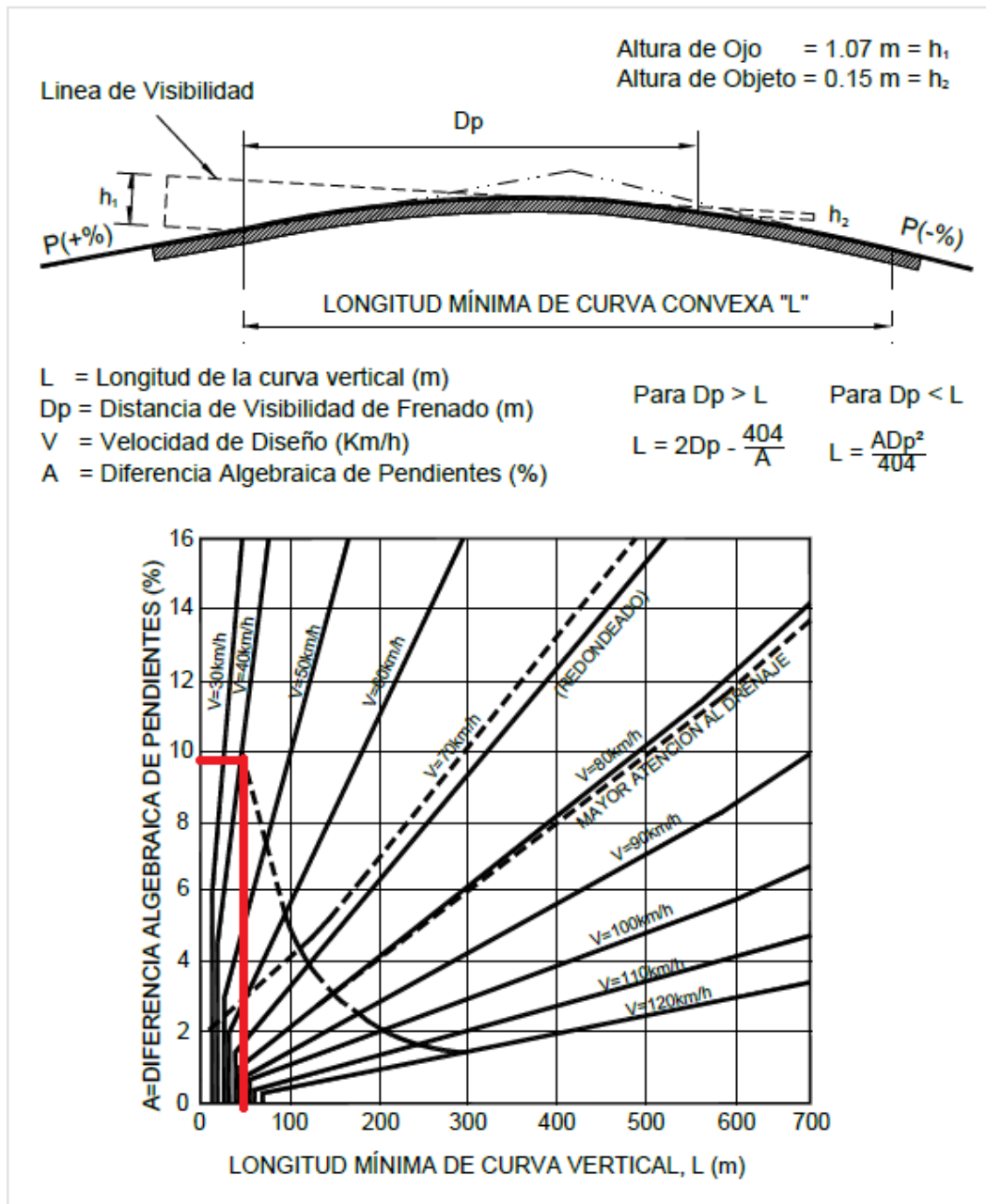


Figura 20: Longitud mínima de curva vertical convexa, según el Manual de Carreteras DG-2018

#### 4.4.5.7 Diseño geométrico de la sección transversal

##### 4.4.5.7.1 Generalidades

Se fundamenta en las características de los elementos de la vía desde un plano de corte vertical al alineamiento horizontal.

##### 4.4.5.7.2 Calzada

El ancho de la calzada fue determinado según la tabla 304.01 de la DG-2018, que dice que para una vía con velocidad de diseño de 60km/h, como es nuestro caso, el ancho de calzada mínimo será de 7.20m:

**Tabla 304.01**  
**Anchos mínimos de calzada en tangente**

Clasificación	Carretera				Carretera				Carretera			
Tráfico vehículos/día	4,000-2.001				2,000-400				< 400			
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30km/h											6.00	6.00
40 km/h								6.60	6.60	6.60	6.00	

Figura 21: Parámetros para diseño de calzada, según el Manual de Carreteras DG-2018

##### 4.4.5.7.3 Bermas

El ancho de bermas fue establecido según la norma de diseño DG-2018 en la tabla 304.02, en la que dice que para una carretera con una velocidad de 60km/h y una orografía ondulada, tendrá un ancho de berma de 0.9 m.

**Tabla 304.02**  
**Ancho de bermas**

Clasificación	Carretera				Carretera				Carretera			
Tráfico vehículos/día	4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h											0.50	0.50
40 km/h								1.20	1.20	0.90	0.50	

Figura 22: Ancho de Bermas, según el Manual de Carreteras DG-2018

#### 4.4.5.7.4 Bombeo

Teniendo en cuenta la superficie de rodadura y los niveles de precipitación de la zona se determina el bombeo.

**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

*Figura 23: Valores del Bombeo de la Calzada, Según el Manual de Carreteras DG-2018*

Se asumió un bombeo de 3.5 %, debido a que se usara un pavimento flexible y la precipitación máxima anual es 114.4 mm.

#### 4.4.5.7.5 Peralte

El peralte fue hallado de acuerdo a los siguientes gráficos, donde se plasman los máximos valores del peralte, para las descritas condiciones:

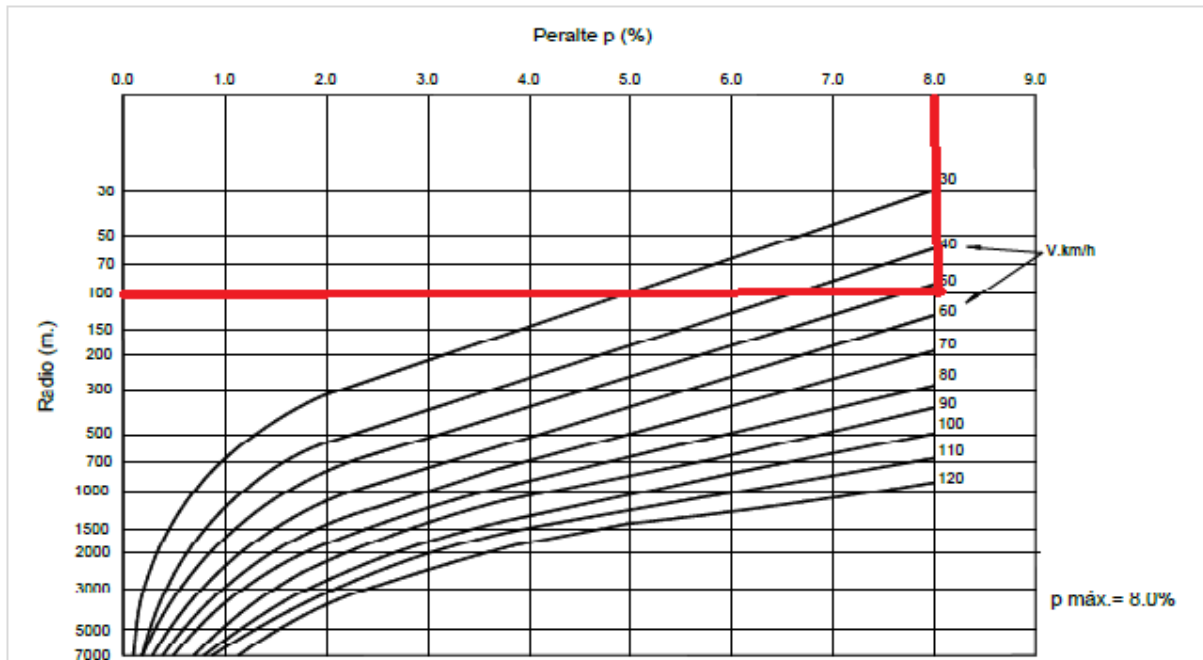
**Tabla 304.05**  
**Valores de peralte máximo**

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)		Ver Figura
	Absoluto	Normal	
Atravesamiento de zonas urbanas	6.0%	4.0%	302.02
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8.0%	6.0%	302.03
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12.0	8.0%	302.04
Zona rural con peligro de hielo	8.0	6.0%	302.05

*Figura 24: Valores de Peralte Máximo, según el Manual de Carreteras DG-2018*

Se determinó que el peralte máximo en zona rural para nuestra vía será de 8%.

**Figura 302.03**  
**Peralte en zona rural (Tipo 1, 2 ó 3)**



Por lo tanto, se concluye que el peralte en el tramo de la vía en zona rural es de 8%.

4.4.5.7.6 Taludes

Para el cálculo de los taludes se usó la tabla 304.10 de la Guía de carreteras DG-2018

**Tabla 304.10**  
**Valores referenciales para taludes en corte**  
**(Relación H: V)**

Clasificación de materiales de corte		Roca fija	Roca suelta	Material		
				Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas
Altura de corte	<5 m	1:10	1:6-1:4	1:1 - 1:3	1:1	2:1
	5-10 m	1:10	1:4-1:2	1:1	1:1	*
	>10 m	1:8	1:2	*	*	*

(\*) Requerimiento de banquetas y/o estudio de estabilidad.

Figura 25: Valores Referenciales de Taludes en Zonas de Corte, según el Manual de Carreteras DG-2018

#### 4.4.5.7.7 Cunetas

Son canales construidos con el propósito de preservar la estructura del pavimento de los escurrimientos superficiales.

Las características de las cunetas se obtienen de los cálculos hidráulicos (Ver Sección

#### 3.3.3.1 Diseño de Cunetas)

#### 4.4.5.8 Derecho de Vía

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

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

#### 4.4.5.9 Resumen y consideraciones de diseño en zona rural

*Cuadro 24: Resumen de Consideraciones de Diseño en Zona Rural*

<b>Características Técnicas</b>	
Categoría de la vía	Tercera Clase
<b>Características</b>	
Orografía	Ondulada
Velocidad de diseño	40 km/h
Velocidad Máxima	40 km/h
Superficie de rodadura	Pavimento Flexible
Ancho de Calzada	6.60 m
Bermas	0.9 m
Bombeo	3.50%
Talud de relleno	01:01
Talud de Corte	01:01
Cuneta Triangular	0.30 m x 0.15 m
Radio Curvas Circulares	Mínimo 50, máximo 70
Pendiente Mínima	1.59%
Pendiente Máxima	9.86%
Vehículo Tipo	Remolque Simple (C2R1)
Peralte Máximo	8%
Derecho de Vía	16 m

#### 4.4.5.10 Parámetros básicos para el diseño en zona urbana

##### 4.4.5.10.1 Criterios y normas para el diseño

Al pasar por dos zonas urbanas, nuestro proyecto se vio obligado a seguir las instrucciones del Manual de Carreteras, Diseño Geométrico 2018 y las del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ver Anexo 2: Habilitaciones Urbanas, Capítulo 2 Diseño de Vías) mientras que el pavimento será del mismo diseño que el antes usado en la zona rural

##### 4.4.5.10.2 Clasificación de las vías urbanas

Según Pro vías, la clasificación que merece nuestras vías urbanas son “Vías Sub Regional”, ya que une las regiones de la Libertad y Ancash. Y estarán destinadas al transporte inter provincial.

##### 4.4.5.10.3 Características geométricas

La norma de diseño geométrico DG-2018, en la tabla N° 504.01 establece valores para el diseño geométrico para enlazar carreteras por zonas urbanas, como son la pendiente longitudinal máxima y mínima, o el peralte máximo. Sin embargo, el investigador so los valores geométricos de una carretera de tercera clase no pavimentada ya que no dentro de la ciudad existían pendiente muy elevadas y exageradas como también un espacio que no permitía la creación de radios superiores a 40 metros, por lo que los valores de diseño geométrico urbano son:



Cuadro 25: características técnicas de carter de tercera clase urbana

<b>Características Técnicas</b>	
Categoría de la vía	Tercera Clase urbana
<b>Características</b>	
Orografía	Ondulada
Velocidad de diseño	30 km/h
Superficie de rodadura	Pavimento Flexible
Ancho de Calzada	6.60 m
Bermas	0.9 m
Bombeo	8%
Talud de relleno	01:01
Talud de Corte	01:01
Cuneta Triangular	0.30 m x 0.15 m
Radio Mínimo	30 m
Pendiente Máxima	21.64%
Pendiente Mínima	0.51%
Vehículo Tipo	Remolque Simple (T2S1)
Peralte Máximo	8%

**Tabla 504.01**  
**Valores de diseño geométrico para cruce de carreteras**  
**por zonas urbanas**

Descripción		Unidad	Velocidad de diseño (km/h)		
			80	60	50
Distancia mínima de visibilidad	De parada	m	130	90	70
	De paso	m			
Pendiente longitudinal	Máxima	%	7,0	7,0	7,0
	Mínima	%	0,5	0,5	0,5
Curvas verticales	k mín. paso=L/A	m/%			50
	K mín. parada=L/A	m/%	15	10	5
	Longitud mínima	m	45	35	25
Peralte máximo		%	7	7	7
Eliminar bombeo no favorable si el radio es menor que		m	1,830	1,220	810
Emplear curva de transición si el radio es menor que		m	600	325	225
Distancia mínima a un obstáculo lateral desde el borde de la calzada		m	0.8	0.8	0.8
Altura mínima de pasos peatonales subterráneos.		m	2.50	2.50	2.50
Entretangencia entre curvas de distinto sentido		m	110	80	80
Entretangencia entre curvas del mismo sentido.		m	220	170	140
Intersecciones no semaforizadas: radio mínimo en las esquinas		m	15	15	5
Intersecciones semaforizadas	Ancho en zona Peatonal	m	3.0 a 5.0 depende del flujo peatonal		
	Ancho en tramos en tangente	m	3.0 mínimo 4.0 máximo		
	Ancho de carril en tramos en curva	m	4.5 mínimo 6.0 máximo		

*Figura 26: Valores de Diseño Geométrico para cruce de carreteras por zonas urbanas, según el Manual de Carreteras.*

#### 4.4.5.10.4 Alineamiento horizontal

Se tomó en cuenta las características establecidas en el Compendio de Carreteras DG-2018, utilizando una velocidad máxima de 30 km/h.

#### 4.4.5.10.5 Alineamiento vertical

El alineamiento vertical se realizó al ras del terreno natural para no afectar las viviendas aledañas.

#### 4.4.5.10.6 Derecho de Vía

Para el derecho de vía para carreteras que transcurren zonas urbanas, se hará en función de las construcciones existentes.

#### 4.4.5.11 Diseño de pavimento

##### 4.4.5.11.1 Generalidades

Las características de pavimento flexible con carpeta asfáltica en caliente, ha sido elaborado en base a los estándares del Reglamento de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, en su Sección “Suelos y Pavimentos.

##### 4.4.5.11.2 Cifras del CBR mediante el estudio de suelos

A continuación, se detalla la ubicación de las calicatas, según las progresivas de donde se obtuvieron los CBRs:

*Cuadro 26: Ubicación de estudios de CBRs*

CALICATA	PROGRESIVA	CBR
C-01	km 000-000.00	8.43
C-02	km 000-001.00	9.62
C-03	Km 1.00-2.00	9.02

##### 4.4.5.11.3 Datos del análisis de tráfico

*Cuadro 27: Datos del estudio trafico*

ESAL	<b>3.71E+05</b>
CBR	<b>9.02%</b>
MR Subrasante (Psi)	12375.69908
TIPO DE TRAFICO TP	TP2
NUMERO DE ETAPAS	<b>1</b>
NIVEL DE CONFIABILIDAD R (%)	75%
Coficiente Estadístico De Desviación Estándar Normal (ZR)	-0.67448975
Desviación Estándar Combinada (So)	<b>0.45</b>
Serviciabilidad Inicial (Pi)	3.8
Serviciabilidad Final o Terminal (PT)	2
Variación de Serviabilidad ( $\Delta$ PSI)	1.8

#### 4.4.5.11.4 Espesor de pavimento y base.

Según el inventario de Estructuras de Pavimento Flexibles que cuentan con carpeta asfáltica en caliente para un periodo de 20 años, se obtuvo lo siguiente:

#### CATALOGO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE PERIODO DE DISEÑO 20 AÑOS

EE		Tp0	Tp1	Tp2	Tp3	Tp4	Tp5	Tp6	Tp7
		75,001-150,000	150,001-300,000	300,001-500,000	500,001-750,000	750,001-1'000,000	1'000,001-1'500,000	1'500,001-3'000,000	3'000,001-5'000,000
CBR%	$M^{\text{e}} = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$								
CBR	< 8,040psi (55.4MPa)								
CBR	> 6% > 8,040psi (55.4MPa)								
CBR	< 10% < 11,150psi (76.9MPa)								
CBR	> 10% > 11,150psi (76.9MPa)								
CBR	< 20% < 17,380psi (119.8MPa)								

Figura N° 12.8

Carpeta Asfáltica en Caliente (CAC)  
 Base Granular  
 Sub-base Granular

Figura 27: Lista de Estructuras de Pavimento Flexible con Carpeta Asfáltica en Caliente, (periodo de diseño 20 años).

<p>&gt; 6% CBR &lt; 10%</p>	<p>&gt; 8,040psi (55.4MPa)</p> <p>&lt; 11,150psi (76.9MPa)</p>	<p>5cm</p> <p>25cm</p>
-------------------------------------	--	------------------------

Figura 28: Espesores de diseño

#### 4.4.5.12 Señalización

##### 4.4.5.12.1 Generalidades

Se usaron las señalizaciones reglamentarias, preventivas e informáticas con el fin de normar la circulación del tráfico de manera segura y ordenada

##### 4.4.5.12.2 Requisitos

Las señalizaciones deben cumplir ciertos requisitos:

Los requisitos para emplear las señalizaciones precisas como: deben ser de buen impacto visual, debe ser claro y preciso y debe estar bien ubicado, debe imponer respeto y ser uniforme y sobre todo debe regular de manera correcta el tránsito vehicular.

##### 4.4.5.12.3 Señales verticales

La señalización vertical son estructuras instaladas en la carretera a través de estructuras.

Para nuestra carretera se usaron tres tipos de señalizaciones verticales:

##### - Señales Reglamentarias:

Sirven para advertir a los usuarios que les permite tomar precauciones en la existencia y naturales de situaciones imprevistas temporales o permanente o de riesgos o. Usualmente en forma cuadrada formando un rombo de color amarillo en el fondo y negro en las franjas, su colocación se hará en estructuras metálicas

##### - Señales Preventivas

Sirven para advertir a los usuarios que les permite tomar precauciones sobre la existencia y naturales de situaciones imprevistas temporales o permanente riesgos. Usualmente en forma cuadrada formando un rombo amarillo en el fondo y negro en las franjas, su colocación se hará en postes de concreto.

- Señales Informativas

Sirven para dar a conocer a los conductores o peatones, de los principales sitios notables, existentes en su área de influencia y a lo largo de la vía. Usualmente de forma rectangular, generalmente de fondo verde.

SEÑALES VERTICALES						
Numero Ordinal	Progresiva	IDA	Descripción	Regreso	Descripción	TIPO DE SEÑAL
Nº - 1	0+00	R-30	SEÑAL VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA			REGLAMENTARIA
Nº - 2	1+340	P-1A	SEÑAL CURVA FRONUNCIADA A LA DERECHA			PREVENTIVA
Nº - 3	1+340			R-1B	SEÑAL CURVA FRONUNCIADA A LA IZQUIERDA	PREVENTIVA
Nº - 4	1+350	R-40	SEÑAL VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA			REGLAMENTARIA
Nº - 5	1+350			R-30	SEÑAL VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA	REGLAMENTARIA
Nº - 6	1+360			P-56	ZONA URBANA	PREVENTIVA
Nº - 7	1+630	P-1B	SEÑAL CURVA FRONUNCIADA A LA IZQUIERDA			PREVENTIVA
Nº - 8	1+665			R-1A	SEÑAL CURVA FRONUNCIADA A LA DERECHA	PREVENTIVA
Nº - 9	2+010	P-1B	SEÑAL CURVA FRONUNCIADA A LA IZQUIERDA			PREVENTIVA
Nº - 10	2+085			R-1B	SEÑAL CURVA FRONUNCIADA A LA IZQUIERDA	PREVENTIVA
Nº - 11	2+370	P-1A	SEÑAL CURVA FRONUNCIADA A LA DERECHA			PREVENTIVA
Nº - 12	2+400			R-1B	SEÑAL CURVA FRONUNCIADA A LA IZQUIERDA	PREVENTIVA
Nº - 13	2+730	P-2B	SEÑAL CURVA A LA IZQUIERDA			PREVENTIVA
Nº - 14	2+875			P-2A	SEÑAL CURVA A LA DERECHA	PREVENTIVA
Nº - 15	2+940	P-2A	SEÑAL CURVA A LA DERECHA			PREVENTIVA
Nº - 16	3+085			R-2B	SEÑAL CURVA A LA IZQUIERDA	PREVENTIVA
Nº - 17	3+380	P-2B	SEÑAL CURVA A LA IZQUIERDA			PREVENTIVA
Nº - 18	3+510			P-2A	SEÑAL CURVA A LA DERECHA	PREVENTIVA
Nº - 19	3+530	P-2A	SEÑAL CURVA A LA DERECHA			PREVENTIVA
Nº - 20	3+735			R-2B	SEÑAL CURVA A LA IZQUIERDA	PREVENTIVA
Nº - 21	3+885	P-2B	SEÑAL CURVA A LA IZQUIERDA			PREVENTIVA
Nº - 22	4+060			P-2A	SEÑAL CURVA A LA DERECHA	PREVENTIVA
Nº - 23	4+180	P-56	ZONA URBANA			PREVENTIVA
Nº - 24	4+200	R-30	SEÑAL VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA			REGLAMENTARIA
Nº - 25	4+200			R-40	SEÑAL VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA	REGLAMENTARIA
Nº - 26	4+747			R-30	SEÑAL VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA	REGLAMENTARIA

#### 4.4.5.12.4 Señales Horizontales

Son las señales o marcas en el pavimento que tienen como objeto informar el tránsito vehicular, mediante figuras.

Para nuestra vía se utilizó las siguientes señales horizontales:

- Marcas Planas: Se usa para delimitar carriles y calzadas, en nuestra carretera se usó: Línea al margen de la calzada o superficie de rodadura y Línea centrada.

(Continúa) Figura 3.3 Ejemplos de línea de borde de calzada o superficie de rodadura

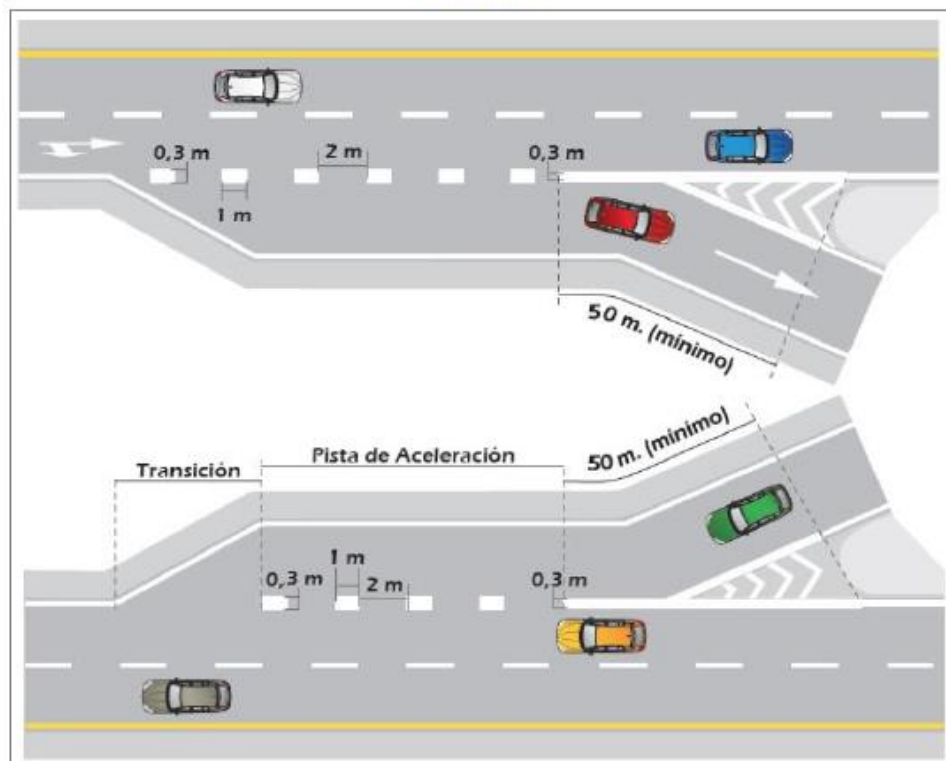


Figura 29: Ejemplo de línea de orilla de calzada.

Figura 3.6 Ejemplos de línea central discontinua o segmentada de color amarillo

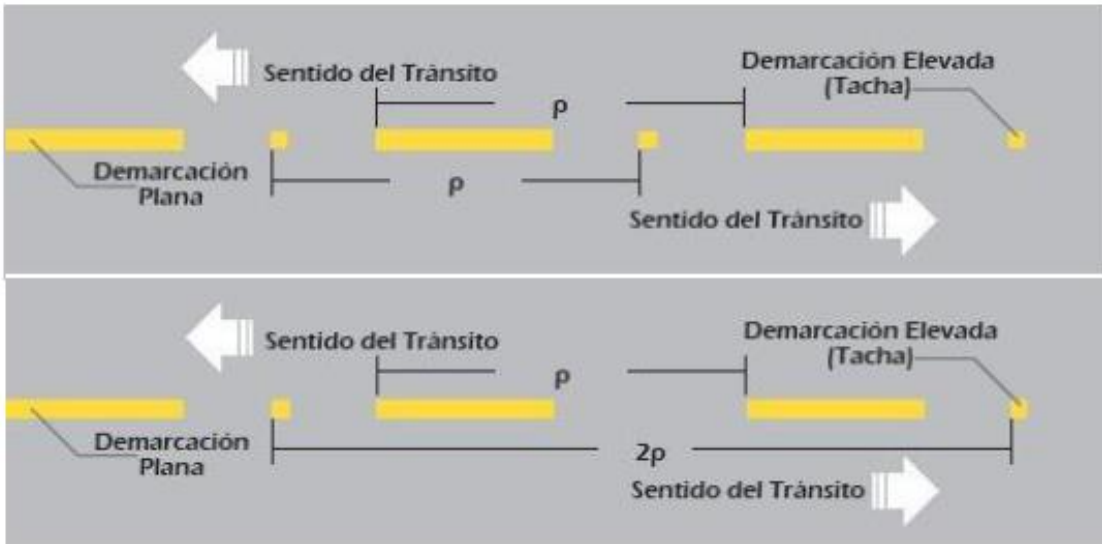


Figura 30: Ejemplo de Línea Central Discontinua

- Marcas Elevadas: Tienen como función complementar las marcas planas, entre las marcas elevadas tenemos:

Delineadores del Piso: Marcados retrorreflectivos u “ojo de gato”; cuentan con material retrorreflectivo que sirven para delimitar el borde o centro de la carretera.

Figura 3.54 Ejemplo de Tacha retrorreflectiva u “ojo de gato”

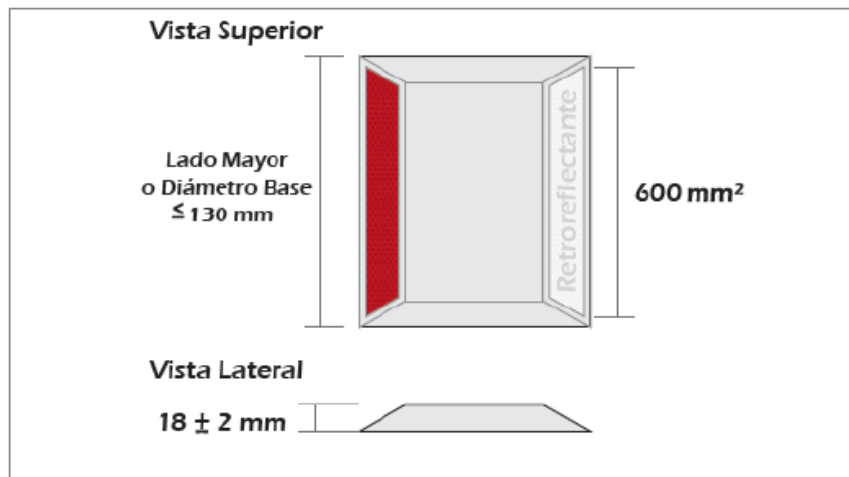


Figura 31: Ejemplo de Tacha Retrorreflectiva

Delineadores Elevados: También conocidos como Hitos, se colocan al borde longitudinal de la vía.



Figura 3.58 Ejemplo de tipos de sección de postes delineadores



Figura 32: Ejemplo de Hitos

#### 4.4.5.12.5 Implementos de Seguridad Vial

Son dispositivos ubicados a lo largo de la carretera con el fin de reducir los índices de accidentes viales, teniendo en cuenta el bosquejo geométrico, el diseño de señalización y pavimentos.

Entre los elementos de seguridad en carretera a usar en nuestra carretera tenemos: las señales guardavías

## V. DISCUSIÓN

Respecto al levantamiento topográfico, fue desarrollado en dos etapas:

La primera, cuando se realizaron la primera visita técnica en la cual se utilizó las herramientas convencionales (un GPS navegador, un teodolito y un nivel de ingeniero) y fue realizado por la autora más ayudantes. Este estudio nos dio un área de trabajo reducida ya que solo se trabajó sobre la trocha existente.

La segunda, se realizó un levantamiento Planimétrico utilizando como referencia el Google Earth para generar las curvas de nivel y tener un área mayor de estudio y con la cual se determinó la orografía del terreno y radios de curva mayores, esto considerando las características estipulados en MCG 2018. La primera etapa de Levantamiento topográfico sirvió básicamente para la topografía en el área urbana de los caseríos de Mollepata y Mollebamba, la segunda etapa, para el levantamiento del área rural que une los dos caseríos.

La investigación detallada de mecánica de suelos fue desarrollada extrayendo 5 muestras de calicatas diferentes una por kilómetro, como indica MCG 2018, realizando diferentes pruebas en las instalaciones de la UCV.

Respecto al estudio Hidrológico, se desarrolló en base un análisis tiempo historia de las precipitaciones en superficie de estudio, la estación MOLLEPATA nos proporcionó los datos históricos en un periodo de 20 años a través de la página web del SENAMHI; donde descubrimos que el año 1999 fue el que tuvo las máximas avenidas y fueron los datos de esa fecha los que se usaron para modelar un análisis hidrológico de las precipitaciones en las cuencas que afectan la carretera en diseño, y poder así diseñar las obras complementarias como son las alcantarillas.

El Diseño Geométrico para la zona urbana y rural, se realizó teniendo en cuenta la Guía de Diseño Geométrico 2018 del MTC, del cual se obtuvieron las condiciones en que se diseñan este tipo de carreteras, para la zona rural, se obtuvo una velocidad máxima y una velocidad de diseño de 40 Km/h por ser una vía de tercera clase y un terreno ondulado (tipo 2), con un vehículo de diseño C2R1 (Remolque Simple un

ancho de calzada mínimo de 6.6 m, derecho de vía de 16, Bermas de 0.9 m, bombeo de 3.5%, un talud de relleno de 1:1, talud de corte 1:1, contando con cuneta triangulares de 0.30 m x 0.15 m. Los radios de curvas circulares son mínimos de 50 m y máximo de 70 m. Se obtuvo una pendiente máxima de 9.86 % y mínima de 1.59 %, un peralte máximo de 8%. Para la zona urbana, se usó una velocidad de diseño y Velocidad Máxima de 30 Km/h por ser carretera de tercera clase y un terreno ondulado (tipo 2), con un vehículo de diseño C2R1 (Remolque Simple un ancho de calzada mínimo de 6.6 m, Bermas de 0.9 m, bombeo de 3.5%, un talud de relleno de 1:1, talud de corte 1:1, contando con cuneta triangulares de 0.30 m x 0.15 m. Los radios de curvas circulares son mínimos de 50 m y máximo de 70 m. Se tiene una pendiente máxima de 21.64 % y mínima de 0.51 %, un peralte máximo de 8%. Según los Ingenieros: Alva Saavedra y Barreto Otiniano es común encontrar pendientes por encima de 11%, ya que es natural de la característica del terreno de la zona.

## VI. CONCLUSIONES

- Mediante el estudio topográfico se determinó que el terreno de la superficie en estudio es ondulado, así como también se definió la longitud y trazo de las secciones de la vía y la trocha carrozable existente, obteniendo una pendiente mínima de 0.51% y máxima de 21.64 %. Se consideraron la normatividad establecida por el - Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MPT).
- El estudio de Mecánica de suelos se obtuvo las características mecánicas físico de los suelos hallándose principalmente un suelo Limo arcilloso, después se encontró el CBR promedio de diseño al 95% de la subrasante es de 9.02 %, concluyendo así que es regular.
- El estudio hidrológico se hizo tomando en cuenta los datos obtenidos el lapso de 20 años en la estación Meteorológica de MOLLEPATA, en la que se identificó que la precipitación máxima en 24horas es de 17.75mm y diámetro de alcantarillas de 24 pulgadas.
- En el Diseño Geométrico para la zona rural, se obtuvo una velocidad de diseño y Velocidad Máxima de 40 Km/h por ser carretera de tercera clase y una superficie ondulado (tipo 2), con un vehículo de diseño C2R1 (Remolque Simple un ancho de calzada mínimo de 6.6 m, derecho de vía de 16, Bermas de 0.9 m, bombeo de 3.5%, un talud de relleno de 1:1, talud de corte 1:1, contando con cuneta triangulares de 0.30 m x 0.15 m. Los radios de curvas circulares son mínimos de 50 m y máximo de 70 m. Se determinó una pendiente máxima de 9.86 % y mínima de 1.59 %, un peralte máximo de 8%
- En el Diseño Geométrico para la zona urbana, se obtuvo una velocidad de bosquejo y Velocidad Máxima de 30 Km/h por ser carretera de tercera clase y una superficie ondulado (Tipo 2), con un vehículo de diseño C2R1 (Remolque Simple un ancho de vía mínimo de 6.6 m, Bermas de 0.9 m,

bombeo de 3.5%, un talud de relleno de 1:1, talud de corte 1:1, contando con cuneta triangulares de 0.30 m x 0.15 m. Los radios de curvas circulares son mínimos de 50 m y máximo de 70 m. Se tiene una pendiente límite de 21.64 % y mínima de 0.51 %, un peralte máximo de 8%.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que la ejecución de este proyecto se realice en épocas donde no sea temporada de lluvia intensa para que se puede trabajar de una manera más óptima.
- Señalizar correctamente tal y como se indica, ya que es una zona de precipicios.

## REFERENCIAS

ALVA, Alexander y CHAFLOQUE, Liza, “Diseño de la Carretera pampas de chepate – las tunas – tillapu, distrito de cascás – provincia de gran chimú, región la libertad” Julio, 2015

RUBIO, Jhonson, “Mejoramiento del servicio de transpirabilidad vehicular y peatonal en el centro poblado la victoria, distrito sartimbamba - Sanchez Carrion, La Libertad” 2016

ALVARADO PERALTA, Wilder Eduardo y MARTINES CARDENAS “Propuesta para la actualización del diseño geométrico de la carretera chancos-vicos-wiash según criterios de seguridad y economía” 2017

RISCO GUTIERREZ, Pedro, “Diseño de la carretera para unir el distrito de Llama con el caserío San Antonio distrito de Llama Provincia de Chota, Cajamarca” 2019

ABDAD VELA, Cesar y RODRIGUES TOVALINO, Oscar, “Diseño para el mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado entre las localidades de las manzanas y quillumpampa distrito de Angasmarca Provincia de Santiago de Chuco, La Libertad” 2015

ZAMUDIO LOREDO, Isabel “Diseño del mejoramiento de la carretera a nivel de pavimento flexible tramo Parubamba - Shitabamba, Distrito y Provincia de Cajabamba-Cajamarca” 2018

SANCHEZ “Diseño para el mejoramiento de la carretera la calera villa san isidro Pacasmayo, La Libertad” 2016

CHOCTALIN TUESTA y GUEVARA TRUJILLO “Diseño de la carretera San Bartolo, Maraypata, Agua Santa Distrito de Santo Tomas, Provincia de Luya, Amazonas” 2017

PAJERES ABANTO y REBZA IPINCE “Diseño a nivel de afirmado de la carretera en el tramo en los caseríos Zapotal-Moyobamba, Marmot, Gran Chimú, La Libertad”

MAMANI APAZA y CHURA DELGADO “Diseño de intercambio vial a desnivel en las intersecciones de la carretera panamericana sur y la avenida el estudiante de la ciudad de Puno” 2016

DELZO CUYABAMBA “Propuesta de diseño Geométrico y Señalización del tramo 5 de la Red vial empalme ruta AN-11 Tingo Chico, Provincias de Huamalies y dos de mayo, departamento de Huánuco” 2018

YANCE CONDOR “Diseño Geométrico de Trochas carrozables”

MINISTERIO de transportes y comunicaciones, “Manual de Carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos”, 2014

MINISTERIO de transportes y comunicaciones “Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG”, 2014

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. “Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje”, 2016

ZAMMARIPA MEDINA, Manuel “Apuntes de Topografía” 2016

RINCON VILLALBA, VARGAS VARGAS y GONZALES VERGARA “Topografía Concepto y aplicaciones” 2017

SANDOVAL y Valdiviezo . “Proyecto profesional de diseño para el mejoramiento de la carretera Mache – Francisco Bolognesi a nivel de afirmado del distrito de Mache, provincia de Otuzco, departamento de la Libertad”, 2015

DUQUE ESCOBAR “Geomecánica” 2016

VILLALAZ “Mecanice de Suelos y Cimentaciones” 2016

VIAÑA FERNANDEZ “Costos y Presupuestos” 2017

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras “Diseño Geométrico (DG -2014)”. Lima – Perú, 2014.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras “Suelos, Geotecnia y Pavimentos”. Lima – Perú, 2013.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Lima-Perú, 2014.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Reglamento Nacional de Vehículos. Lima-Perú, 2003.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Dispositivos de Control del Tránsito automotor para Calles y Carreteras. Lima-Perú, 2000.



## ANEXOS



Fotografía: Entrada al caserío La Yeguada



Fotografía: tramo entre La Yeguada y Mollepata



Fotografías: Levantamiento topográfico usando estación total