



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO DE TESIS**

“DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VECINAL  
TRAMO: CHULITE – RAYAMBARA – LA SOLEDAD, DISTRITOS DE  
QUIRUVILCA Y SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA DE SANTIAGO  
DE CHUCO – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD”

**AUTOR**

ESQUIVEL JURADO, Karen Vanessa

**ASESOR**

ING. SALAZAR ALCALDE, Roberto

**LINEA DE INVESTIGACION**

Diseño de Infraestructura Vial

**TRUJILLO – PERU**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**TESIS:** “DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VECINAL  
TRAMO: CHULITE – RAYAMBARA – LA SOLEDAD, DISTRITOS DE  
QUIRUVILCA Y SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA DE SANTIAGO DE  
CHUCO – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD”

**JURADO:**

-----  
Ing. Rojas Salazar, Hilbe

**PRESIDENTE**

-----  
Ing. Ramírez Muñoz, Carlos Javier

**SECRETARIO**

-----  
Ing. Salazar Alcalde, Roberto

**VOCAL**

## DEDICATORIA

*Es mi deseo como sencillo gesto de agradecimiento dedicarle la presente Tesis a **Dios**, por darme la vida, la salud y múltiples bendiciones en cada paso que eh dado en el transcurso de mi vida.*

*A mi **madre** con todo mi amor y cariño, quien ha sido un pilar fundamental en mi formación como profesional, por brindarme la confianza, consejos, oportunidades y recursos necesarios para poder lograrlo.*

*A mi **hermano, abuelos y tíos**, por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera Universitaria para poder hacer de mí una mejor persona. A todos ellos con mucho cariño.*

## AGRADECIMIENTO

*Expreso mi agradecimiento:*

*A mi casa de estudios, la **Universidad Privada Cesar Vallejo**, por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas para poder estudiar mi carrera profesional.*

*A los diferentes asesores de tesis, por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento, así como también haberme tenido paciencia para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis. Así mismo inculcarme los conocimientos y valores, para lograr ser una profesional con valores Éticos y Morales.*

*A mi Familia, por todo el apoyo brindado, porque creyeron en mí y en mis expectativas, gracias a ellos hoy puedo ver mi meta alcanzada, ya que siempre fueron incondicionales en los momentos más difíciles de la carrera, gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.*

*Y para finalizar, gracias a mis amigos y a todas las personas que me apoyaron y creyeron en la realización de esta Tesis.*

## **RESUMEN**

*La tesis ha sido desarrollada con el fin de realizar el “Diseño para el Mejoramiento de la Carretera Vecinal Tramo: Chulite – Rayambara – La Soledad, Distritos de Quiruvilca y Santiago de Chuco, Provincia de Santiago de Chuco – Departamento La Libertad”, utilizando las diferentes normas establecidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, para de esta manera dar solución a las deficientes condiciones de transitabilidad vehicular que existe en la Zona del proyecto.*

*Para cumplir con el objetivo de esta investigación se ha realizado diferentes estudios correspondientes: Levantamiento Topográfico, el cual sirvió para representar topográficamente el terreno, el Estudio de Mecánica de suelos, para determinar propiedades físicas y mecánicas de los suelos, el Diseño Geométrico de la Carretera, el cual permitió realizar un trazo óptimo para el alineamiento horizontal y vertical de la carretera, el Estudio de Impacto Ambiental, que permitió determinar los principales impactos negativos y positivos sobre el medio ambiente que produce la ejecución de una obra, el Estudio Hidrológico, a través del cual se evalúan los parámetros meteorológicos y se determina la hidrología de la zona y por último el Análisis de Costos y Presupuestos que son cálculos en base a los metrados.*

*Así mismo cabe destacar que para el diseño Geométrico de la vía también se consideró una “Carpeta Asfáltica en Caliente e = 5 cm.*

*Todas las variables mencionadas se hicieron posible, aplicando conocimientos técnicos de ingeniería y siguiendo la normativa vigente establecida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones*

**Palabras Claves:** Mejoramiento de carretera, mecánica de suelos, topografía, impacto ambiental.

## **ABSTRACT**

*The present thesis was developed with the purpose of realizing the "Design for the Improvement of the Neighborhood Highway: Chulite - Rayambara - La Soledad, Quiruvilca and Santiago de Chuco Districts, Santiago de Chuco Province - La Libertad Department", using the Different rules established by the Ministry of Transport and Communications, in order to solve the poor conditions of vehicular traffic that exists in the Project Área.*

*In order to fulfill the objective of this project, the corresponding studies have been carried out, as well as: The Topographical Survey, which served to represent the terrain topographically, the study of soil mechanics, to determine physical and mechanical properties of soils, the Geometric Design of the Road, which allowed to make an optimal stroke for the horizontal and vertical alignment of the road, the Environmental Impact Study, which allowed to determine the main negative and positive impacts on the environment that produces the execution of a work, the Hydrological Study, through which the meteorological parameters are evaluated and the hydrology of the zone is determined And finally the Analysis of Costs and Budgets that are calculations based on the metrados.*

*It is also worth noting that for the Geometric design of the track was also considered a "Hot Asphalt Folder  $e = 5$  cm.*

*All the mentioned variables were made possible, applying technical engineering knowledge and following the current regulations established by the Ministry of Transport and Communications.*

**Key words:** Road improvement, soil mechanics, topography, ambient impact.

## **INTRODUCCIÓN**

*Ante la necesidad de los caseríos Chulite – Rayambara – La Soledad pertenecientes al Distrito de Quiruvilca y Santiago de Chuco, Provincia de Sánchez Carrión, Departamento La Libertad, de contar con una vía terrestre en buenas condiciones que permita el tránsito vehicular y facilite el transporte tanto de pasajeros, productos agrícolas y ganaderos, surge la preocupación y el interés de mejorar la carretera que une los centros poblados mencionados.*

*En la actualidad los pobladores de la zona invierten grandes cantidades de horas para movilizarse de una localidad a otra, siendo su principal medio de transportes motorizados esporádicos.*

*Es por esta razón, que a fin de revertir esta realidad, el autor asumen la tarea de materializar el presente proyecto “Diseño para el Mejoramiento de la Carretera Vecinal Tramo: Chulite – Rayambara – La Soledad, Distritos de Quiruvilca y Santiago de Chuco, Provincia de Santiago de Chuco – Departamento La Libertad”*

*En este contexto, se toma como base el Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” (DG-2014), teniendo en consideración que estas carreteras son de gran importancia en el desarrollo local, regional y nacional.*

## ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DEL JURADO.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	vii

### **CAPÍTULO I: MARCO METODOLÓGICO**

I. PLAN DE INVESTIGACIÓN.....	155
1.1 Realidad Problemática .....	155
1.2 Selección del Problema.....	166
1.3 Formulación del Problema.....	166
1.4 Teorías relacionadas al tema .....	17
1.5 Justificación del Estudio .....	19
1.6 Objetivos .....	200
1.6.1    Objetivo General.....	200
1.6.2    Objetivos Específicos.....	200
1.7 Marco Referencial Científico.....	21
1.7.1    Marco Teórico .....	21
1.7.2    Marco Conceptual .....	22
II. MÉTODOLOGIA .....	30
2.1 Tipo de Estudio .....	30
2.2 Diseño de Investigación .....	30
2.3 Hipótesis .....	30
2.4 Identificación de Variables.....	31
2.4.1 Variable .....	31
2.4.2 Definición Conceptual .....	31
2.4.3 Dimensiones de la variable.....	31
2.4.4 Operacionalización de Variables.....	33
2.5 Población, Muestra y Muestreo .....	34
2.6 Método de Investigación.....	34
2.7 Técnicas de Recolección de Datos.....	34

2.8 Procedimiento de Recolección de Datos .....	35
2.9 Método de Análisis de Datos .....	35
<b>III. ASPECTOS ÉTICOS .....</b>	<b>35</b>
3.1 Recursos Humanos .....	35
3.2 Equipos de Oficina .....	35
3.3 Equipos de Ingeniería.....	35
3.4 Materiales.....	35
3.5 Servicios.....	35
<b>CAPITULO II: ASPECTOS GENERALES</b>	
<b>2.1 ASPECTOS FÍSICOS TERRITORIALES .....</b>	<b>37</b>
2.1.1 Ubicación Geográfica y Política .....	37
2.1.2 Extensión y Límites .....	38
2.1.3 Accesibilidad .....	38
2.1.4 Climatología .....	39
2.1.5 Topografía.....	39
<b>2.2 ASPECTOS SOCIALES.....</b>	<b>39</b>
2.2.1 Población .....	39
2.2.2 Infraestructura y Servicios .....	39
<b>2.3 ASPECTOS ECONÓMICOS.....</b>	<b>40</b>
2.3.1 Agricultura .....	40
2.3.2 La Ganadería .....	40
2.3.3 El Comercio.....	40
<b>CAPITULO III: SITUACIÓN ACTUAL DE LA VIA</b>	
<b>3.1 Generalidades .....</b>	<b>42</b>
<b>3.3 Alcances del Inventario Vial Calificado.....</b>	<b>42</b>
<b>CAPÍTULO IV: ESTUDIO TOPOGRÁFICO</b>	
<b>4.1 Generalidades .....</b>	<b>46</b>
<b>4.2 Trabajos de campo .....</b>	<b>46</b>
4.2.1 Reconocimiento de Terreno .....	46
4.2.2 Levantamiento Topográfico .....	46
4.2.3 Equipos utilizados .....	49
4.2.4 Control del Levantamiento Topográfico .....	50
4.2.5 Trabajo de Gabinete.....	50
<b>CAPÍTULO V: ESTUDIO DE SUELOS Y CANTERA</b>	
<b>5.1 Generalidades .....</b>	<b>53</b>
5.1.1 Ubicación de las calicatas .....	53
5.1.2 Ensayos de Laboratorio.....	53

5.1.2.1	Determinación del Número de Calicatas y Ubicación .....	53
5.1.2.2	Tipos de Ensayo a Ejecutar.....	54
5.1.2.3	Descripción de las Calicatas .....	55
5.1.2.4	Resumen de Calicatas .....	56
5.1.3.5	Conclusión.....	58
5.2	Estudio de Cantera .....	58
5.2.1	Generalidades .....	58
5.2.2	Identificación de Cantera.....	58
5.2.3	Tipos de Ensayos a Ejecutar .....	59
5.2.4	Investigaciones de Laboratorio .....	59
5.2.5	Conclusión .....	60
<b>CAPÍTULO VI: ESTUDIO HIDROLÓGICO - OBRAS DE ARTE</b>		
6.1	Generalidades .....	62
6.2	Diagnostico de la Problemática.....	62
6.3	Drenaje Superficial.....	62
6.4	Hidrología y cálculos hidráulicos .....	64
6.4.1	Precipitaciones .....	64
6.4.2	Caudal de diseño .....	65
6.5	Diseño de Obras de Arte.....	68
6.5.1	Velocidades máximas admisibles .....	68
6.5.2	Diseño de Cunetas .....	69
6.5.3	Calculo Hidráulico de Cunetas .....	69
6.5.4	Número de Alcantarillas de Alivio .....	72
6.5.5	Calculo Hidráulico de Aliviaderos .....	75
6.5.6	Número de Alcantarillas de paso.....	76
6.5.7	Cálculo de Alcantarillas de paso.....	76
<b>CAPÍTULO VII: DISEÑO GEOMÉTRICO</b>		
7.1	Clasificación de la carretera.....	80
7.1.1	Clasificación por Demanda.....	80
7.1.2	Clasificación por Orografía .....	80
7.2	Criterios y controles basicos para el diseño geométrico.....	80
7.2.1	Clasificación general de los proyectos viales.....	80
7.2.2	Características del Tránsito .....	81
7.2.3	Velocidad de Diseño o Velocidad Directriz .....	82
7.2.4	Distancia de Visibilidad.....	83
7.3	Diseño Geométrico en Planta, Perfil y Sección Transversal.....	86
7.3.1	Diseño Geométrico en Planta.....	86

7.3.1.1 Generalidades.....	86
7.3.1.2 Consideraciones de diseño .....	86
7.3.1.3 Tramos en tangente.....	87
7.3.1.4 Curvas Horizontales o Circulares .....	88
7.3.1.5 Curvas de Transición.....	90
7.3.1.6 Curvas de Vuelta.....	91
7.3.1.7 Transición de peralte .....	92
7.3.1.8 Sobreancho.....	94
7.4 Diseño Geométrico en Perfil .....	95
7.4.1 Generalidades.....	95
7.4.2 Consideraciones de diseño .....	95
7.4.3 Pendiente.....	95
7.4.3.1 Pendiente mínima .....	95
7.4.3.2 Pendiente máxima .....	95
7.4.4 Curvas Verticales .....	96
7.4.4.1 Generalidades .....	96
7.4.4.2 Tipos de curvas verticales .....	96
7.4.4.3 Longitud de las curvas convexas .....	100
7.4.4.4 Longitud de las curvas cóncavas.....	101
7.5.5 Cálculo de la Poligonal .....	101
7.6.6 Diseño geométrico de la sección transversal.....	107
7.6.6.1 Generalidades.....	107
7.6.6.2 Elementos de la sección transversal.....	107
7.7 Derecho de Vía o faja de dominio .....	113
7.8 Cuadro resumen de Consideraciones Geométricas .....	114
<b>CAPÍTULO VIII: DISEÑO DE PAVIMENTO</b>	
8.1 Generalidades .....	117
8.2 Definición.....	117
8.3 Elección del Tipo de Pavimento.....	117
8.3.1 Pavimento Flexible .....	117
8.4 Diseño de Pavimento flexible.....	118
8.4.1 Parámetros de Diseño.....	118
8.4.2 Selección de los Espesores de Capa .....	126
<b>CAPÍTULO IX: SEÑALIZACIÓN</b>	
9.1 Generalidades .....	132
9.2 Señalización del Tráfico.....	132

9.3. Señales Verticales .....	133
9.3.1. Señales Regulatoras.....	133
9.3.2 Señales Preventivas .....	134
9.3.3 Señales Informativas .....	139
9.3.4 Hitos kilométricos.....	140
9.3.5 Señalización en el proyecto .....	140
<b>CAPÍTULO X: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	
10.1 Generalidades .....	143
10.2 Diagnóstico Situacional.....	143
10.3 Objetivos.....	144
10.4 Marco Legal .....	145
10.5 Caracterización del área de Influencia del proyecto .....	146
10.6 Componentes Ambientales que podrían sufrir Impactos .....	146
10.6 Fuentes de Impacto Ambiental.....	146
10.7 Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales Potenciales .....	148
10.7.1 Metodología.....	148
10.7.2 Impactos Ambientales Potenciales .....	149
10.7.3 Plan de Manejo Ambiental.....	156
10.7.4 Plan de Contingencia .....	161
10.7.5 Plan de abandono y restauración final.....	164
10.7.6 Resumen de los impactos positivos y Negativos .....	165
10.8 Conclusiones y Recomendaciones .....	167
<b>CAPÍTULO XI: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
11.1.1 Especificaciones Técnicas.....	16969
<b>CAPÍTULO XII: COSTOS Y PRESUPUESTOS</b>	
11.1. Costos y Presupuestos.....	229
<b>CAPÍTULO XIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
13.1. Conclusiones .....	240
13.1. Recomendaciones .....	241
<b>CAPÍTULO XIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	
14.1. Bibliografía.....	244
<b>CAPÍTULO XV: ANEXOS</b>	
15.1 Anexos.....	246

## ÍNDICE DE PLANOS

01 PLANO DE UBICACIÓN .....	U - 01
02 PLANO CLAVE .....	PC - 01
03 PLANO PLANTA Y PERFIL .....	PP - 01
04 PLANO PLANTA Y PERFIL .....	PP - 02
05 PLANO PLANTA Y PERFIL .....	PP - 03
06 PLANO PLANTA Y PERFIL .....	PP - 04
07 PLANO PLANTA Y PERFIL .....	PP - 05
08 PLANO PLANTA Y PERFIL .....	PP - 06
09 PLANO PLANTA Y PERFIL .....	PP - 07
11 PLANO SECCIONES TÍPICAS .....	ST - 01
12 PLANO SECCIONES TRANSVERSALES .....	ST - 02
13 PLANO SECCIONES TRANSVERSALES .....	ST - 03
14 PLANO SECCIONES TRANSVERSALES .....	ST - 04
15 PLANO SECCIONES TRANSVERSALES .....	ST - 05
16 PLANO SECCIONES TRANSVERSALES .....	ST - 06
17 PLANO SECCIONES TRANSVERSALES .....	ST - 07
18 PLANO SECCIONES TRANSVERSALES .....	ST - 08
20 PLANO HIDROLÓGICO .....	PH - 01
21 PLANO ALCANTARILLA TMC DE 24" .....	AA - 01
22 PLANO ALCANTARILLA TMC 32" .....	AP - 01
21 PLANO DE SEÑALIZACIÓN.....	PS - 01

---

**CAPITULO- I**  
MARCO METODOLÓGICO

---

## **I. PLAN DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Realidad Problemática**

Los caseríos de Chulite – Rayambara – La Soledad ubicados en los Distritos de Quiruvilca y Santiago de Chuco, Provincia de Santiago de Chuco, con una longitud total de vía de Km (07 + 850m) y un recorrido de aproximadamente 1h, durante la visita técnica, se pudo constatar que la infraestructura de la carretera existente se encuentra en mal estado, con presencia de huecos, piedras, lodo, pendientes muy pronunciadas, etc. Generando gran dificultad para el transporte de personas y traslado de sus diferentes productos agropecuarios (papa, cebada, habas, arvejas, Quinua, trigo) y ganaderos (vacas, carneros, cerdos) los cuales son las principales actividades económicas que se practican en la zona.

Así mismo, las fuertes precipitaciones pluviales en tiempos de invierno vuelven a la vía intransitable, pues no existe lo suficientes sistemas de drenaje y alcantarillado por donde se pueda evacuar estas aguas, generando derrumbes y formándose en la trocha grandes charcos de agua, dicha trocha cuenta con un solo carril y un ancho de vía que varía entre 3.5m y 4m, siendo otro de los problemas que hacen el camino riesgoso, y obligan a centenares de vecinos integrantes de estos caseríos, realizar largos recorridos llevando sus productos a través de sus bestias de carga, hacia los diferentes mercados a fin de poder comercializarlos.

Por otro lado la vía que conecta los caseríos mencionados anteriormente, fue construida hace 10 años por la municipalidad provincial de Santiago de Chuco, junto a los pobladores de la zona y no cuenta con señalización, lo cual hace que la transitabilidad de los vehículos sea dificultosa y genere accidentes.

El mejoramiento de la carretera vecinal Tramo: Chulite – Rayambara – La Soledad, constituye una necesidad prioritaria para la población, para así poder trasladar sus productos a los principales mercados de La Región por una vía en excelentes condiciones, que preste las garantías necesarias.

Por ello, como investigador he tomado la decisión de elaborar este proyecto de investigación: “Diseño para el Mejoramiento de la Carretera Vecina Tramo: Chulite – Rayambara – La Soledad, Distritos de Quiruvilca y Santiago de Chuco,

Provincia de Santiago de Chuco – Departamento La Libertad”. Con la finalidad de dar solución a los problemas que vienen sufriendo los pobladores durante muchos años y de esta manera contribuir a la mejora de la calidad de vida y al desarrollo económico de la población.

## **1.2 Selección del Problema**

El mal estado de la carretera en estudio, dificulta la transitabilidad de los pobladores, por ello se ha determinado realizar el proyecto de mejoramiento del camino vecinal Chulite – Rayambara – La Soledad, debido a la necesidad que poseen los habitantes de dichos caseríos, para poder transportar sus productos agropecuarios (papa, cebada, habas, arvejas, Quinoa, trigo) y ganaderos (vacas, carneros, cerdos), así como también poder trasladarse de forma segura y en menor tiempo a sus diferentes destinos tales como: Centros educativos, centros de salud, trabajo entre otros.

## **1.3 Formulación del Problema**

¿Qué Características Técnicas deberá tener el estudio del “Diseño para el Mejoramiento de la Carretera Vecinal Tramo: Chulite – Rayambara – La Soledad, Distritos de Quiruvilca y Santiago de Chuco, Provincia de Santiago de Chuco – Departamento La Libertad?”

#### 1.4 Teorías relacionadas al tema

Para la realización de este proyecto de investigación, se está tomando en cuenta información sobre estudios similares ejecutados en diferentes lugares de la provincia, donde se muestran las experiencias de la aplicación de diferentes métodos sobre carreteras mejoradas.

- ✚ Lázaro Bazán, Ruth P. & Liñán Ponte, Oscar E.(2014) “DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DE LA CARRETERA ANGASMARCA – LAS MANZANAS – COLPA SECA.DISTRITO DE ANGASMARCA – PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO – REGION LA LIBERTAD”. En la presente tesis se tomaron en cuenta diferentes estudios y criterios básicos para el diseño de una Vía, los cuales se van a desarrollar en el Distrito de Angasmarca, Provincia de Santiago de Chuco, Departamento de la Libertad.

El trabajo se inicia con la recopilación de información referida a la zona, reconocimiento del terreno, levantamiento topográfico, trabajo en gabinete utilizando software de diseño de carreteras los cuales arrojaron una longitud de 12 km, se realizó también el estudio de tráfico en la zona, realización de 12 calicatas encontrándose en su mayoría un suelo arcilloso-limoso con CBR menor al 3%,diseño geométrico, estudio de impacto ambiental, estudio hidrológico y elaboración del presupuesto .Debido a que el suelo de la carretera trazada es malo se propuso hacer un mejoramiento de terreno a nivel de subrasante con material granular con un espesor de 25 cm y luego se procederá a colocar una capa de afirmado con espesor 15cm.

- ✚ García Alva, Freddy & Moreno Linares, Percy J. (2014) “**DISEÑO DE LA CARRETERA TRAMO ALTO PARAISO – EMPALME CHINCHINVARA, DISTRITO DE SANTIAGO DE CHUCO – PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO – LA LIBERTAD**”. En la presente tesis se expone el desarrollo de catorce capítulos que son: Marco Metodológico, Aspectos Generales, Estudio Topográfico, Estudio de Suelos, Diseño Geométrico, Hidrología y Obras de Arte, Diseño de Afirmado, Señalización, Impacto Ambiental, Especificaciones Técnicas, Metrados y Presupuesto, Conclusiones y Recomendaciones, Referencias Bibliográficas y Anexos, las cuales van a

servir para poder obtener un buen Diseño geométrico de la vía que cubran las necesidades de la población y contribuya a la mejora de la calidad de vida.

✚ Esquivel Nuñez, Segundo L. & Quiñones Cruz, James E. (2014). **“ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL AFIRMADO ENTRE LAS LOCALIDADES DE SURUVARA Y LA CUCHILLA, DISTRITO DE SANTIAGO DE CHUCO – PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO – LA LIBERTAD”**. La presente tesis consiste en el estudio definitivo de una vía de comunicación terrestre a nivel de afirmado uniendo las localidades de Suruvara y la Cuchilla, para el desarrollo del proyecto se llevó a cabo la topografía siguiendo los parámetros de diseño establecidos en el Manual de Carreteras carretera: Diseño geométrico del Ministerio de Transportes y Comunicaciones también el estudio de suelos ,diseño geométrico, impacto medio ambiental costos y presupuestos que permitirán solucionar los problemas y limitaciones que afrontan los pobladores de la zona y poder así mejorar su calidad de vida.

✚ Unidad Ejecutora de las Intervenciones Sociales de Minera Barrick Misquichilca S.A. **“AMPLIACION DE LA PLATAFORMA DE LA CARRETERA SHOREY – SANTIAGO DE CHUCO”**. Este proyecto tuvo por finalidad el mejoramiento de la transitabilidad y seguridad de la Carretera Shorey y Santiago de Chuco, mediante complementación de recursos para la ampliación de la plataforma de la vía de 4 a 6 metros y su posterior asfaltado en caliente, la obra ejecutada permitirá que la carretera no sufra daños por las precipitaciones de lluvia, con lo que se optimiza operatividad de la vía, puesto que dispone de áreas de drenaje situadas en el ámbito de la cuenca alta del río Moche, el ensanchamiento y señalización de la carretera permite una mayor seguridad vial, así como la prevención de accidentes de tránsito y la minimización de sus efectos. Eso también propicia el ordenamiento del flujo del transporte.

### **1.5 Justificación del Estudio**

En la actualidad los caseríos de Chulite, Rayambara y La Soledad, tienen la necesidad de mejorar la carretera vecinal debido a que se encuentra en mal estado, con la ejecución de este proyecto, se pretende dar solución al problema principal de los pobladores, que es la dificultad de tener una buena comunicación y transitabilidad vehicular, contribuyendo de esta manera a mejorar el traslado de sus productos agrícolas y ganaderos a los diferentes mercados para su posterior comercialización, así mismo se estará ayudando al desarrollo socioeconómico y cultural de la población en estudio.

En el ámbito educativo, la realización de este proyecto será muy beneficioso para el traslado de los maestros y alumnos a sus diferentes centros educativos, evitando así, largas caminatas las cuales generan que el estudiante se agote fácilmente y tengan un bajo rendimiento académico.

Por otro lado, la influencia de este proyecto en el ámbito de la Salud, tendrá mucha repercusión para muchas familias, debido a que en casos de emergencia puedan movilizarse en menos tiempo hasta el centro de salud ubicado en la Provincia Santiago de Chuco.

Un punto muy importante también que se logrará con este trabajo, es minimizar el desgaste de los vehículos, reducir el tiempo de viaje y evitar en un porcentaje mínimo la contaminación a través del polvo, hacia los pobladores de la zona.

De acuerdo a información brindada por la Municipalidad provincial de Santiago de Chuco, este proyecto beneficiara directamente a 575 habitantes, quienes harán uso de la carretera, para poder tener mejor accesibilidad y viajar de forma segura a sus diferentes destinos.

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 Objetivo General**

- Realizar el “Diseño para el Mejoramiento de la Carretera Vecinal Tramo: Chulite – Rayambara – La Soledad, Distritos de Quiruvilca y Santiago de Chuco, Provincia de Santiago de Chuco – Departamento La Libertad”.

### **1.6.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Realizar el Levantamiento Topográfico de la carretera en estudio.
- ✓ Realizar el Estudio de Mecánica de Suelos.
- ✓ Realizar el Estudio Hidrológico de la zona.
- ✓ Realizar el Diseño Geométrico de la vía.
- ✓ Realizar el Estudio de Impacto Ambiental.
- ✓ Elaborar los Costos y Presupuestos del proyecto.

## 1.7 Marco Referencial Científico

### 1.7.1 Marco Teórico

- ✚ MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2014). **“Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2014”**. Es un documento normativo que organiza y recopila las técnicas y procedimientos para el diseño vial, en función a su concepción y desarrollo, y acorde a determinados parámetros. Abarca la información necesaria y los diferentes procedimientos, para la elaboración del diseño geométrico de los proyectos, de acuerdo a su categoría y nivel de servicio, en concordancia con la demás normativas vigente sobre la gestión de la infraestructura vial.
  
- ✚ MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2013). **“Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje”**. Es un documento que resume lo más sustancial de la materia, que servirá de guía y procedimiento para el diseño de las obras de drenaje superficial y subterráneo de la infraestructura vial, adecuados al lugar de ubicación de cada proyecto.
  
- ✚ MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2013). **“Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”**. Tiene por finalidad de proporcionar a los Ingenieros, criterios homogéneos en materia de suelos y pavimentos que faciliten la aplicación en el diseño de las capas superiores y de la superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas y pavimentadas, dotándolas de estabilidad estructural para lograr su mejor desempeño posible en términos de eficiencia técnico – económica en beneficio de la sociedad en su conjunto.
  
- ✚ WALTER IBAÑEZ (2011). **“Manual de Costos y Presupuestos de Obras Viales”**. Este Manual tiene como objetivo sentar las bases para la elaboración del costo y presupuesto de la obra vial, es un manual que desarrolla la información más relevante sobre la elaboración de costos y presupuestos para la construcción de obras viales. Este libro está dividido en dos tomos, el primero contiene los conceptos elementales e

indispensables para el presupuesto, ya que trata temas como: estudios básicos, obras viales, elaboración de un expediente técnico, costos, entre otros.

✚ ALCÁNTARA GARCÍA, DANTE ALFREDO (2014). **“Topografía y sus Aplicaciones”**. Es un excelente texto con un enfoque accesible y práctico dirigido a estudiantes de ingeniería, arquitectura y carreras técnicas del área de la construcción, su contenido está dividido en 12 temas en los cuales se plantea al lector la teoría y los conceptos necesarios para el trabajo de campo topográfico. La obra inicia presentando una visión del mundo actual y una panorámica clara de lo que se requiere en el futuro en esta área dentro de una formación general en la que el dominio de la topografía y la geografía son fundamentales.

✚ CONESA FERNANDEZ, VICENTE (2010). **“Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental”**. El presente manual está estructurado en dos apartados. En él se define la tipología de los impactos y de las evaluaciones de impacto ambiental: Se relaciona la Normativa ambiental tanto a nivel del estado y en el apartado segundo, se propone y desarrolla una metodología, detallada para la ejecución de Evaluaciones de Impacto Ambiental.

### 1.7.2 Marco Conceptual

Los conceptos mostrados a continuación fueron extraídos de los siguientes libros:

- **Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2014**
- **Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje.**
- **Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos**

### Alcantarillas

Son aquellas estructuras cuya luz sea menor a 6.0 m y su función es evacuar el flujo superficial proveniente de cursos naturales o artificiales que interceptan la carretera. La densidad de alcantarillas en un proyecto vial influye directamente

en los costos de construcción y de mantenimiento, por ello, es muy importante tener en cuenta la adecuada elección de su ubicación, alineamiento y pendiente, a fin de garantizar el paso libre del flujo que intercepta la carretera, sin que afecte su estabilidad. **(Hidrología, Hidráulica y Drenaje, pág. 70)**

### **Badenes**

Las estructuras tipo badén son soluciones efectivas cuando el nivel de la rasante de la carretera coincide con el nivel de fondo del cauce del curso natural que intercepta su alineamiento, porque permite dejar pasar flujo de sólidos esporádicamente que se presentan con mayor intensidad durante períodos lluviosos y donde no ha sido posible la proyección de una alcantarilla o puente. **(Hidrología, Hidráulica y Drenaje, pág. 83)**

### **Bermas**

Franja longitudinal, paralela y adyacente a la calzada o superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencias. Cualquiera sea la superficie de acabado de la berma, en general debe mantener el mismo nivel e inclinación (bombeo o peralte) de la superficie de rodadura o calzada, y acorde a la evaluación técnica y económica del proyecto, está constituida por materiales similares a la capa de rodadura de la calzada. **( DG - 2014, pág. 210)**

### **Bombeo**

En tramos en tangente o en curvas en contraperalte, las calzadas deben tener una inclinación transversal mínima denominada bombeo, con la finalidad de evacuar las aguas superficiales. El bombeo depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona. **( DG - 2014, pág. 214)**

### **Calicatas**

Excavación superficial que se realiza en un terreno, con la finalidad de permitir la observación de los estratos del suelo a diferentes profundidades y eventualmente obtener muestras generalmente disturbadas. Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada, dentro de la faja que cubre el ancho de la calzada, a distancias aproximadamente iguales y a una profundidad de 1.5m. **(Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, pág. 30)**

### **Calzada o Superficie de rodadura**

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma. La calzada se divide en carriles, los que están destinados a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito. El número de carriles de cada calzada se fijará de acuerdo con las previsiones y composición del tráfico, acorde al IMDA de diseño, así como del nivel de servicio deseado. ( **DG - 2014, pág. 208**)

### **Capacidad de carreteras**

Se define como el número máximo de vehículos por unidad de tiempo, que pueden pasar por una sección de la vía, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito. Normalmente, se expresa como un volumen horario, cuyo valor no debe sobrepasarse a no ser que las condiciones prevalecientes cambien. ( **DG - 2014, pág. 128**)

### **Cunetas**

Son canales construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y subsuperficiales, procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes, a fin de proteger la estructura del pavimento. La sección transversal puede ser triangular, trapezoidal, rectangular o de otra geometría que se adapte mejor a la sección transversal de la vía y que prevea la seguridad vial; revestidas o sin revestir; abiertas o cerradas, de acuerdo a los requerimientos del proyecto; en zonas urbanas o dónde exista limitaciones de espacio, las cunetas cerradas pueden ser diseñadas formando parte de la berma.( **DG - 2014, pág. 228**)

### **Curvas de vuelta**

Se proyectan sobre una ladera en terrenos accidentados, con el propósito de obtener o alcanzar una cota mayor, sin sobrepasar las pendientes máximas y que no es posible lograr mediante trazados alternativos. ( **DG - 2014, pág. 165**)

### **Curvas horizontales circulares**

Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales. ( **DG - 2014, pág. 137**)

### **Curvas verticales**

Son aquellas curvas verticales parabólicas, cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor del 1%, para carreteras pavimentadas y del 2% para las demás. ( **DG - 2014, pág. 194**)

### **Derecho de vía o faja de dominio**

Teniendo como base, la definición de las características geométricas y categoría de la carretera a intervenir, se definirá la faja del terreno denominada “Derecho de Vía”, dentro del cual, se encontrará la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas para futuras obras de ensanche o mejoramiento y zona de seguridad, para las acciones de saneamiento físico legal correspondiente. ( **DG - 2014, pág. 26**)

### **Distancia de visibilidad**

Es la longitud continua hacia adelante de la carretera, que es visible al conductor del vehículo para poder ejecutar con seguridad las diversas maniobras a que se vea obligado o que decida efectuar. ( **DG - 2014, pág. 108**)

### **Distancia de visibilidad de cruce**

La distancia mínima de visibilidad de cruce considerada como segura, bajo ciertos supuestos sobre las condiciones físicas de la intersección y del comportamiento del conductor, está relacionada con la velocidad de los vehículos y las distancias recorridas durante el tiempo percepción - reacción y el correspondiente de frenado. ( **DG - 2014, pág. 117**)

### **Estudio de seguridad vial**

En el apartado de Seguridad vial se tratarán, según corresponda al tipo de proyecto y con el orden de relevancia que se estime conveniente, los aspectos relativos a los siguientes puntos: Distancias de visibilidad, parada y adelantamiento, señalización vertical: ubicación, tamaño, Visibilidad, nivel de reflexión, coherencia, uniformidad. etc. ( **DG - 2014, pág. 23**)□

### **Estudio de impacto ambiental**

Es aquel dirigido a identificar los cambios que se generan en el tránsito vehicular y peatonal existente, como consecuencia de la implementación de un proyecto o instalación dentro o fuera del Derecho de Vía de la carretera, y establecer la solución para mitigar los impactos que puedan producirse por su funcionamiento. ( **DG - 2014, pág. 9**)

### **Ensanche de plataforma**

Obra de modernización de una carretera que amplía su sección transversal, utilizando parte de la plataforma existente. ( **DG - 2014, pág. 25**)

### **Formula polinómica**

Acorde a la normatividad vigente sobre la materia, el expediente del estudio incluirá o no, la o las fórmulas polinómicas de reajuste automático de precios, correspondientes. ( **DG - 2014, pág. 321**)

### **Galibo**

En carreteras, se denomina Gálibo a la Altura Libre que existe entre la superficie de rodadura y la parte inferior de la superestructura de un puente carretero, ferroviario o peatonal. ( **DG - 2014, pág. 219**)

### **Índice medio diario anual**

Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía. Su conocimiento da una idea cuantitativa de la importancia de la vía en la sección considerada y permite realizar los cálculos de factibilidad económica. Los valores de IMDA para tramos específicos de carretera, proporcionan al proyectista, la información necesaria para determinar las características de diseño de la carretera, su clasificación y desarrollar los programas de mejoras y mantenimiento. ( **DG - 2014, pág. 95**)

### **Metrados**

Cantidades de las actividades o partidas del proyecto a ejecutar, tanto en forma específica como global precisando su unidad de medida y los criterios seguidos para su formulación, en concordancia con lo establecido en el “Glosario de Partidas” aplicables a obras de rehabilitación mejoramiento y construcción de carreteras y puentes, vigente. ( **DG - 2014, pág. 319**)

### **Peralte**

Inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo. ( **DG - 2014, pág. 215**)

### **Proyecto de mejoramiento puntual de trazado**

Son aquellos proyectos de rehabilitación, que pueden incluir rectificaciones

puntuales de la geometría, destinadas a eliminar puntos o sectores que afecten la seguridad vial. Dichas rectificaciones no modifican el estándar general de la vía. ( **DG - 2014, pág. 13**)

### **Proyecto de mejoramiento de trazado**

Son aquellos proyectos que comprenden el mejoramiento del trazo en planta y/o perfil en longitudes importantes de una vía existente, que pueden efectuarse mediante rectificaciones del eje de la vía o introduciendo variantes en el entorno de ella, o aquellas que comprenden el rediseño general de la geometría y el drenaje de un camino para adecuarla a su nuevo nivel de servicio. En casos de ampliación de calzadas en plataforma única, el trazado está controlado por la planta y el perfil de la calzada existente. Los estudios de segundas calzadas con plataformas independientes, deben abordarse para todos los efectos prácticos, como trazados nuevos. ( **DG - 2014, pág. 18**)

### **Presupuesto**

Constituye la determinación del costo total del proyecto, y comprenderá las partidas genéricas y específicas, alcances, definiciones y unidades de medida acorde a lo establecido en el “Glosario de Partidas” aplicables a obras de rehabilitación mejoramiento y construcción de carreteras y puentes, vigente; asimismo, será determinado en base a los metrados y precios unitarios correspondientes e incluirá los gastos generales, utilidades, impuestos y demás requeridos por la entidad contratante. ( **DG - 2014, pág. 320**)

### **Talud**

El talud es la inclinación de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en terraplenes. Dicha inclinación es la tangente del ángulo formado por el plano de la superficie del terreno y la línea teórica horizontal. ( **DG - 2014, pág. 222**)

### **Trochas Carrozables**

Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4,00 m, en cuyo Caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m. La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar. ( **DG - 2014, pág. 18**)

### **Terreno plano (tipo 1)**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía, menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%), demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazado. ( DG - 2014, pág. 14)

### **Terreno Ondulado (tipo 2)**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, demandando un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado. ( DG - 2014, pág. 14)

### **Terreno accidentado (tipo 3)**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazado. ( DG - 2014, pág. 14)

### **Terreno escarpado (tipo 4)**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazado. ( DG - 2014, pág. 14)

### **Velocidad de diseño**

Es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño.( DG - 2014, pág. 100)

### **Vehículos ligeros:**

La longitud y el ancho de los vehículos ligeros no condicionan el proyecto, salvo que se trate de una vía por la que no circulan camiones, situación poco probable en el proyecto de carreteras. A modo de referencia, se citan las dimensiones representativas de vehículos de origen norteamericano, en general mayores que las del resto de los fabricantes de automóviles: Ancho: 2,10 m y □ Largo: 5,80 m.

**( DG - 2014, pág. 28)**

### **Vehículos pesados**

El vehículo pesado tiene las características de sección y altura para determinar la sección de los carriles y su capacidad portante, radios y sobrecanchos en curvas horizontales, alturas libres mínimas permisibles, necesidad de carriles adicionales, longitudes de incorporación, longitudes y proporción de aparcamientos para vehículos pesados en zonas de estacionamiento, miraderos o áreas de descanso. **( DG - 2014, pág. 29)**

### **Velocidad de Marcha**

Denominada también velocidad de crucero, es el resultado de dividir la distancia recorrida entre el tiempo durante el cual el vehículo estuvo en movimiento, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito, la vía y los dispositivos de control. Es una medida de la calidad del servicio que una vía proporciona a los conductores y varía durante el día, principalmente, por la modificación de los volúmenes de tránsito. **( DG - 2014, pág. 104).**

### **Volumen horario de diseño**

En caminos de alto tránsito, es el volumen horario de diseño (VHD), y no el IMDA, lo que determina las características que deben otorgarse al proyecto, para evitar problemas de congestión y determinar condiciones de servicio aceptables. Por lo tanto, una decisión clave para el diseño, consiste en determinar cuál de estos volúmenes de tránsito por hora, debe ser utilizado como base para el diseño.

**( DG - 2014, pág. 97)**

## II. MÉTODO

### 2.1 Tipo de Estudio

Estudio Descriptivo

### 2.2 Diseño de Investigación

El esquema a utilizar es el siguiente:



**Donde:**

**M:** Representa el lugar donde se realiza el estudio de la carretera y a la población beneficiada.

**O:** Representa la información que se recoge del proyecto.

### 2.3 Hipótesis

Las características del “**Diseño para el Mejoramiento de la Carretera Vecinal Tramo: Chulite – Rayambara – La Soledad, Distritos de Quiruvilca y Santiago de Chuco, Provincia de Santiago de Chuco – Departamento La Libertad**”, será de acuerdo a las Normas Técnicas establecidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) desarrollados en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG - 2014), con el objetivo de lograr una vía segura, eficiente y optimizada en su costo, contribuyendo al beneficio de la población de la zona de influencia y sus anexos.

## **2.4 Identificación de Variables**

### **2.4.1 Variable**

“Diseño para el Mejoramiento de la Carretera Vecinal Tramo: Chulite – Rayambara – La Soledad, Distritos de Quiruvilca y Santiago de Chuco, Provincia de Santiago de Chuco – Departamento La Libertad”

### **2.4.2 Definición Conceptual**

Son aquellos proyectos que comprenden el mejoramiento y la ampliación de las características geométricas y estructurales de la vía con variaciones en el eje transversal, ampliación de curvas y cambios en las características de la superficie de rodadura, respecto al diseño original de la carretera con fines de mejorar la transitabilidad vehicular.

### **2.4.3 Dimensiones de la variable**

Las características mencionadas se exponen en función a:

#### **Topografía del Terreno**

Conjunto de operaciones ejecutadas sobre el terreno, que permite representar topográficamente un terreno, la cual es obtenida en el campo y el procesamiento de la información para obtener perfiles y secciones

#### **Estudio de Mecánica de Suelos**

Consiste en la realización de prospecciones correspondientes a calicatas de 1m de ancho por 1m de largo de profundidad variable, dependiendo del tipo de estructura a proyectar, para la extracción de muestras de suelo que serán llevadas al laboratorio de ensayos para determinar propiedades físicas y mecánicas de los suelos.

#### **Estudio Hidrológico**

Permite evaluar parámetros meteorológicos y determinar la hidrología de la zona, la cual consiste en calcular y estimar los escurrimientos de aguas de lluvias sobre la faja del camino o en superficies vecinas y que fluyen superficialmente hacia ella, así como también las propiedades hidráulicas del subsuelo y las condiciones de la napa freática bajo la plataforma, para obtener caudales y proponer el tipo de obras de arte y estructuras de drenaje más adecuado.

### **Diseño Geométrico de la carretera**

Este estudio permitirá realizar un trazo óptimo para el alineamiento horizontal y vertical de la carretera, siguiendo los parámetros establecidos en la normativa vigente estipulada en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2014

### **Estudio de Impacto ambiental**

Son aquellos aspectos que siempre estarán presentes y que incidirán directamente en el nivel o grado de impacto de una determinada obra en otras palabras son los impactos tanto negativos como positivos que produce sobre el medio ambiente la ejecución de un proyecto.

### **Costos y Presupuestos**

Son aquellos cálculos en base a los metrados, determinando costos acorde a los precios del mercado.

## 2.4.4 Operacionalización de Variables

**TABLA N°01:** Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad
"Diseño para el Mejoramiento de la Carretera Vecinal Tramo: Chulite – Rayambara – La Soledad, Distritos de Quiruvilca y Santiago de Chuco, Provincia de Santiago de Chuco – Departamento La Libertad"	Son aquellos proyectos que comprenden el mejoramiento y la ampliación de las características geométricas y estructurales de la vía con variaciones en el eje transversal, ampliación de curvas y cambios en las características de la superficie de rodadura, respecto al diseño original de la carretera con fines de mejorar la transitabilidad vehicular.	Las características mencionadas se exponen en función a la : Topografía del Terreno, Estudio de Mecánica de Suelos, Estudios Hidrológicos, Diseño Geométrico de la Carretera, Estudio de Impacto Ambiental, Costos y presupuestos.	Topografía del Terreno	Levantamiento Altimétrico	M
				Equidistancias	M
				Ángulos de Inclinación del terreno	“o”
				Perfiles Longitudinales	M
				Vista de planta y Secciones Transversales	m <sup>2</sup> m <sup>3</sup>
			Estudio de Mecánica de suelos	Contenido de Humedad	%
				Granulometría	%
				Límites de consistencia	%
				C.B.R	%
				Densidad Máxima	gr/cm <sup>3</sup>
			Estudios hidrológicos y obras de arte	Próctor Modificado	%
				Precipitaciones	Mm
				Caudal de Escorrentía	m <sup>3</sup> /s
				Alcantarillas, cunetas.	Unid.
			Diseño Geométrico de la Carretera	Cuencas	Und.
				Índice Medio Diario Anual	%
				Trazo Longitudinal	M
				Señalización	Und
			Estudio de Impacto Ambiental	Metrados	
				Impacto Positivo	Cualitativo
			Costos y Presupuestos	Impacto Negativo	Cualitativo
				Metrados	Unid, ml, m <sup>2</sup> m <sup>3</sup> ,kg,g lb,pulg <sup>2</sup>
				Análisis de Costos Unitarios	S/.
				Insumos	%
				Presupuesto	S/.

**Fuente:** El autor

## **2.5 Población, Muestra y Muestreo**

Población : La carretera en estudio y toda su área de Influencia

Muestra : No se trabaja con muestra

Muestreo : No hay muestreo

## **2.6 Método de Investigación**

Descriptivo

## **2.7 Técnicas de Recolección de Datos**

### **Técnicas**

Observación

### **Instrumentos**

Equipos Topográficos:

- Estación Total
- Prismas
- GPS Diferencial
- Winchas

Instrumentos de Recolección de Muestras de Suelo:

- Tamices
- Horno
- Bandejas
- Espátulas
- Balanzas, etc.

Equipo de Oficina:

- Computadora
- Cámara Fotográfica

### **Informantes:**

- Pobladores de los Caseríos Chulite, Rayambara y La Soledad.
- Municipalidad Provincial de Santiago de Chuco.

## **2.8 Procedimiento de Recolección de Datos**

Los datos se recogerán en campo, haciendo uso de instrumentos, equipos topográficos, recolección de información brindada por parte de los pobladores de la zona y medios electrónicos.

## **2.9 Método de Análisis de Datos**

Para simplificar el procesamiento de los datos se hará uso de programas especializados tales como: AutoCAD Civil 3D, AutoCAD, S10 Costos y Presupuestos 2005 y Ms Project.

## **III. ASPECTOS ÉTICOS**

### **3.1 Recursos Humanos**

- Investigador
- Docente del curso del proyecto de Tesis
- Asesor de tesis

### **3.2 Equipos de Oficina**

- Computadora
- Impresor

### **3.3 Equipos de Ingeniería**

- Equipos de laboratorio de suelos
- Equipo Topográfico

### **3.4 Materiales**

- Útiles de escritorio
- Papel Bond A – 4
- Tinta para impresora

### **3.5 Servicios**

- Fotocopias
- Internet
- Impresiones
- Empastado
- Anillado
- Ploteo de planos

---

## **CAPITULO - II**

### **ASPECTOS GENERALES**

---

## 2.1 ASPECTOS FÍSICOS TERRITORIALES

### 2.1.1 Ubicación Geográfica y Política

La zona del proyecto en estudio se encuentra ubicada en:

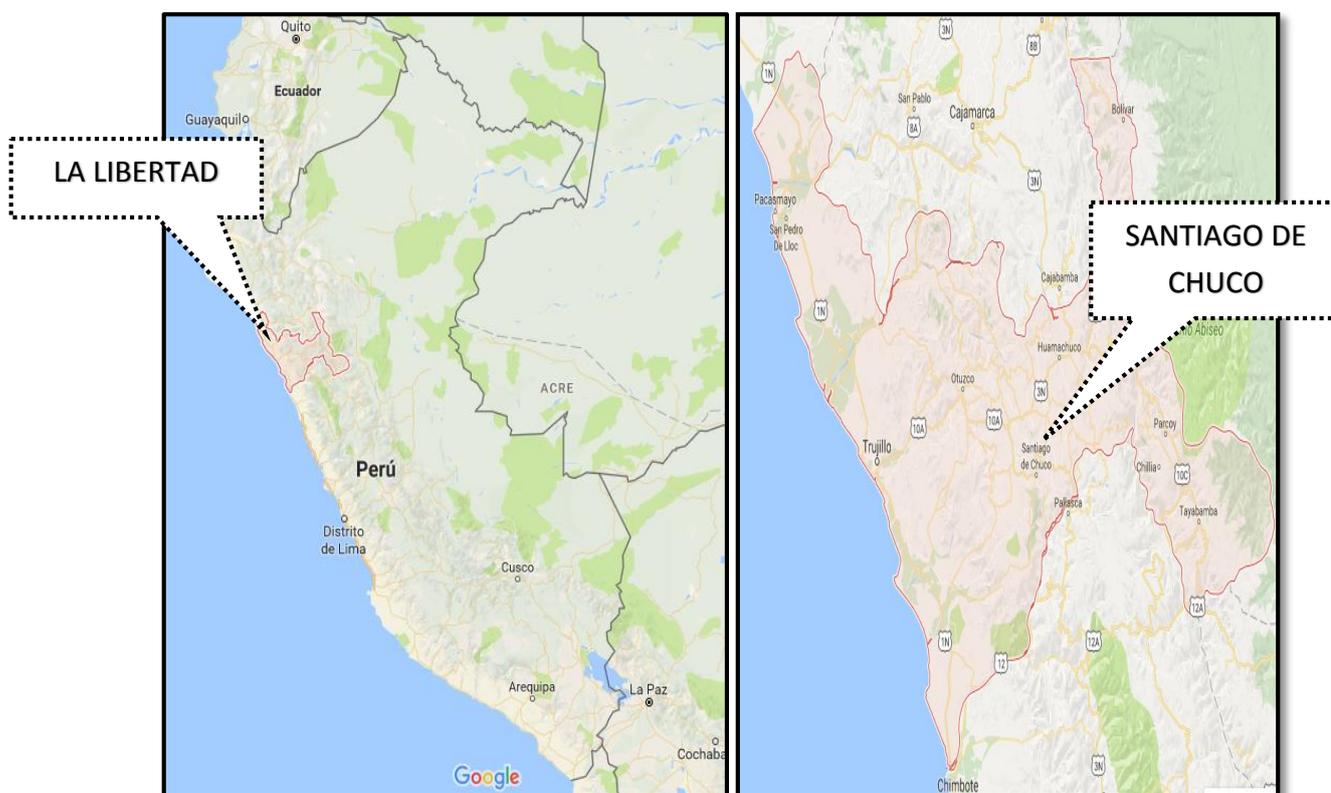
Departamento : La Libertad

Provincia : Santiago De Chuco

Distrito : Quiruvilca y Santiago de Chuco

Localidad : Chulite – Rayambara – La Soledad

**FIGURA N° 01:** Ubicación general del proyecto



*Fuente: Google maps*

**FIGURA N° 02: Ubicación Provincial**



*Fuente: Google maps*

### 2.1.2 Extensión y Límites

Superficie : 2,658.96 km<sup>2</sup>

El Distrito de Santiago de Chuco limita:

- Norte : La Provincia de Otuzco y La Provincia de Sánchez Carrión.
- Sur : El Departamento de Ancash.
- Este : La Provincia de Patáz.
- Oeste : La Provincia de Virú y La Provincia de Julcán.

### 2.1.3 Accesibilidad

El acceso por carretera se realiza siguiendo la siguiente ruta:

**TABLA N° 02: Descripción de la accesibilidad a la zona de estudio**

TRAMO	KILÓMETROS (km)	TIEMPO (minutos)	TIPO DE SUPERFICIE
Trujillo – Santiago De Chuco	162	240	Asfalto
Santiago De Chuco – Chulite	4	30	Afirmado
Chulite – Rayambara	4	30	Afirmado
Rayambara – La Soledad	3.850	30	Afirmado

*Fuente: Google maps*

### 2.1.4 Climatología

Los Caseríos de Chulite, Rayambara, La Soledad, poseen un clima variado, con lluvias en los meses de Enero a Marzo, su temperatura oscila entre los 15 y 24°C y se encuentra rodeada por extensas áreas de cultivo y bosques de eucalipto.

### 2.1.5 Topografía

La mayor parte del terreno presenta una topografía accidentada, con pendientes pronunciadas.

## 2.2 ASPECTOS SOCIALES

### 2.2.1 Población

Según el INEI la población total para el Distrito de Santiago de Chuco es de 19,860 habitantes.

**TABLA N° 03:** Población total, por grandes grupos de edad.

DEPARTAMENTO, PROVINCIA, AREA URBANA Y RURAL, SEXO Y TIPO DE VIVIENDA	TOTAL	GRANDES GRUPOS DE EDAD					
		Menos de 1 Año	1 a 14 Años	15 a 29 Años	30 a 44 Años	45 a 64 Años	65 a más Años
DISTRITO DE SANTIAGO DE CHUCO(000)	<b>19,860</b>	507	7,24 4	4,65 1	3,37 3	2,56 0	152 5

*Fuente:* INEI-Centros Nacionales 2007: XI de Población y VI de vivienda

### 2.2.2 Infraestructura y Servicios

#### Salud

Chulite : No cuenta con Servicio de Salud.

Rayambara : No cuenta con Servicio de Salud.

La Soledad : No cuenta con Servicio de Salud.

#### Educación

Chulite : Cuenta con un PRONOEI llamado "Minino Jesús Achaypamba".

Rayambara : Cuenta con una I.E, la cual brinda el servicio de inicial y primaria

La Soledad : No cuenta con ninguna Institución Educativa.

## Vivienda

En los Caseríos de Chulite, Rayambara y La Soledad, las viviendas son en su mayoría de adobe, tapial, techo a dos aguas, cobertura de teja, ichu y calamina.

**TABLA N° 04:** Viviendas particulares, por Área Urbana y Rural, según Departamento, Provincia y tipo de vivienda.

DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y TIPO DE VIVIENDA	TOTAL	ÁREA	
		URBANA	RURAL
<b>DISTRITO SANTIAGO DE CHUCO(000)</b>	<b>5,789</b>	<b>1,778</b>	<b>4,011</b>
Casa Independiente(001)	5,504	1,748	3,756
Departamento en edificio(002)	3	3	-
Vivienda en quinta (003)	5	5	-
Vivienda en casa de vecindad(004)	21	21	-
Choza o cabaña(005)	255	-	255
Vivienda improvisada(006)	1	1	-

*Fuente: INEI-Centros Nacionales 2007: XI de Población y VI de vivienda*

## 2.3 ASPECTOS ECONÓMICOS

### 2.3.1 Agricultura

La actividad primordial de los pobladores de Santiago de Chuco es la Agricultura entre los productos más cultivados tenemos a los cereales (trigo, cebada, maíz) y tubérculos (papa de toda variedad, oca, olluco).

### 2.3.2 La Ganadería

Los campesinos se dedican a la ganadería, crianza de ganado ovino, vacuno, caprino y animales domésticos como: cuy, aves de corral entre otros, para luego ser comercializados y generar ingresos para cubrir sus necesidades.

### 2.3.3 El Comercio

Los pobladores se dedican a la actividad comercial de productos agrícolas y ganaderos

---

**CAPITULO - III**  
SITUACIÓN ACTUAL DE LA VÍA

---

### **3.1 Generalidades**

Un sistema de gestión de infraestructura vial es el conjunto de diferentes actividades entre ellas tenemos: el diseño, la planificación, conservación e investigación de los elementos que la componen, para lo cual es importante establecer una metodología de evaluación continua y contar con un inventario vial que sirva de guía para luego proceder a la toma de decisiones en la planificación de vías.

### **3.2 Alcances del Inventario Vial Básico**

A través del inventario vial, se obtiene información actualizada concerniente a la clasificación, longitud, tipo de superficie de rodadura, características geométricas generales y estado funcional para efectos de planificación vial, y con la finalidad de que el sistema se actualice constantemente con información y sirva para la toma de decisiones.

### **3.3 Alcances del Inventario Vial Calificado**

A través del inventario vial calificado, se obtiene información evaluada, calificada y actualizada de las características de todos los elementos que conforman la vía.

Cuando se realice un inventario vial y para poder obtener la información necesaria existen formatos ya definidos los cuales se encuentran en el “Manual de Inventarios Viales MTC”

Debido a que nuestro proyecto de investigación trata sobre el diseño para el mejoramiento de una vía, se tiene que realizar un inventario vial para de esta manera poder conocer las diferentes características y elementos que conforman la carretera, para ello hemos adecuado los formatos que se presenta a continuación de acuerdo a las características que presenta la carretera en estudio.

## a. UBICACIÓN

**TABLA N° 05:** Tramos de estudio de la vía

RUTA	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS	
		Este	Norte
TRAMO 1	Chulite	810055.030	9100094.480 m
	Rayambara	808560.083	9101008.869 m
TRAMO 2	Rayambara	808560.083	9101008.869 m
	La Soledad	805955.305	9102889.993 m

*Fuente: El autor*

## b. CONDICIÓN ACTUAL DE LA VÍA Y TRÁNSITO DE ESTUDIO

- De la zona de estudio

**TABLA N° 06:** Kilometraje de tramos de la vía

TRAMO	REFERENCIA TRAMO	LONGITUD (km)
TRAMO 1	Chulite - Rayambara	4
TRAMO 2	Rayambara – La Soledad	3,850
<b>TOTAL</b>		<b>7,850</b>

*Fuente: El autor*

## c. REPORTE DE INVENTARIO VIAL

**TABLA N° 07:** Progresiva por tramos de la vía.

TRAMO	INICIO	FIN
TRAMO 1	<b>0+000</b>	4 + 000
TRAMO 2	4+000	7+850m

*Fuente: El autor*

En la tabla mostrada a continuación se presenta la situación actual de la superficie de rodadura existente en el tramo, así mismo se muestra el intervalo del ancho y su longitud de acuerdo a la progresiva presentada.

**TABLA N° 08:** Superficie de rodadura por tramos

<b>SUPERFICIE DE RODADURA</b>	
<b>TRAMO 1 : 0+000 a 04+000</b>	
Tipo de Superficie	Afirmado e = 5cm (mal estado)
Ancho	3.5 – 4m
Estructura	Existente
Longitud	4km
<b>TRAMO 2 : 04 + 000 a 07 + 850</b>	
Tipo de Superficie	Afirmado e = 5cm (mal estado)
Ancho	3.5 – 4m
Estructura	existente
Longitud	3.850

*Fuente: El autor*

- ✚ En las tablas mostradas a continuación, se presentan a detalle el reporte de obras de arte existentes a lo largo del tramo: Obteniéndose como resultado la existencia de 5 alcantarillas de paso.

**TABLA N° 09:** Reporte de obras de arte existentes

<b>ALCANTARILLAS DE PASO</b>	
Material	Concreto
Estado	Malo
Observación	Existen 5 alcantarillas de paso, las cuales se pretenden mejorar con un nuevo diseño

*Fuente: El autor*

---

**CAPITULO - IV**  
ESTUDIO TOPOGRÁFICO

---

## **4.1 Generalidades**

El estudio topográfico, es de vital importancia en un proyecto de infraestructura vial, de ello depende la ubicación y el diseño geométrico de una carretera, nos permite también identificar características geológicas de la zona y diferentes factores que intervienen de manera predominante en la elección de una ruta.

La topografía tiene mayor incidencia en los alineamientos, distancias de visibilidad, pendientes, secciones transversales, etc.

La topografía de la vía, se obtuvo con el equipo topográfico necesario (Estación Total y Nivel de Ingeniero), estableciendo así el posible trazo y teniendo en cuenta, el tipo de suelo, Zonas de escurrimiento natural de agua, además se ubicaron y marcaron los puntos de control desde el punto de inicio del proyecto.

## **4.2 Trabajos de campo**

### **4.2.1 Reconocimiento de Terreno**

Durante el reconocimiento del terreno para la elaboración del proyecto en estudio, se verificó tierras de uso agrícola así como también se pudo observar que la topografía de la zona es mayormente accidentada.

### **4.2.2 Levantamiento Topográfico**

Considerando la Topografía, como una actividad de vital importancia en un proyecto de Ingeniería, para la realización del Levantamiento Topográfico de la carretera en estudio, se utilizó equipos de alta precisión (Estación Total y GPS), los cuales ayudaron a obtener la información necesaria de la zona y complementándose con la Geodesia para precisar la localización de los trabajos dentro de los sistemas universales de coordenadas y elevación.

Para iniciar el trabajo, se ubicó 2 puntos aproximadamente a 30m, que se vean entre sí. Luego se procedió a colocar la Estación Total sobre cada uno de los puntos ubicados y se ingresó las coordenadas determinadas a través de un GPS.

Una vez ingresadas las coordenadas de la **E1**, se hace vista atrás hacia la **E2**, luego se ubicó la **E2** se ingresó sus coordenadas y nuevamente se realizó vista atrás hacia la **E1**, a dicho procedimiento se le llama como Orientación de Equipo, a partir del cual se va a realizar el Levantamiento Topográfico a lo largo de los 7+850m de la vía.

Se ha ejecutado el levantamiento topográfico, tomando los puntos con Estación Total y la ayuda de dos prismas cada 20m en el eje de la carretera y en curvas cerradas o de volteo cada 10m.

**Punto Inicial (Caserío Chulite)**

Coordenadas UTM

Este : 810050.32  
 Norte : 9100091.24  
 Altitud : 3140 m. s. n. m

**Punto Final (Caserío La Soledad)**

Coordenadas UTM

Este : 806455.50  
 Norte : 9102729.63  
 Altitud : 3180 m. s. n. m

**TABLA N° 10:** Descripción de BMS

BMS	PROGRESIVA	COOR. ESTE	COOR. NORTE
BM1	1 + 020	810033.5905	9100103.273
BM2	0 + 500	810031.6986	9100582.853
BM3	1 + 000	810103.8543	9101070.375
BM4	1 + 500	809863.7472	9101100.544
BM5	2 + 000	809664.8864	9101094.215
BM6	2 + 500	809460.6801	9100978.712
BM7	3 + 000	808970.8229	9101045.673
BM8	3 + 500	808480.1238	9100939.337
BM9	4 + 000	808451.7437	9101195.592
BM10	4 + 500	807607.5135	9101545.651
BM11	5 + 000	807607.5135	9101545.651
BM12	5 + 500	807363.1383	9101952.129
BM13	6 + 000	806998.0718	9102290.862
BM14	6 + 500	806562.5112	9102531.219
BM15	7 + 000	806189.8352	9102816.742
BM16	7 + 466	805748.9405	9102962.956

*Fuente: El autor*

**TABLA N° 11:** Cuadro de Estaciones

ESTACIÓN	COOR. ESTE	COOR. NORTE	COTA
E-0	810081.98	9100366.48	3487
E-1	810062.08	9100332.48	3495
E-2	810007.58	9100709.33	3511
E-3	810169.1	9101084.19	3506
E-4	810101.65	9101138.9	3512
E-5	810066.16	9101142.66	3519
E-6	809836.26	9101158.05	3530
E-7	809842.44	9101119.83	3551
E-8	809963.48	9101028.75	3576
E-9	809823.87	9101008.7	3596
E-10	809496.28	9101048.93	3637
E-11	809461.57	9100920.83	3655
E-12	809385.87	9100995.42	3669
E-13	809097.78	9101022.48	3710
E-14	808557.82	9101129.74	3758
E-15	808476.34	9101237.17	3782
E-16	808189.34	9101293.3	3810
E-17	807980.42	9101276.72	3822
E-18	807604.41	9101530.99	3835
E-19	807482.46	9101816.31	3826

*Fuente: El autor*

#### **4.2.2.1 Inconvenientes de los trabajos Topográficos**

El inconveniente más predominante que se tuvo durante el Levantamiento Topográfico, fueron las fuertes lluvias presentadas en la zona las cuales retardaron el trabajo.

#### **4.2.2.2 Sistemas de coordenadas UTM y altimetría**

Para obtener las coordenadas UTM correspondientes a los vértices de la poligonal definitiva, se toman como referencia los puntos de coordenadas obtenidos a través de un GPS Navegable, los que se usaran como puntos definidos por posicionamiento satelital. Luego se procedió a realizar el cierre de la poligonal y compensaciones para llevarlos a coordenadas UTM mediante un GPS.

#### **4.2.2.3 Trazo y Topografía**

Con el objetivo de adquirir la información topográfica de la vía, se inició los trabajos correspondientes con la información obtenida, relacionada con la ubicación de los puntos principales que sirvieron de apoyo para la realización del proyecto.

#### **4.2.2.4 Definición de la poligonal del trazo**

Se utilizó un GPS para la de alta precisión, para la obtención de las coordenadas iniciales de la poligonal del trazo.

#### **4.2.2.5 Nivelación**

Para los tramos de la carretera del proyecto en estudio, se realizó una nivelación con cierres en un recorrido de ida y vuelta en 500m y se colocaron BMS en lugares fijos cerca al eje de la carretera y en lugares donde no se encontró roca fija se monumentaron los BMS.

#### **4.2.2.6 Seccionamiento**

Las secciones se trazaron en todas las progresivas del eje de la vía, también se han tomado las secciones transversales del terreno cada 20m a cada lado del eje. Además se obtuvo secciones de puntos críticos a lo largo del tramo, así como: alcantarillas existentes, quebradas, etc.

#### **4.2.2.7 Replanteo**

A partir del diseño del eje de la vía realizado en gabinete, se materializó la poligonal en sus vértices, con la conformidad de Previas Nacional y luego referenciarlos a puntos inamovibles del sector.

Las Secciones Transversales se tomaron con nivel de Ingeniero cada 20m en tangente y cada 10m en curva, así como también se consideró puntos críticos a lo largo del tramo en estudio.

#### **4.2.3 Equipos utilizados**

- 01 Estación Total TRIMBLE SERIES 3600(3605R)
- 01 Nivel de TOPCON
- 02 Prismas
- 01 GPS Navegador GARMIN 76

- 01 Wincha Metálica de 30m
- 01 Wincha de Lona 50m
- 02 Equipos de radiocomunicación KENWOOD
- 01 Camioneta TOYOTA 4X4

#### **4.2.4 Control del Levantamiento Topográfico**

##### **Control Horizontal**

El control horizontal se determina con dos o más puntos fijos ubicados horizontalmente, con precisión por medio de la dirección y la distancia.

##### **Control Vertical**

Para la nivelación de la poligonal, se inició del primer BM, y haciendo uso del método de la nivelación compuesta, se obtuvo la cota del terreno para cada estaca, en cada PI y en los puntos intermedios importantes, cerrando los circuitos respectivos y dejando BMS realizados al costado de la carretera o en puntos fijos del terreno así como: rocas, arboles, etc.

#### **4.2.5 Trabajo de Gabinete**

##### **4.2.5.1 Procesamiento de la Información de Campo**

Luego de haber obtenido los puntos de la carretera, esta información fue almacenada en la memoria de la Estación Total, para luego descargar los datos hacia el computador a través de un cable de transferencia y exportarlo al software.

Para adecuación de la información se hizo uso de programas de diseño así como AutoCAD y AutoCAD Civil 3D.

##### **4.2.5.2 Cálculo de coordenadas Planas UTM de las poligonales básicas**

Con los azimuts planos, una vez realizado los ajustes por cierre azimutal y una vez hechas las correcciones a los ángulos observados con sus respectivas distancias horizontales se transformaron los valores esféricos a valores planos posteriormente al cálculo de las coordenadas planas.

##### **4.2.5.3 Cálculo de Coordenadas Planas**

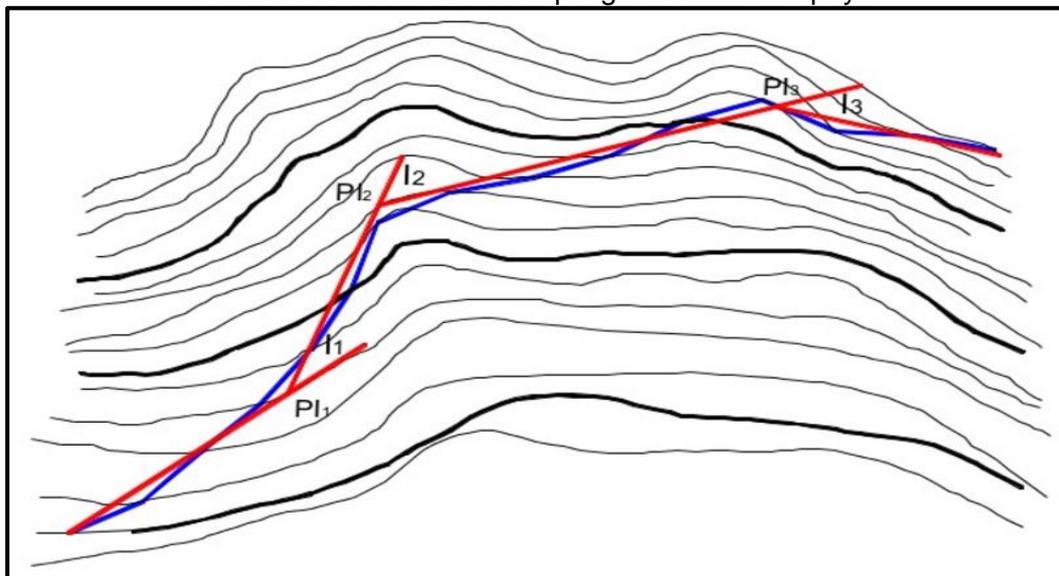
Para el cálculo de coordenadas planas UTM se requiere realizar las correcciones

por factor de escala y la distancia de cuadrícula, previo a este cálculo se tiene que efectuar el ajuste de cierre angular de la poligonal para poder calcular el azimut de cada lado a partir del punto del BM, de acuerdo al procedimiento que anteriormente se ha descrito.

#### 4.2.5.4 Trazo de la poligonal base de apoyo

La poligonal base de apoyo es abierta, debido a que comienza y termina en puntos diferentes y sus coordenadas son conocidas, el principal objetivo de esta poligonal es obtener las coordenadas de los puntos de intersección (PI) o vértices de la poligonal tal como se identifica en la figura que se muestra a continuación.

**FIGURA N°03:** Trazo de la poligonal base de apoyo



**Fuente:** Modulo Estudio de Carreteras Método topográfico. José Benjamín Torres Tafur

---

**CAPITULO - V**  
**ESTUDIO DE SUELOS Y CANTERA**

---

## **5.1 Generalidades**

La tierra es el material más abundante del mundo y es utilizada para diferentes actividades, así como: Construcción de viviendas, estructuras para la recolección de agua, vías de comunicación entre otros.

El propósito fundamental del Estudio de Mecánica de Suelos, es conocer su calidad, resistencia, propiedades físicas y mecánicas, así como también la identificación de canteras cercanas al área de Estudio.

### **5.1.1 Ubicación de las calicatas**

Para la exploración de suelos, primero se realizó un reconocimiento del terreno, luego se efectuó un programa de exploración, investigación y ejecución de calicatas a lo largo de toda la longitud de la carretera, para de esta manera identificar los diferentes tipos de suelo que puedan presentarse.

En la vía, de longitud total de (Km 7+ 850 ), se obtuvo muestras representativas de suelo, necesario para la investigación, el tamaño de la muestra obtenida dependió de los tipos de ensayo a efectuar, del porcentaje de partículas gruesas en la muestra y de las limitaciones del equipo de ensayo a ser usado.

Se realizó la recolección de las muestras de suelo a cada 1km, y para ensayos de CBR cada 3km empezando del (Km 01 + 000). Cada una de las calicatas tenía una dimensión de 1x1x1.50m de profundidad.

### **5.1.2 Ensayos de Laboratorio**

#### **5.1.2.1 Determinación del Número de Calicatas y Ubicación**

- Número de Calicatas : 7
- Ubicación : Cada kilómetro

**TABLA 12:** Número de Calicatas para Exploración de Suelos

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de calicatas
Carretera de bajo volumen de Transito: Carreteras con un IMDA $\leq$ 200Veh/día, de una calzada.	1.50 respecto al nivel de subrasante del proyecto	1 Calicata x Km.

*Fuente: Elaboración propia*

**TABLA 13:** Número de CBR para Exploración de Suelos

Tipo de Carretera	Número Mínimo de Calicatas(CBR)
Carretera de bajo volumen de Transito: Carreteras con un IMDA $\leq$ 200Veh/día, de una calzada.	Cada 3km se realizó la extracción de muestras para estudios de ensayos de CBR.

*Fuente: Elaboración propia*

- **Ubicación**

**TABLA N° 14:** Número de Calicatas y su Ubicación

CALICATA	KILOMETRAJE	PROFUNDIDAD(m)
C – 01	Km 01 + 000	1:50
C – 02	Km 02 + 000	1:50
C – 03	Km 03 + 000	1:50
C – 04	Km 04 + 000	1:50
C – 05	Km 05 + 000	1:50
C – 06	Km 06 + 000	1:50
C - 07	Km 07 + 000	1:50

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.1.2.2 Tipos de Ensayo a Ejecutar

Las muestras representativas de cada calicata fueron sometidas a los siguientes ensayos:

- Análisis Mecánico por Tamizado (ASTM D – 422)

- Clasificación de Suelos SUCS
- Clasificación de Suelos AASHTO
- Límites de Atteberg (ASTM D4 – 4318)
- Ensayo de Contenido de Humedad (ASTM D - 2216)
- Ensayos de Compactación Próctor Modificado: METODO A (ASTM D - 1557)
- Ensayo de CBR Y EXPANSIÓN (ASTM D - 1883)

### 5.1.2.3 Descripción de las Calicatas

- **Calicata N° 01**  
**E - 01/0.00 – 1.50 m.** Suelo Limoso, no presenta plasticidad, con un 88.51% de finos que pasan la malla N°200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “ML” y en el sistema “AASHTO” como un suelo “A – 4(0)” y un contenido de humedad de 16.63%.
- **Calicata N°02**  
**E - 01/0.00 – 1.50 m.** Suelo arcilloso, de mediana plasticidad, con un 70.06% de finos que pasan la malla N° 200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “ML” y en el sistema “AASHTO” como un suelo “A – 7-6 (10)” y un contenido de humedad de 19.16%.
- **Calicata N°03**  
**E - 01/0.00 – 1.50 m.** Suelo limoso, de plasticidad media, con un 81.33% de finos que pasan la malla N° 200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “ML” y en el sistema “AASHTO” como un suelo “A – 9 (9)” y un contenido de humedad de 29.49%.
- **Calicata N°04**  
**E - 01/0.00 – 1.50 m.** Suelo Limoso, no presenta plasticidad, con un 37.11% de finos que pasan la malla N° 200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “SM” y en el sistema “AASHTO” como un suelo “A – 4 (0)” y un contenido de humedad de 15.19%.
- **Calicata N°05**

**E - 01/0.00 – 1.50 m.** Suelo arcilloso, de plasticidad alta, con un 69.28% de finos que pasan la malla N° 200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “CL” y en el sistema “AASHTO” como un suelo “A -7- 6(14)” y un contenido de humedad de 25.83%.

- **Calicata N°06**

**E - 01/0.00 – 1.50 m.** Suelo arcilloso, de plasticidad media, con un 57.73% de finos que pasan la malla N° 200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “CL” y en el sistema “AASHTO” como un suelo “A – 7 – 6 (9)” y un contenido de humedad de 38.71%.

- **Calicata N° 07**

**E - 01/0.00 – 1.50 m.** Suelo arcilloso, de plasticidad alta, con un 72.85% de finos que pasan la malla N°200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “CL” y en el sistema “AASHTO” como un suelo “A – 7- 6(15)” y un contenido de humedad de 34.47%

#### **5.1.2.4 Resumen de Calicatas**

Se realizó el resumen de las 7 calicatas ejecutadas para el proyecto, con el propósito de mostrar sus características más resaltantes, las cuales se detallan a continuación:

**TABLA N° 15: Resumen detallado de calicatas**

N°	Descripción del Ensayo	Unidad	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07
			E01	E01	E01	E01	E01	E01	E01
<b>1</b>	<b>Granulometría</b>								
1.01	N°1/2"	%	98.94	99.37	99.65	93.08	98.63	90.80	99.24
1.02	N°3/8	%	97.87	97.84	99.04	91.34	95.73	86.83	98.96
1.03	N°1/4	%	96.68	95.55	97.55	87.91	88.43	80.46	98.30
1.04	N°4	%	95.78	94.21	95.89	85.57	84.72	76.51	97.57
1.05	N°10	%	93.34	89.76	92.19	80.43	78.43	69.00	94.66
1.06	N°40	%	90.47	82.49	88.22	65.31	73.02	63.45	85.68
1.07	N°60	%	89.87	78.53	86.53	54.26	71.53	61.74	82.19
1.08	N°200	%	88.51	70.06	81.33	37.11	69.28	57.73	72.85
<b>2</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	%	16.63	19.16	29.49	15.19	25.83	38.71	34.47
<b>3</b>	<b>Limite Liquido</b>	%	NP	44	40	NP	43	44	42
<b>4</b>	<b>Limite Plástico</b>	%	NP	30	31	NP	21	24	20
<b>5</b>	<b>Índice de Plasticidad</b>	%	NP	14	9	NP	22	20	22
<b>6</b>	<b>Clasificación SUCS</b>	-	ML	ML	ML	SM	CL	CL	CL
<b>7</b>	<b>Clasificación AASHTO</b>	-	A -4 (0)	A - 7 (10)	A-4 (9)	A - 4 (0)	A-7 - 6 (14)	A-7- 6(9)	A-7- 6(15)
<b>8</b>	<b>CBR</b>								
	Máxima Densidad seca al 100%	Gr/cm <sup>3</sup>	1.780	-	-	1.792	-	-	1.742
8.01	Máxima Densidad Seca al 95%	Gr/cm <sup>3</sup>	1.691	-	-	1.703	-	-	1.655
8.02	Optimo C. Humedad	%	15.02	-	-	8.55	-	-	17.59
8.03	CBR al 100%	%	10.50	-	-	22.96	-	-	10.45
8.04	CBR al 95%	%	8.79	-	-	19.83	-	-	8.16
<b>9</b>	<b>Nivel Freático</b>	Mts.	-	-	-	-	-	-	-

**Fuente:** Laboratorio de Mecánica de Suelos

### **5.1.3.5 Conclusión**

Se determinó que gran parte del suelo está compuesto por suelo limoso (ML), de plasticidad media y arcilla ligera con arena (CL) de plasticidad entre alta y mediana, y en menor proporción compuesto por un suelo de arena limosa (SM) la cual no presenta plasticidad, con un contenido de humedad entre 16.63% al 38.71%. El CBR al 95% arroja valores de 8.79%, 19.83% y 8.16%, del cual se consideró el valor más bajo (CBR = 8.16 %) y se interpreta como un S<sub>2</sub> (subrasante Regular) según el Manual de Carreteras: Sección Suelos y Pavimentos.

## **5.2 Estudio de Cantera**

### **5.2.1 Generalidades**

Una cantera es una fuente de aprovisionamiento de suelos y rocas necesarias para la construcción de una obra, dependiendo del material que se busque, puede ser de suelos, de roca o mixta.

La calidad de la cantera está dada por el grado de cumplimiento de las especificaciones del material que se busca; y se deduce de los ensayo de laboratorio que se practiquen sobre las muestras tomadas.

La experiencia desarrollada a través de los años transcurridos, a partir de los cuales se elaboran las técnicas de diseño y construcción, han establecido especificaciones bastante precisas para el uso y aplicaciones de los materiales en la distintas capas del pavimento.

Se asegurará la existencia de agregados en calidad y cantidad suficiente, para cubrir las necesidades de la obra a efectuarse.

### **5.2.2 Identificación de Cantera**

Durante el reconocimiento de la zona en estudio del proyecto, se identificó la cantera llamada "CANTERA MUNGURRAL", la cual tiene las características necesarias para el diseño del mejoramiento de la carretera.

La ubicación de la cantera se encuentra en el Caserío de Mungurral Distrito de Santiago de Chuco a 10.3 Km del punto de Inicio de la Carretera en estudio. La

cantera es de libre disponibilidad y tiene un acceso adecuado para cualquier tipo de maquinaria pesada.

### 5.2.3 Tipos de Ensayos a Ejecutar

La muestra representativa fue sometida a los siguientes ensayos:

- Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D – 422)
- Ensayo de Contenido de Humedad (ASTM D - 2216)
- Límites de Atteberg (ASTM D - 4318)
- Clasificación de Suelos SUCS
- Clasificación de Suelos AASHTO
- Ensayos de Compactación Próctor Modificado (ASTM D - 1557)
- Ensayo de CBR (ASTM D - 1883)

### 5.2.4 Investigaciones de Laboratorio

**TABLA N° 16:** Resumen de Estudio de Cantera

N°	Descripción	Unidad	Cantera
<b>1</b>	<b>Granulometría</b>		
1.01	% que Pasa la Malla N°3/8"	%	73.06
1.02	% que Pasa la Malla N°1/4"	%	63.24
1.03	% que Pasa la Malla N°4	%	59.06
1.04	% que Pasa la Malla N°200	%	23.29
<b>2</b>	<b>Contenido de Humedad</b>	%	
<b>3</b>	<b>Limite Liquido</b>	%	38.00
<b>4</b>	<b>Limite Plástico</b>	%	25.00
<b>5</b>	<b>Índice Plástico</b>	%	13.00
<b>6</b>	<b>Clasificación de Suelos SUCS</b>	-	GM
<b>7</b>	<b>Clasificación de Suelos AASHTO</b>	-	A -2- 6 (0)
<b>8</b>	<b>CBR</b>		
8.01	Máxima Densidad Seca al 100%	<b>Gr/cm<sup>3</sup></b>	2.050
8.03	Optimo Contenido de Humedad	%	9.05
8.04	CBR al 100%	%	51.79
8.05	CBR al 95%	%	41.83

**Fuente:** Laboratorio de Mecánica de Suelos-UCV

### **5.2.5 Conclusión**

Se determinó que la cantera "MUNGURRAL" está compuesta por Grava y arena arcillosa o limosa la cual presenta plasticidad de 13%, con un contenido de humedad de 13.58%, limite plástico de 25% y CBR al 100% con un valor de 51.79%, lo cuales si cumplen con los requisitos establecidos en el Manual de carreteras Suelos y pavimentos.

---

**CAPITULO - VI**  
ESTUDIO HIDROLÓGICO – OBRAS DE ARTE

---

## **6.1 Generalidades**

En la zona de estudio del proyecto, se presentan fuertes precipitaciones, mayormente en los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo, las cuales originan avenidas de considerable magnitud, la misma que se encuentra a una altitud de 2884 m.s.n.m.

El estudio Hidrológico nos permitirá determinar caudales de diseño que serán captados por las obras de drenaje (cunetas, alcantarillas), empleadas en el proyecto, con la finalidad de determinar su ubicación y dimensiones las cuales garantizan la correcta evacuación de las aguas de origen superficial.

## **6.2 Diagnostico de la Problemática**

La carretera en estudio carece de obras de arte para su conservación y durabilidad, se observó que en varios tramos existen baches, zanjas, inundaciones, los cuales cada uno de ellos serán tratados de forma individual con el fin de proponer la construcción de las obras de drenaje necesarias para la correcta evacuación de las aguas.

## **6.3 Drenaje Superficial**

### **6.3.1 Finalidad de Drenaje Superficial**

Se realizan las obras de arte con la finalidad de alejar las aguas de la vía y evitar posibles impactos negativos de las mismas sobre su durabilidad y estabilidad de la vía.

El drenaje superficial tiene dos funciones importantes:

- La evacuación de las aguas recolectoras hacia cauces naturales.
- Recolección de las aguas procedentes de la plataforma de la carretera y sus taludes.

### **6.3.2 Periodo de Retorno**

El caudal de diseño para las obras de drenaje superficial, debe proyectarse en relación con la probabilidad o riesgo que este sea excedido durante el periodo para el cual se diseña la carretera.

Es recomendable utilizar periodos de retorno no inferiores a 10años para las cunetas y alcantarillas de alivio y 50 años para las alcantarillas de paso. Para los pontones y puentes el periodo de retorno no será menor a 100 años.

En la tabla siguiente se indican los periodos de retorno aconsejables para el diseño de obras de arte.

**TABLA N°17:** Riesgo de excedencia (%) durante la vida útil para diversos periodos de retorno.

TIPOS DE OBRA	PERIODOS DE RETORNO EN AÑOS
Puentes y pontones	100 (MÍNIMO)
Alcantarillas de paso y badenes	50
Alcantarilla de alivio	10 – 20
Drenaje de la plataforma	10

*Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del MTC.*

### 6.3.4 Daños en el elemento de drenaje superficial

La corriente no producirá daños por erosión de la superficie del cauce si su velocidad media no excede los límites fijados de acuerdo a la tabla mostrada a continuación:

**TABLA N°18:** Velocidad máxima del agua

Tipo de Superficie	Máxima Velocidad Admisible (m/s)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20 – 0.60
Arena arcillosa dura	0.60 – 0.90
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.60 – 1.20
Arcilla, grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20 – 1.50
Hierba	1.20 – 1.80
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.50 – 2.40
Mampostería, rocas duras	3.00 – 4.50
Concreto	4.50 – 6.00

*Fuente: DG - 2014*

## 6.4 Hidrología y cálculos hidráulicos

### 6.4.1 Precipitaciones

Vienen a ser las precipitaciones máximas registradas en 24 horas, en las estaciones pluviométricas más cercanas a la zona de estudio del proyecto.

En la tabla presentada a continuación, se presentan las precipitaciones máximas en 24 horas de la Estación Pluviométrica “Santiago de Chuco” periodo 1995 – 2016.

**TABLA N°19:** Estación pluviométrica en la Zona de Estudio

Estación	Provincia	Distrito	Latitud Sur	Latitud Oeste	Altitud (m.s.n.m)	Periodo de registro
Cachicadán	Santiago de Chuco	Cachicadán	8° 5' 35"	78° 9'01"	2884	1995 -2016

*Fuente: Municipalidad Provincial de Santiago de Chuco*

**TABLA N° 20:** Series históricas de precipitaciones máximas en 24 horas (mm) – Estación Cachicadán

DATOS DE PRECIPITACION													
Departamento:	LA LIBERTAD			Provincia :	SANTIAGO DE CHUCO		Distrito:	CACHICADÁN					
Latitud Sur	8°	5'	35"	TIPO CONVENCIONAL METEOROLOGICA									
Longitud Oeste	78°	9'	01"	ALTITUD: 2884 m.s.n.m.									
AÑOMES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Max. (mm/24h)
1995	114.40	101.40	68.50	51.20	24.80	81.90	44.90	50.10	67.80	16.80	31.40	34.80	5.72
1996	105.20	99.80	21.60	15.40	50.60	64.90	16.40	0.00	10.40	29.10	26.40	104.50	5.26
1997	120.20	83.40	34.90	12.50	38.10	30.10	25.40	16.90	10.80	14.20	20.10	6.70	6.01
1998	202.40	114.90	81.90	67.80	51.40	71.50	22.90	41.20	11.30	24.80	8.10	40.40	10.12
1999	132.40	34.60	82.50	87.50	38.70	24.40	31.40	13.50	11.20	12.40	21.20	24.80	6.62
2000	249.10	128.70	101.50	37.80	12.50	15.80	29.40	24.30	21.40	16.50	16.40	24.60	12.46
2001	51.90	26.80	12.30	32.10	24.40	124.60	217.90	120.20	36.70	29.40	24.20	97.40	10.90
2002	97.60	81.20	99.40	29.80	26.50	23.40	24.90	28.10	8.10	64.80	39.20	21.50	4.97
2003	65.80	23.90	29.20	101.50	24.90	16.80	84.70	0.00	97.50	35.40	45.20	23.50	5.08
2004	99.70	26.80	17.80	16.50	64.40	34.60	26.80	127.90	30.10	24.10	16.20	11.70	6.40
2005	120.50	97.50	25.40	29.80	26.90	32.90	12.90	18.40	20.70	22.40	24.20	54.60	6.03
2006	80.40	68.90	99.50	84.70	18.40	84.60	28.90	27.60	0.00	16.70	19.40	25.40	4.98
2007	87.30	94.90	24.90	19.50	44.80	64.90	1.40	44.20	14.80	21.40	34.20	124.50	6.23
2008	98.60	17.90	13.50	104.80	24.60	23.80	21.80	26.40	94.20	31.60	17.60	16.80	5.24
2009	17.30	24.90	19.10	10.90	0.00	16.40	12.10	81.20	7.30	21.50	16.40	14.90	4.06
2010	29.40	14.90	16.50	21.10	10.20	9.60	18.20	100.20	11.50	4.21	11.50	24.60	5.01
2011	34.80	20.20	34.50	24.30	8.70	66.80	11.50	0.00	16.80	7.64	16.70	21.40	3.34
2012	36.40	16.40	27.80	11.20	9.30	1.20	0.00	1.20	12.20	12.70	18.70	15.30	1.82
2013	18.20	14.40	17.40	13.40	2.80	13.00	0.00	10.20	1.80	14.90	2.80	15.70	0.91
2014	18.40	12.00	22.50	12.50	24.60	1.60	3.60	0.00	6.40	4.50	10.00	18.60	1.23
2015	16.40	16.60	18.40	17.20	13.50	1.20	2.60	1.50	8.20	12.20	12.40	15.60	0.92
2016	12.40	16.80	18.60	16.50	1.80	3.60	0.50	8.00	8.60	28.50	0.10	19.60	1.43
PRECIPITACION PROMEDIO =													34.21
DSVIACION ESTANDAR =													8.06

*Fuente: Municipalidad Provincial de Santiago de Chuco*

✚ De la tabla mostrada, se puede determinar que la precipitación promedio calculada es de **34.21 mm**.

## 6.4.2 Caudal de diseño

TABLA N°21: Precipitación máxima para periodos de retorno

PERIÓDO DE RETORNO	FACTOR DE FRECUENCIA (Kt)*	PRECIPITACIÓN PROMEDIO (mm)	DESVIACIÓN ESTANDAR (Tr)	PRECIPITACIÓN MAXIMA (PTR)
	1	2	3	4= 2 + 1 x 3
10	1.305	34.21	8.06	44.732
20	1.866	34.21	8.06	49.258
50	2.592	34.21	8.06	55.116
100	3.137	34.21	8.06	59.506

Fuente: El autor

### Nota:

Los valores de (Kt) se obtuvieron de la fórmula siguiente:

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left\{ 0.5772 + \ln \left[ \ln \left( \frac{T_r}{T_r - 1} \right) \right] \right\}$$

- ✚ La precipitación máxima fue calculada sumando la desviación estándar con el resultado del producto del factor de frecuencia y la precipitación promedio, la cual arrojó como resultado para el periodo de retorno considerado (10 años) el valor de **44.732 mm**.

### Determinación del caudal de diseño

Existen dos métodos para calcular el caudal de diseño los estadísticos y los empíricos.

Para este caso se utilizó el método empírico, dentro del cual se ha elegido la fórmula racional.

### Formula Racional

La fórmula racional, se utiliza para el diseño de alcantarillas y otras obras de arte que se encargan de evacuar las aguas de escorrentía para cuencas pequeñas.

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3.6}$$

**Donde:**

- Q = Caudal m<sup>3</sup>/s  
 C = Coeficiente de escurrimiento  
 I = Intensidad de la precipitación en mm/h  
 A = Área de la cuenca en Km<sup>2</sup>

**Determinación del coeficiente de escorrentía**

**TABLA N°22** Valores para la determinación del coeficiente de Escorrentía

CONDICIÓN	VALORES			
Relieve del Terreno	k1=40 Muy accidentado pendiente superior al 30%	k1=30 Accidentado pendiente entre 10% y 30%	k1=20 Ondulado pendiente entre 5% y 10%	k1=10 Llano pendiente inferior al 5%
Permeabilidad del suelo	k1=20 Muy impermeable roca sana	k1=15 Bastante impermeable arcilla	k1=10 Permeable	k1=5 Muy permeable
Vegetación	k1=20 Sin vegetación	k1=15 Poca Menos del 10% de la superficie	k1=10 Bastante hasta el 50% de la superficie	k1=5 Mucha hasta el 90% de la superficie
Capacidad de retención	k1=20 Ninguna	k1=15 Poca	k1=10 Bastante	k1=5 Mucha

**Fuente:** DG - 2014

**TABLA N°23:** Coeficiente de escorrentía

<b>K = K1 + K2 + K3 + K4</b>	<b>C</b>
100	0.80
75	0.65
50	0.50
30	0.35
25	0.20

*Fuente: DG - 2014*

$$K = 30 + 15 + 15 + 15$$

$$K = 75$$

✚ Para talud de corte se tiene un: **C = 0.65**

**TABLA N°24:** Coeficiente de escorrentía

<b>TIPO DE SUPERFICIE</b>	<b>COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA</b>
Pavimento asfáltico y Concreto	0.70 – 0.95
Adoquines	0.50 – 0.70
Superficie de Grava	0.15 – 0.30
Bosques	0.10 – 0.20
Zonas de vegetación densa	0.10 – 0.20
Terrenos Granulares	0.10 – 0.50
Terrenos Arcillosos	0.30 – 0.75
Tierra sin vegetación	0.20 – 0.80
Zonas cultivadas	0.20 – 0.40

*Fuente: DG - 2014*

✚ Debido a que la carretera es a nivel de Pavimento Asfáltico en Caliente se consideró un C= 0.70 para la superficie de rodadura.

### **Intensidad máxima (I Max)**

Mediante el modelo matemático de Yance Tueros, se han calculado las intensidades máximas de precipitación pluvial (mm/h).

$$I_{max} = a(PTR \text{ max. } 24)^b$$

**Donde:**

**I<sub>max</sub>**. = Intensidad máxima de precipitación para el periodo de retorno considerado en mm.

**PTR max.24** = Precipitación máxima en 24 hrs. Para el periodo de retorno considerado en mm

**A** = 0.4602

**B** = 0.875

**Tabla N°25:** Intensidad Máxima

PERIODO DE RETORNO	coeficiente	coeficiente	precipitación máxima (mm)	INTENSIDAD MAXIMA (mm/hora)
	a*	b*	PTR max.24	
10	0.4602	0.875	44.732	$I_{max} = a(PTR_{max.24})^b$ 12.801
20	0.4602	0.875	49.258	13.927
50	0.4602	0.875	55.116	15.366
100	0.4602	0.875	59.506	16.432

*Fuente: El autor*

✚ Teniendo en cuenta el periodo de retorno de 10 años, se calculó el caudal para las cunetas, la cual arrojo como resultado **12.801 mm/h**.

## 6.5 Diseño de Obras de Arte

### 6.5.1 Velocidades máximas admisibles

**Tabla N°26:** Velocidades máximas según tipo de superficie

Tipo de Superficie	Velocidad Limite Admisible (m/s)
Arena fina o limo(poco o ninguna arcilla)	0.20 – 0.60
Arena arcillosa dura	0.60 – 0.90
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.60 – 1.20
Arcilla grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20 – 1.50
Mampostería, rocas duras	3.00– 4-50
Concreto	4.5 - 6

*Fuente: Manual de carreteras: Hidrología, hidráulica y drenaje*

✚ Para el proyecto se ha tomado en cuenta, cunetas revestidas de concreto, por lo que la velocidad límite admisible es de 4.5 - 6 m/s

### 6.5.2 Diseño de Cunetas

Las cunetas que se van a diseñar son de tipo sección triangular, las cuales serán proyectadas para todos los tramos de la carretera ubicadas al pie de los taludes de corte, longitudinalmente paralela y adyacente a la calzada del camino y serán de 0.80 x 0.40

La inclinación del talud interior de la cuneta dependerá de la velocidad y volumen de diseño de la carretera, índice medio diario anual (Veh/día), según lo indicado en el siguiente cuadro.

**TABLA N°27:** Taludes de cunetas

VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/h)	I.M.D.A	
	< 750	> 750
< 70	1:2	✚
	1:3	
> 70	1:3	1:4

*Fuente:* Manual de carreteras: Hidrología, hidráulica y drenaje

✚ Para el diseño se consideró un talud interior 1:2 (H:V) y talud exterior de 1:1.5 (H:V)

### 6.5.2 Calculo Hidráulico de Cunetas

En la tabla mostrada a continuación, se muestra el caudal de aporte de las cunetas.

**TABLA N°28: Cálculo de caudales de diseño para cunetas**

<b>CÁLCULO DE CAUDALES DE DISEÑO PARA CUNETAS</b>																				
N°	PRECIPITACION		LONGITUD (km)	TALUD DE CORTE						DRENAJE DE CARPETA DE RODADURA						Q Total				
	DESDE	HASTA		ANCHO		AREA (Km2)	C	Periodo de		Intensidad (mm/hora)	Q 1 m3/seg	ANCHO		AREA (Km2)	C	Periodo de		Intensidad (mm/hora)	Q2 (Calzada) m3/seg	Q1 + Q2 m3/seg
				TRIBUTARIO	TRIBUTARIO			Retorno	Maxima			TRIBUTARIO	TRIBUTARIO			Retorno	Maxima			
																	Q2 (Calzada)	Q1 + Q2		
1	00+290.00	00+780.00	0.49	0.10	0.0490	0.65	10	12.801	<b>0.1133</b>	0.0035	0.00172	0.70	10	12.801	<b>0.00427</b>	0.1175				
2	00+780.00	01+080.00	0.30	0.10	0.0300	0.65	10	12.801	<b>0.0693</b>	0.0035	0.00105	0.70	10	12.801	<b>0.00261</b>	0.0720				
3	01+080.00	01+540.00	0.46	0.10	0.0460	0.65	10	12.801	<b>0.1063</b>	0.0035	0.00161	0.70	10	12.801	<b>0.00401</b>	0.1103				
4	01+540.00	02+010.00	0.47	0.10	0.0470	0.65	10	12.801	<b>0.1086</b>	0.0035	0.00165	0.70	10	12.801	<b>0.00409</b>	0.1127				
5	<b>02+010.00</b>	02+360.00	0.35	0.10	0.0350	0.65	10	12.801	<b>0.0809</b>	0.0035	0.00123	0.70	10	12.801	<b>0.00305</b>	0.0839				
6	02+360.00	02+800.00	0.44	0.10	0.0440	0.65	10	12.801	<b>0.1017</b>	0.0035	0.00154	0.70	10	12.801	<b>0.00383</b>	0.1055				
7	<b>02+800.00</b>	03+260.00	0.46	0.10	0.0460	0.65	10	12.801	<b>0.1063</b>	0.0035	0.00161	0.70	10	12.801	<b>0.00401</b>	0.1103				
8	03+260.00	03+720.00	0.46	0.10	0.0460	0.65	10	12.801	<b>0.1063</b>	0.0035	0.00161	0.70	10	12.801	<b>0.00401</b>	0.1103				
9	03+720.00	04+120.00	0.40	0.10	0.0400	0.65	10	12.801	<b>0.0925</b>	0.0035	0.00140	0.70	10	12.801	<b>0.00348</b>	0.0959				
10	<b>04+120.00</b>	04+410.00	0.29	0.10	0.0290	0.65	10	12.801	<b>0.0670</b>	0.0035	0.00102	0.70	10	12.801	<b>0.00253</b>	0.0696				
11	04+410.00	04+690.00	0.28	0.10	0.0280	0.65	10	12.801	<b>0.0647</b>	0.0035	0.00098	0.70	10	12.801	<b>0.00244</b>	0.0672				
12	<b>04+690.00</b>	05+140.00	0.45	0.10	0.0450	0.65	10	12.801	<b>0.1040</b>	0.0035	0.00158	0.70	10	12.801	<b>0.00392</b>	0.1079				
13	05+280.00	05+140.00	0.14	0.10	0.0140	0.65	10	12.801	<b>0.0324</b>	0.0035	0.00049	0.70	10	12.801	<b>0.00122</b>	0.0336				
14	05+280.00	05+560.00	0.28	0.10	0.0280	0.65	10	12.801	<b>0.0647</b>	0.0035	0.00098	0.70	10	12.801	<b>0.00244</b>	0.0672				
15	05+560.00	05+700.00	0.14	0.10	0.0140	0.65	10	12.801	<b>0.0324</b>	0.0035	0.00049	0.70	10	12.801	<b>0.00122</b>	0.0336				
16	06+040.00	05+700.00	0.34	0.10	0.0340	0.65	10	12.801	<b>0.0786</b>	0.0035	0.00119	0.70	10	12.801	<b>0.00296</b>	0.0815				
17	06+380.00	06+040.00	0.34	0.10	0.0340	0.65	10	12.801	<b>0.0786</b>	0.0035	0.00119	0.70	10	12.801	<b>0.00296</b>	0.0815				
18	<b>06+730.00</b>	06+380.00	0.35	0.10	0.0350	0.65	10	12.801	<b>0.0809</b>	0.0035	0.00123	0.70	10	12.801	<b>0.00305</b>	0.0839				
19	07+080.00	06+730.00	0.35	0.10	0.0350	0.65	10	12.801	<b>0.0809</b>	0.0035	0.00123	0.70	10	12.801	<b>0.00305</b>	0.0839				
20	07+466.00	07+080.00	0.39	0.10	0.0386	0.65	10	12.801	<b>0.0892</b>	0.0035	0.00135	0.70	10	12.801	<b>0.00336</b>	0.0926				
<b>DISTANCIA ACUMULADA =</b>			<b>07+176.00</b>														<b>CAUDAL MAYOR =</b>	<b>0.1175</b>		

Fuente: EL autor

## Determinación de la capacidad de las cunetas

Se utilizó el principio del flujo en canales abiertos usando la ecuación de Manning:

$$Q = A \times V = \frac{\left( A \times R_h^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \right)}{n}$$

### Donde:

- Q = Caudal (m<sup>3</sup>/Seg)
- V = Velocidad media (m/s)
- P = Perímetro mojado (m)
- R = A/P Radio hidráulico (m)
- S = Pendiente del fondo (m/m)
- N = Coeficiente de rugosidad de Manning

**TABLA N°29:** Calculo de diseño para cunetas

REGIÓN	PROFUNDIDAD(M)	ANCHO (m)
Seca	0.20	0.50
Lluviosa	0.30	0.75
Muy lluviosa	0.50	1.00

*Fuente:* Manual de carreteras: Hidrología, hidráulica y drenaje

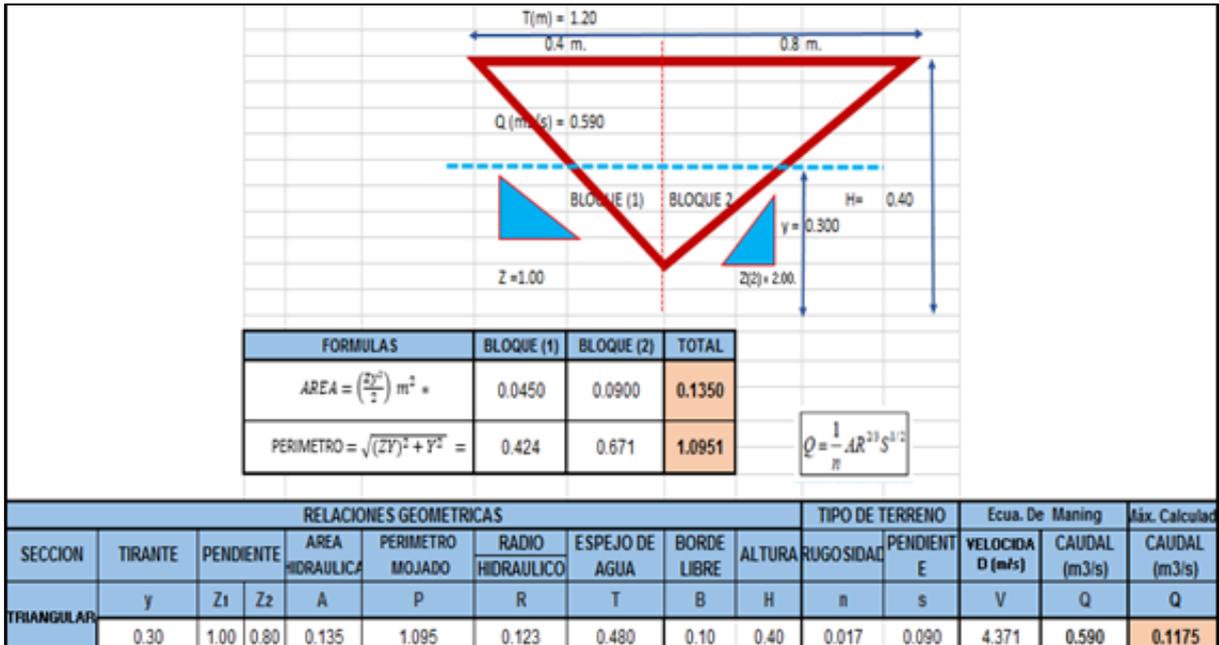
**TABLA N°30:** Calculo de diseño para cunetas

REVESTIMIENTO	CALIDAD BUENA	CALIDAD REGULAR
Concreto vaciado en formaletas sin acabado	0.013	0.017
Concreto alisado a boca de cepillo	0.013	0.015
Concreto emparejado con llana	0.012	0.014
Mortero lanzado, sección buena	0.016	0.019
Piedras irregulares, unidas con mortero cemento	0.017	0.020
Mampostería de piedra bruta y mortero de cemento frisado	0.016	0.020

*Fuente:* Manual de carreteras: Hidrología, hidráulica y drenaje

- Se utilizó un coeficiente de Manning de 0.017 para una cuneta revestida de concreto, una pendiente de 9% en el tramo con caudal de aporte crítico 0.1175 m<sup>3</sup>/seg.

**FIGURA N° 04:** Cálculo hidráulico de cuneta



*Fuente: El autor*

- Del cálculo obtenemos una capacidad de cuneta de 0.590 m<sup>3</sup>/s. El tipo de flujo es suscritico lo que nos garantiza la estabilidad del flujo.

#### 6.5.4 Número de Alcantarillas de Alivio

A lo largo del tramo se han proyectado 15 alcantarillas de alivio para descargar las cunetas en las progresivas que se muestran a continuación.

**TABLA N°31:** Alcantarillas de Alivio

00+290.00	00+780.00
00+780.00	01+080.00
01+080.00	01+540.00
01+540.00	02+010.00
<b>02+010.00</b>	02+360.00
02+360.00	02+800.00
<b>02+800.00</b>	03+260.00
03+260.00	03+720.00
03+720.00	04+120.00
<b>04+120.00</b>	04+410.00
04+410.00	04+690.00
<b>04+690.00</b>	05+140.00
05+280.00	05+140.00
05+280.00	05 + 560.00
05+560.00	05+700.00
06+040.00	05+700.00
06+380.00	06+040.00
<b>06+730.00</b>	06+380.00
07+080.00	06+730.00
07+466.00	07+080.00

*Fuente: El autor*

- **Tipo y sección**

Para el proyecto en estudio se utilizaron alcantarillas de acero corrugado tipo TMC de sección circular por la eficiencia en el drenaje de las aguas pluviales, facilidad constructiva y buen comportamiento estructural.

- **Caudal de Aporte**

Para el caudal de aporte se empleará la fórmula racional tomando la longitud de las cunetas que llegan al aliviadero y una longitud de 100 metros de altura para encontrar el área tributaria.

**TABLA N°32: Cálculo de caudales de diseño para alcantarillas**

<b>CALCULO DE CAUDALES DE DISEÑO PARA ALCANTARILLAS DE ALIVIO</b>																
N°	PRECIPITACION		LONGITUD (km)	TALUD DE CORTE					DRENAJE DE CARPETA DE RODADURA						Q Total	
	DESDE	HASTA		ANCHO TRIBUTARIO (km)	AREA TRIBUTARIO (Km2)	C	Periodo de	Intensidad	Q 1	ANCHO TRIBUTARIO (km)	AREA TRIBUTARIO (Km2)	C	Periodo de	Intensidad	Q2	Q1 + Q2
							Retorno	Maxima					Retorno	Maxima		Q1 + Q2
								(mm/hora)	m3/seg					(mm/hora)	m3/seg	m3/seg
1	00+290.00	00+780.00	0.49	0.10	0.049	0.65	20	13.927	0.1232	0.0035	0.00172	0.70	20	13.927	0.00464	0.1279
2	00+780.00	01+080.00	0.30	0.10	0.030	0.65	20	13.927	0.0754	0.0035	0.00105	0.70	20	13.927	0.00284	0.0783
3	01+080.00	01+540.00	0.46	0.10	0.046	0.65	20	13.927	0.1157	0.0035	0.00161	0.70	20	13.927	0.00436	0.1200
4	01+540.00	02+010.00	0.47	0.10	0.047	0.65	20	13.927	0.1182	0.0035	0.00165	0.70	20	13.927	0.00445	0.1226
5	02+010.00	02+360.00	0.35	0.10	0.035	0.65	50	15.377	0.0972	0.0035	0.00123	0.70	20	15.377	0.00366	0.1008
6	02+360.00	02+800.00	0.44	0.10	0.044	0.65	20	13.927	0.1106	0.0035	0.00154	0.70	20	13.927	0.00417	0.1148
7	02+800.00	03+260.00	0.46	0.10	0.046	0.65	50	15.377	0.1277	0.0035	0.00161	0.70	20	15.377	0.00481	0.1325
8	03+260.00	03+720.00	0.46	0.10	0.046	0.65	20	13.927	0.1157	0.0035	0.00161	0.70	20	13.927	0.00436	0.1200
9	03+720.00	04+120.00	0.40	0.10	0.040	0.65	20	13.927	0.1006	0.0035	0.00140	0.70	20	13.927	0.00379	0.1044
10	04+120.00	04+410.00	0.29	0.10	0.029	0.65	50	15.377	0.0805	0.0035	0.00102	0.70	20	15.377	0.00303	0.0836
11	04+410.00	04+690.00	0.28	0.10	0.028	0.65	20	13.927	0.0704	0.0035	0.00098	0.70	20	13.927	0.00265	0.0731
12	04+690.00	05+140.00	0.45	0.10	0.045	0.65	50	15.377	0.1249	0.0035	0.00158	0.70	20	15.377	0.00471	0.1296
13	05+280.00	05+140.00	0.14	0.10	0.014	0.65	20	13.927	0.0352	0.0035	0.00049	0.70	20	13.927	0.00133	0.0365
14	05+280.00	05+560.00	0.28	0.10	0.028	0.65	20	13.927	0.0704	0.0035	0.00098	0.70	20	13.927	0.00265	0.0731
15	05+560.00	05+700.00	0.14	0.10	0.014	0.65	20	13.927	0.0352	0.0035	0.00049	0.70	20	13.927	0.00133	0.0365
16	06+040.00	05+700.00	0.34	0.10	0.034	0.65	20	13.927	0.0855	0.0035	0.00119	0.70	20	13.927	0.00322	0.0887
17	06+380.00	06+040.00	0.34	0.10	0.034	0.65	20	13.927	0.0855	0.0035	0.00119	0.70	20	13.927	0.00322	0.0887
18	06+730.00	06+380.00	0.35	0.10	0.035	0.65	50	15.377	0.0972	0.0035	0.00123	0.70	20	15.377	0.00366	0.1008
19	07+080.00	06+730.00	0.35	0.10	0.035	0.65	20	13.927	0.0880	0.0035	0.00123	0.70	20	13.927	0.00332	0.0913
20	07+466.00	07+080.00	0.39	0.10	0.039	0.65	20	13.927	0.0971	0.0035	0.00135	0.70	20	13.927	0.00366	0.1007
DISTANCIA ACUMULADA =			7176.00												CAUDAL MAYOR =	0.1279

Fuente: El autor

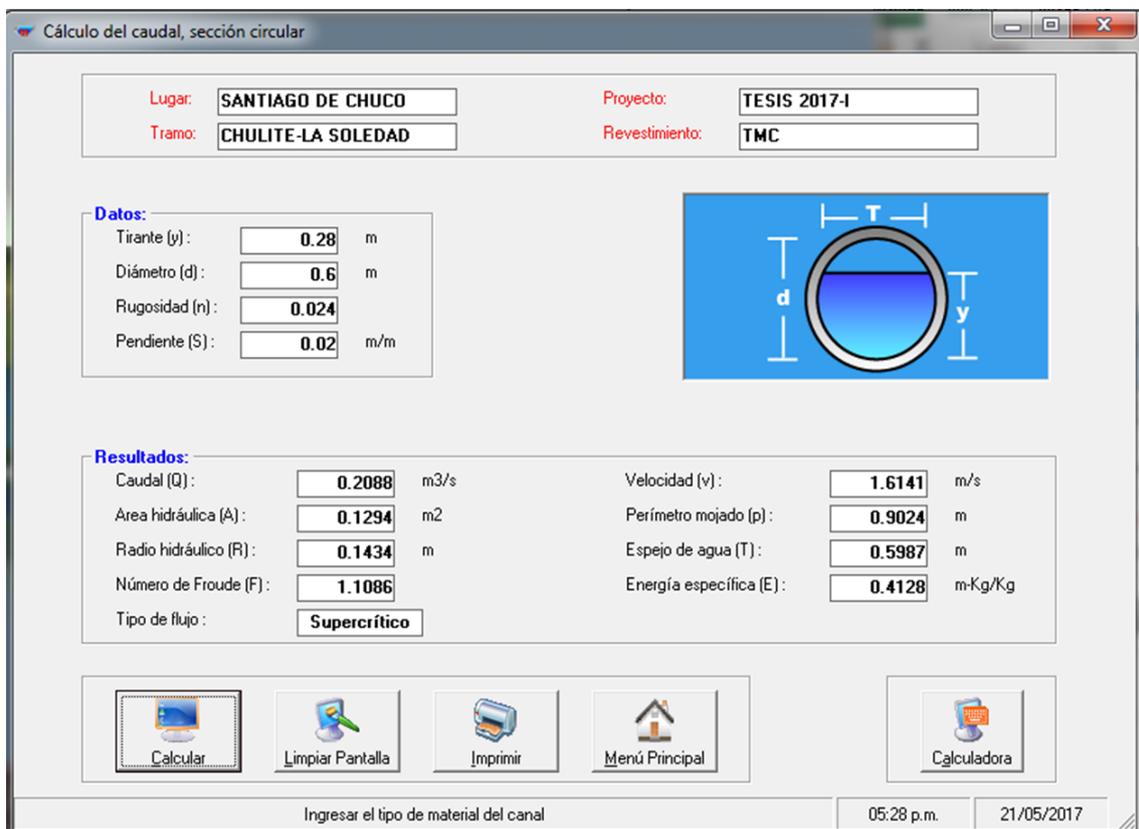
### 6.5.5 Cálculo Hidráulico de Aliviaderos

Para el cálculo del caudal de la tubería y la velocidad del flujo, se hará uso de la fórmula de Robert Manning para canales abiertos y tuberías.

Con el software H canales se verificó que el caudal calculado sea mayor que el caudal de aporte.

Se utilizó un coeficiente de 0.024 para tuberías metálicas corrugadas y se consideró una pendiente de 2% y un tirante de 0.25 m.

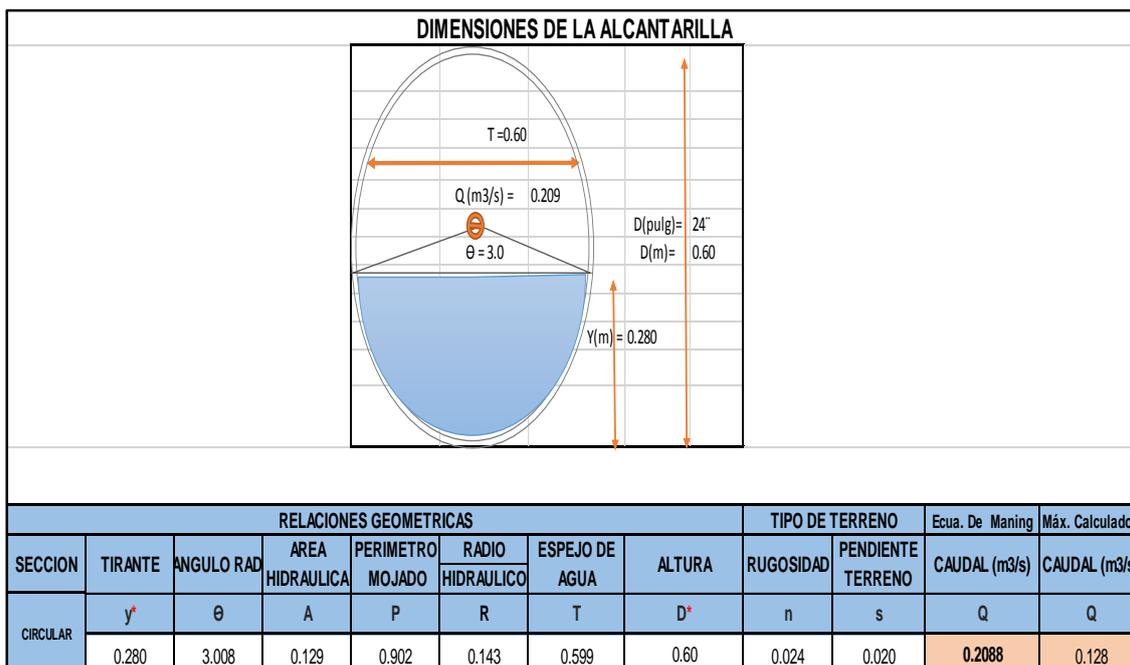
**FIGURA N°05:** Cálculo hidráulico de alcantarilla



*Fuente: Hcanales*

- ✚ Como resultado del programa Hcanales se obtuvo un caudal de 0.2088 m<sup>3</sup>/seg.

**FIGURA 06:** Dimensión hidráulica de Alcantarilla



*Fuente: El autor*

### 6.5.5 Número de Alcantarillas de paso

**TABLA N°33:** Alcantarillas de paso

Quebrada N°	Progresiva.
1	02+010.00
2	02+800.00
3	04+120.00
4	04+690.00
5	06+730.00

*Fuente: El autor*

### 6.5.6 Cálculo de Alcantarillas de paso

- **Tipo y Sección**

Se hará uso de alcantarillas de paso de acero corrugado tipo TMC de sección circular por la eficiencia en el drenaje de aguas provenientes de las precipitaciones.

- **Caudal de Aporte**

Se ha utilizado el programa ArcGIS, para la delimitación de las micro cuencas y haciendo uso de fórmulas de hidrología se determinó el caudal y el diámetro.

**TABLA N°34:** Características de las cuencas de drenaje

Quebrada N°	Progresiva.	Área (Km2)	Longitud del cauce (m)	Cota(msnm)		Desnivel (m)	S(m/m)	Tiempo de concentración(horas)				Tc (minutos)
				Máxima	Mínima			Kirpich	Temez	Bransby Williams	Promedio	
1	02+010.00	0.030	257	3610	3590	20	0.08	0.06	0.17	0.15	0.13	7.68
2	02+800.00	0.033	292	3724	3646	78	0.27	0.04	0.15	0.13	0.11	6.48
3	04+120.00	0.030	543	3826	3773	53	0.10	0.10	0.29	0.30	0.23	13.88
4	04+690.00	0.147	589	3900	3826	74	0.13	0.10	0.30	0.26	0.22	13.17
5	06+730.00	0.106	468	3880	3742	138	0.29	0.06	0.21	0.18	0.15	9.07

*Fuente: El autor*

- ✚ En la tabla mostrada a continuación, se establece el cálculo de caudal de cada micro cuenca delimitada, así mismo por la función de la alcantarilla de paso que evacua el flujo de cunetas, se le suma el flujo de las mismas.

**TABLA N°35:** Caudales máximos de la micro cuenca

Quebrada N°	Progresivas	ESTRUCTURA		Área(Km2)	Obra de drenaje	C	Intensidad(mm/hr)	Caudal Máximo (m3/s)	Caudal Cunetas (m3/s)	Caudal Total (m3/s)
		ESTE	NORTE							
1	02+010.00	809654.27	9101080.44	0.030	Alcantarilla Paso	0.45	28.97	0.11	0.098	0.206
2	02+800.00	809165.45	9101029.34	0.033	Alcantarilla Paso	0.45	31.73	0.13	0.129	0.259
3	04+120.00	808393.57	9101249.54	0.030	Alcantarilla Paso	0.45	21.07	0.08	0.081	0.160
4	04+690.00	807826.38	9101313.16	0.147	Alcantarilla Paso	0.45	21.68	0.40	0.126	0.525
5	06+730.00	806445.45	9102728.92	0.106	Alcantarilla Paso	0.45	26.49	0.35	0.081	0.434

*Fuente: El autor*

- ✚ Luego de haber obtenido un caudal con la fórmula de Manning, se procede a calcular el diámetro de la alcantarilla, para luego llevarlo a diámetros comerciales en nuestro País como lo establece la empresa PRODAC.

**TABLA N°36:** Características de las cuencas de drenaje

N°	PROGRESIVA	Q <sub>MÁX</sub> Calculado (m <sup>3</sup> /s)	S	n	DIÁMETRO CALCULADO (m)	DIÁMETRO CALCULADO (")	DIÁMETRO COMERCIAL (")
1	02+010.00	0.206	0.0200	0.025	0.482	19.0	32"
2	02+800.00	0.259	0.0200	0.025	0.525	20.7	32"
3	04+120.00	0.160	0.0200	0.025	0.438	17.2	32"
4	04+690.00	0.525	0.0200	0.025	0.684	26.9	32"
5	06+730.00	0.434	0.0200	0.025	0.637	25.1	32"

*Fuente: El autor*

**FIGURA N 07:** Diámetros comerciales

DIAMETRO		DESARROLLO	SECCION	PERIMETRO	ESPESOR	H <sub>n</sub>	AR <sub>n</sub> <sup>2/3</sup>
mm.	plg.	pi	(m <sup>2</sup> )	(m)	(mm.)	(m)	
600	24	6	0,283	1,885	2,00	0,563	0,086
800	32	8	0,503	2,513	2,00	0,750	0,185
900	36	9	0,636	2,827	2,00	0,844	0,253
1000	40	10	0,785	3,142	2,50	0,938	0,335
1200	48	12	1,131	3,770	2,50	1,126	0,545
1500	60	15	1,767	4,712	3,00	1,407	0,988
1800	72	18	2,545	5,655	3,50	1,688	1,607
2000	80	20	3,142	6,283	3,50	1,876	2,129

*Fuente: PRODAC*

✚ Gracias al estudio hidrológico y pluviométrico, se logró calcular las dimensiones de las obras de arte proyectadas a lo largo del tramo. También se proyectaron 15 alcantarillas de alivio y 5 alcantarillas de paso de tuberías TMC de diámetro variable y las cunetas se dimensionaron de 0.80 x 0.40 m.

**TABLA N° 37:** Diámetros comerciales

DIÁMETRO	CANTIDAD
Alcantarilla TMC 32"	<b>5</b>
Alcantarilla TMC 24"	<b>15</b>
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>

*Fuente: El autor*

---

**CAPITULO - VII**  
**DISEÑO GEOMÉTRICO**

---

## **7.1 CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA**

### **7.1.1 Clasificación por Demanda**

#### **Carreteras de Tercera Clase**

Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3,00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2,50 m, contando con el sustento técnico correspondiente. Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. ( **DG - 2014, pág. 13**)

- ✚ La clasificación de la carretera en el estudio del presente proyecto, se diseñara con los parámetros establecidos para una CARRETERA DE TERCERA CLASE.

### **7.1.2 Clasificación por Orografía**

#### **Terreno accidentado (tipo 3)**

Tiene pendientes longitudinales predominantes entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazado. ( **DG - 2014, pág. 14**)

- ✚ La clasificación por Orografía de la carretera en estudio del presente proyecto, está considerada como TERRENO ACCIDENTADO (TIPO 3)

## **7.2 CRITERIOS Y CONTROLES BASICOS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO**

### **7.2.1 Clasificación general de los proyectos viales**

#### **Proyectos de mejoramiento de trazado**

Son aquellos proyectos que comprenden el mejoramiento del trazo en planta y/o perfil en longitudes importantes de una vía existente, que pueden efectuarse mediante rectificaciones del eje de la vía o introduciendo variantes en el entorno de ella, o aquellas que comprenden el rediseño general de la geometría y el drenaje de un camino para adecuarla a su nuevo nivel de servicio. ( **DG - 2014, pág. 18**)

- ✚ De acuerdo a la clasificación general de los proyectos viales para efectos del Diseño Geométrico, este proyecto se clasifica como un PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE TRAZADO.

## 7.2.2 Características de Tránsito

### Índice medio diario anual (IMDA)

Los valores de IMDA para tramos específicos de carretera, proporcionan al proyectista, la información necesaria para determinar las características de diseño de la carretera, su clasificación y desarrollar los programas de mejoras y mantenimiento. La carretera se diseña para un volumen de tránsito, que se determina como demanda diaria promedio a servir hasta el final del período de diseño, calculado como el número de vehículos promedio, que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual.

( DG - 2014, pág. 95)

- ✚ En el anexo correspondiente al presente capítulo, el tránsito actual en la vía es de 18 veh/día el cual representa un tráfico liviano.

### Cálculo de la tasa de crecimiento y proyección

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando la siguiente fórmula:

$$T_n = T_o(1 + i)^{n-1}$$

**Donde:**

T<sub>n</sub> = Tránsito proyectado al año “n” en veh/día

T<sub>o</sub> = Tránsito actual (año base) en veh/día

I = Tasa anual de crecimiento de tránsito\*

\*Definida en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio.

- ✚ Para el presente proyecto se tiene:

- T<sub>o</sub> = 18
- N = 20

$$o \quad i = 0.03$$

$$Tn = 18(1 + 0.03)^{20-1}$$

$$Tn = 32 \text{ veh/dia}$$

### **Clasificación por tipo de vehículo**

#### **a. Categoría L**

Vehículos automotores con menos de cuatro ruedas

#### **b. Categoría M**

Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de pasajeros.

#### **c. Categoría N**

Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de mercancía.

#### **d. Categoría S**

Adicionalmente, los vehículos de las categorías M, N u O para el transporte de pasajeros o mercancías que realizan una función específica, para la cual requieren carrocerías o equipos especiales

### **7.2.3 Velocidad de Diseño o Velocidad Directriz**

Es la escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño. ( **DG - 2014, pág. 101** )

**TABLA 38:** Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía

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

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

✚ De acuerdo a la Tabla N°38, donde se establece rangos de velocidad de diseño en función a la clasificación vial, se utilizará como velocidad máxima de diseño 30 km/h correspondiente para carreteras de Tercera clase y orografía Accidentado.

#### 7.2.4 Distancia de Visibilidad

Es la longitud continua hacia adelante de la carretera, que es visible al conductor del vehículo para poder ejecutar con seguridad las diversas maniobras a que se vea obligado o que decida efectuar. ( DG - 2014, pág. 108)

✚ En los proyectos se consideran dos distancias de visibilidad:

- Visibilidad de parada.
- Visibilidad de paso o adelantamiento.

### 7.2.4.1 Distancia de Visibilidad de parada

Es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objeto inmóvil que se encuentra en su trayectoria. ( DG - 2014, pág. 108)

La distancia de parada sobre una alineación recta de pendiente uniforme, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Dp = \frac{Vt_p}{3,6} + \frac{V^2}{254(f \pm i)}$$

Donde:

- Dp : Distancia de parada (m)
- V : Velocidad de diseño
- Tp : Tiempo de percepción + reacción (s)
- f : Coeficiente de fricción, pavimento húmedo
- i : Pendiente longitudinal (tanto por uno)
- +i : Subidas respecto al sentido de circulación
- -i : Bajadas respecto al sentido de circulación.

**TABLA N° 39:** Distancia de Visibilidad de parada (metros)

VELOCIDAD DE DISEÑO (KM/H)	PENDIENTE NULA O EN BAJADA				PENDIENTE EN SUBIDA		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75
70	105	110	116	124	100	97	93
80	130	136	144	154	123	118	114
90	160	164	174	187	148	141	136
100	185	194	207	223	174	167	160
110	220	227	243	262	203	194	186
120	250	283	293	304	234	223	214
130	287	310	338	375	267	252	238

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)

- ✚ En pendiente nula o en bajada una distancia de 35m, para pendientes de 0%, 3%,6% y 9%.
- ✚ En pendiente en subida una distancia de 31m, 30m y 29m para pendientes 3%, 6%, y 9%.

#### 7.2.4.2 Distancia de Visibilidad de paso o adelantamiento

Es la mínima que debe estar disponible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que viaja a una velocidad menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso. Esta distancia debe considerarse únicamente para las carreteras de dos carriles con tránsito en las dos direcciones, dónde el adelantamiento se realiza en el carril del sentido opuesto. ( DG - 2014, pág. 111)

**TABLA N°40:** Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos.

VELOCIDAD ESPECIFICA DE LA ENTRETANGENCIA HORIZONTAL EN LA QUE SE EFECTUA LA MANIOBRA(Km/h)	VELOCIDAD DEL VEHICULO ADELANTADO(km/h)	VELOCIDAD DEL VEHICULO QUE ADELANTA,V(Km/h)	MINIMA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO $D_A$ (m)	
			CALCULADA	REDONDEDA
20	-	-	130	130
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

- ✚ De acuerdo a la tabla N° 40 se consideró una distancia de visibilidad de adelantamiento de 200m para una velocidad de diseño de 30Km/h.

### 7.3 Diseño Geométrico en Planta, Perfil y Sección Transversal

Los elementos geométricos de una carretera (planta, perfil y sección transversal), deben estar convenientemente relacionados, para garantizar una circulación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar una velocidad de operación continua y acorde con las condiciones generales de la vía. ( **DG - 2014, pág. 133**)

#### 7.3.1 Diseño Geométrico en Planta

##### 7.3.1.1 Generalidades

El diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal, está constituido por alineamientos rectos, curvas circulares y de grado de curvatura variable, que permiten una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa o también entre dos curvas circulares de curvatura diferente. En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad de diseño y a su vez, controla la distancia de visibilidad. ( **DG - 2014, pág. 134**)

##### 7.3.1.2 Consideraciones de diseño

Algunos aspectos a considerar en el diseño en planta

- ✚ Deben evitarse tramos con alineamientos rectos demasiado largos. Es preferible reemplazar grandes alineamientos, por curvas de grandes radios.
- ✚ En el caso de ángulos de deflexión  $\Delta$  pequeños, iguales o inferiores a  $5^\circ$ , los radios deberán ser suficientemente grandes para proporcionar longitud de curva mínima  $L$  obtenida con la fórmula siguiente:

$$L > 30(10 - \Delta), \Delta < 5^\circ$$

**Donde:**

- $L$  : en grados
  - $\Delta$  : en grados
- No se usara nunca ángulos de deflexión menores de  $59''$

La longitud mínima de curva ( $L$ ) será:

**TABLA N°41: Longitud mínima de curva**

<b>CARRETERA RED NACIONAL</b>	<b>L(m)</b>
Autopista de primer y segunda clase	6 V
Primera, Segunda y Tercera Clase	3 V

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

**Donde:**

- V : Velocidad de diseño (km/h)

✚ De acuerdo a la tabla mostrada la longitud mínima de curva será 90m.

En carreteras de tercera clase no será necesario disponer curva horizontal cuando la deflexión máxima no supere los valores del siguiente cuadro:

**TABLA N° 42: Deflexión máxima aceptable sin curva circular**

<b>VELOCIDAD DE DISEÑO Km/h</b>	<b>DEFLEXIÓN MÁXIMA ACEPTABLE SIN CURVA CIRCULAR</b>
30	2° 30´
40	2° 15´
50	1° 50´
60	1° 30´
70	1° 20´
80	1° 10´

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

### **7.3.1.3 Tramos en tangente**

Las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente, en función a la velocidad de diseño, se indican en el cuadro siguiente.

**TABLA N° 43** Longitudes de tramos en tangente

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

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

- De acuerdo a la Tabla N°43 y con una velocidad de diseño 30 Km/h, la longitud mínima en radios de curvatura con sentido contrario, será de 42m y para el resto de casos (radios de curvatura con el mismo sentido será de 84m.

### 7.3.1.4 Curvas Horizontales o Circulares

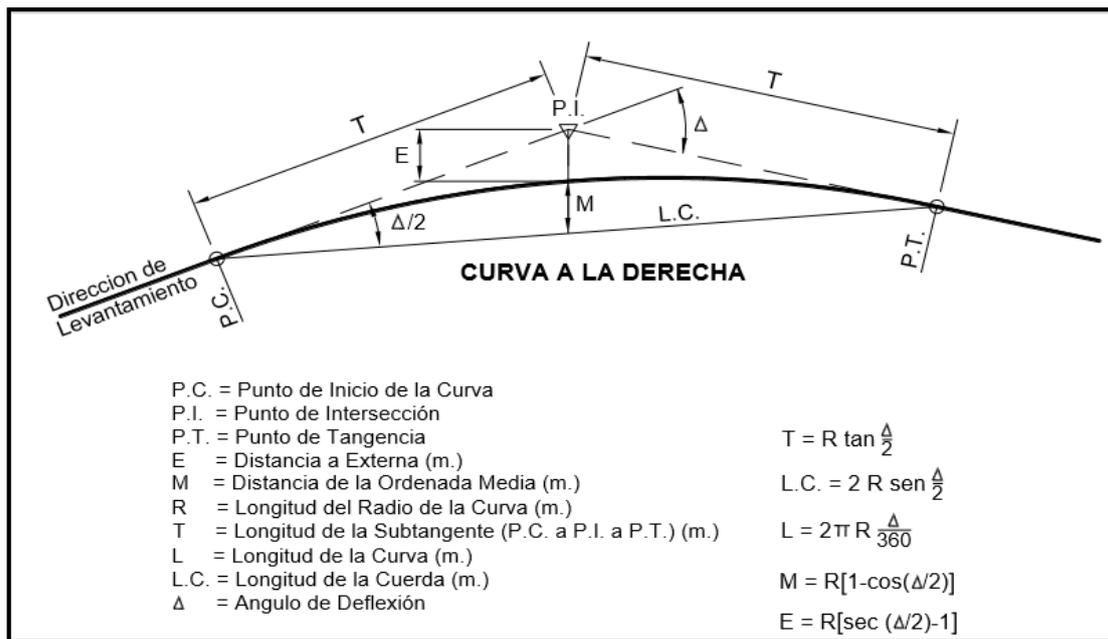
Son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales.

**TABLA N°44:** Simbología de la curva circular

ELEMENTO	SÍMBOLO	FÓRMULA
Tangente	T	$T = R \tan\left(\frac{I}{2}\right)$
Longitud de Curva	Lc	$Lc = \frac{\pi R I \Delta}{180}$
Cuerda	C	$C = 2R \sin\left(\frac{I}{2}\right)$
Externa	E	$E = R \left[ \sec\left(\frac{I}{2}\right) - 1 \right]$
Flecha	F	$F = R \left[ 1 - \cos\left(\frac{I}{2}\right) \right]$

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

**FIGURA N° 08:** Simbología de la curva circular



*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

### Radios mínimos

Los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y comodidad, para cuyo cálculo puede utilizarse la siguiente fórmula:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127 (P_{max} + f_{max})}$$

**Donde:**

- $R_{min}$  : Radio Mínimo
- $v$  : Velocidad de diseño
- $P_{max}$  : Peralte máximo asociado a V.
- $f_{max}$  : Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V.

En la tabla se puede apreciar el resultado de la aplicación de la formula.

**TABLA N° 45:** Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras

Ubicación de la Vía	Velocidad de diseño	B máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área rural (accidentada o escarpada)	30	12	0.17	24.4	25
	40	12	0.17	43.4	45
	50	12	0.16	70.3	70
	60	12	0.15	105	105
	70	12	0.14	148.4	150
	80	12	0.14	193.8	195
	90	12	0.13	255.1	255
	100	12	0.12	328.1	330
	110	12	0.11	414.2	415
	120	12	0.09	539.9	540
	130	12	0.08	665.4	665

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

- ✚ De acuerdo al cuadro anterior, para un área rural (accidentado tipo 3) y velocidad de diseño de 30Km/h, se consideró un radio mínimo de 25 m y peralte máximo de 12%.

### 7.3.1.5 Curvas de Transición

Son espirales que tienen por objeto evitar las discontinuidades en la curvatura del trazo, por lo que, en su diseño deberán ofrecer las mismas condiciones de seguridad, comodidad y estética que el resto de los elementos del trazado

#### **Radios que permiten prescindir de la curva de transición**

Cuando no existe curva de transición, el desplazamiento instintivo que ejecuta el conductor respecto del eje de su carril disminuye a medida que el radio de la curva circular crece. ( DG - 2014, pág. 159)

En el caso de carreteras de Tercera Clase y cuando el radio de las curvas horizontales sea superior al señalado en el cuadro mostrado a continuación, se podrá prescindir de curvas de transición.

**TABLA N° 46:** Radios que permiten prescindir de la curva de Transición

Velocidad de diseño Km/h	Radio (m)
20	24
30	55
40	95
50	150
60	210
70	290
80	380
90	480

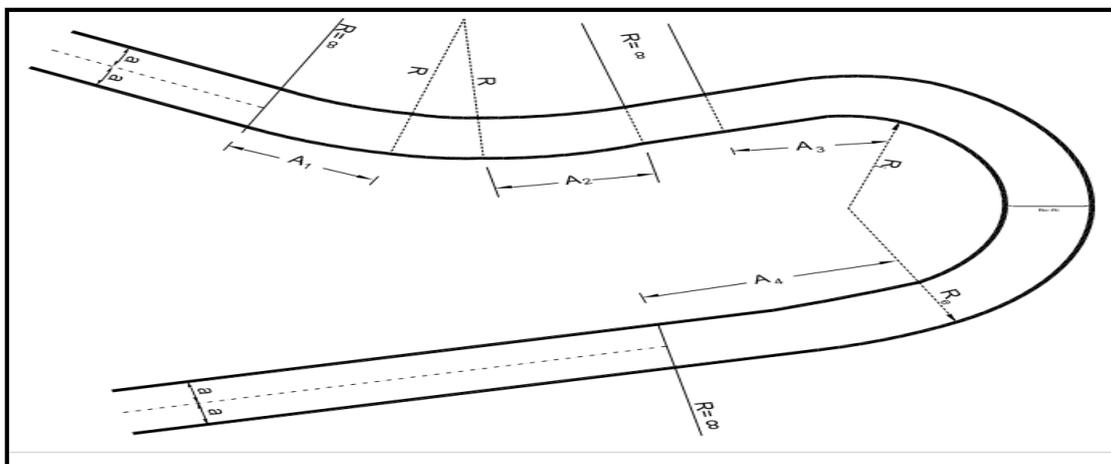
*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

- ✚ Para la carretera en estudio se hará uso de curvas de transición para las curvas simples y curvas de volteo, debido a que presentan radios menores a los mostrados en la tabla anterior.

### 7.3.1.6 Curvas de Vuelta

Son aquellas curvas que se proyectan sobre una ladera, en terrenos accidentados, con el propósito de obtener o alcanzar una cota mayor, sin sobrepasar las pendientes máximas, y que no es posible lograr mediante trazados alternativos. En tal sentido, la curva de vuelta quedará definida por dos arcos circulares de radio interior "Ri" y radio exterior "Re".

**FIGURA N°09:** Ilustra un caso en que los alineamientos de entrada y salida de la curva de vuelta, presentan una configuración compleja



*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

**TABLA N°47:** Radio exterior mínimo correspondiente a un radio interior adoptado

Radio Interior Ri (m)	Radio Exterior mínimo Re (m). según maniobra prevista		
	T2S2	C2	C2 + C2
6	14	15.75	17.50
7	14.50	16.50	18.25
8	15.25	17.25	19
10	16.75	18.75	20.25
12	18.25	20.50	22.25
15	21	23.25	24.75
20	26	28	29.25

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

- El radio interior de 8m, representa un mínimo normal
  - El radio interior de 6m, representa un mínimo absoluto y solo podrá ser usado en forma excepcional.
- ✚ De acuerdo a la tabla anterior, en el presente proyecto se utilizará el radio interior de 8m, el cual representa un mínimo normal y es recomendado por el Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” (DG - 2014).

### 7.3.1.7 Transición de peralte

Debe ser la traza del borde de la calzada, en la que se desarrolla el cambio gradual de la pendiente de dicho borde, entre la que corresponde a la zona en tangente, y la que corresponde a la zona peraltada de la curva.

( DG - 2014, pág. 166)

El peralte máximo se calcula con la siguiente fórmula:

$$iP_{max} = 1.8 - 0.01 V$$

**Donde:**

- $iP_{max}$ : Máxima inclinación de cualquier borde de la calzada respecto al eje de la vía (%).
  - $V$  : Velocidad de diseño (km/h).
- ✚ El peralte máximo para el proyecto en estudio será de 1.5%

En carreteras de Tercera Clase, se tomarán los valores que muestra la Tabla N° 48 para definir las longitudes mínimas de transición de bombeo y de transición de peralte en función a la velocidad de diseño y valor del peralte.

**TABLA N°48:** Longitud mínima de transición de peralte

Velocidad de diseño (Km/h)	Valor del peralte						Longitud mínima de transición de bombeo (m)**
	2%	4%	6%	8%	10%	12%	
	Longitud mínima de transición de peralte (m)*						
20	9	18	27	36	45	54	9
30	10	19	29	38	48	58	10
40	10	21	31	41	51	62	10
50	11	22	33	44	55	66	11
60	12	24	36	48	60	72	12
70	13	26	39	52	65	79	13
80	14	29	43	58	72	86	14
90	15	31	46	61	77	92	15

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

- La longitud mínima de transición de peralte, está basada en la rotación de un carril.
- La longitud mínima de transición de bombeo, está basada en 2% de bombeo.
- ✚ De acuerdo al cuadro mostrado, para una velocidad de diseño de 30Km/h y peralte de 1.5%, corresponde una longitud de transición de peralte de 14.5 m y una longitud de transición de bombeo de 10m.

La transición del peralte deberá llevarse a cabo combinando las tres condiciones siguientes:

- Características dinámicas aceptables para el vehículo
- Rápida evacuación de las aguas de la calzada.
- Sensación estética agradable.

### 7.3.1.8 Sobreancho

Es el ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos.

#### Desarrollo del Sobreancho

Con el fin de disponer de un alineamiento continuo en los bordes de la calzada, el Sobreancho debe desarrollarse gradualmente a la entrada y salida de las curvas.

En el caso de curvas circulares simples, por razones de apariencia, el sobreancho se debe desarrollar linealmente a lo largo del lado interno de la calzada, en la misma longitud utilizada para la transición del peralte.

**( DG - 2014, pág. 175)**

Para la determinación del desarrollo del sobreancho se utilizará la siguiente fórmula:

$$Sa_n = \frac{Sa}{L} l_n$$

**Donde:**

- $Sa_n$  : Sobreancho correspondiente a un punto distante  $l_n$  metros desde el origen.
- $L$  : Longitud total del desarrollo del sobreancho, dentro de la curva de transición.
- $l_n$  : Longitud en cualquier punto de la curva, medido desde su origen (m).

## **7.4 Diseño Geométrico en Perfil**

### **7.4.1 Generalidades**

El diseño geométrico en perfil o alineamiento vertical, está constituido por una serie de rectas enlazadas por curvas verticales parabólicas, a los cuales dichas rectas son tangentes; en cuyo desarrollo, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, en positivas, aquellas que implican un aumento de cotas y negativas las que producen una disminución de cotas. ( **DG - 2014, pág. 188**)

### **7.4.2 Consideraciones de diseño**

- En terreno accidentado, en lo posible la rasante deberá adaptarse al terreno, evitando los tramos en contrapendiente, para evitar alargamientos innecesarios.
- Es deseable lograr una rasante compuesta por pendientes moderadas, que presenten variaciones graduales de los lineamientos, compatibles con la categoría de la carretera y la topografía del terreno.
- Deberán evitarse las rasantes de “lomo quebrado” (dos curvas verticales de mismo sentido, unidas por una alineación corta). Si las curvas son convexas se generan largos sectores con visibilidad restringida, y si ellas son cóncavas, la visibilidad del conjunto resulta antiestética y se crean falsas apreciaciones de distancia y curvatura.

### **7.4.3 Pendiente**

#### **7.4.3.1 Pendiente mínima**

Es conveniente proveer una pendiente mínima del orden de 0,5%, a fin de asegurar en todo punto de la calzada un drenaje de las aguas superficiales.

#### **7.4.3.2 Pendiente máxima**

Es conveniente considerar las pendientes máximas que están indicadas en la tabla siguiente, no obstante, se pueden presentar los siguientes casos particulares.

**TABLA N°49:** Pendientes máximas (%)

Demanda	Carretera			
Vehículos/día	< 400			
Características	<b>Tercera Clase</b>			
Tipo de Orografía	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 Km			10,00	10,0

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

- ✚ De la tabla mostrada, para una velocidad de diseño de 30 Km/h, carretera de tercera clase y terreno accidentado (tipo3) se utilizó como pendiente máxima 10%

#### 7.4.4 Curvas Verticales

##### 7.4.4.1 Generalidades

Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas, cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor del 1%, para carreteras pavimentadas y del 2% para las demás.

**( DG - 2014, pág. 194)**

Dichas curvas verticales parabólicas, son definidas por su parámetro de curvatura K, que equivale a la longitud de la curva en el plano horizontal, en metros, para cada 1% de variación en la pendiente, así:

$$K = \frac{L}{A}$$

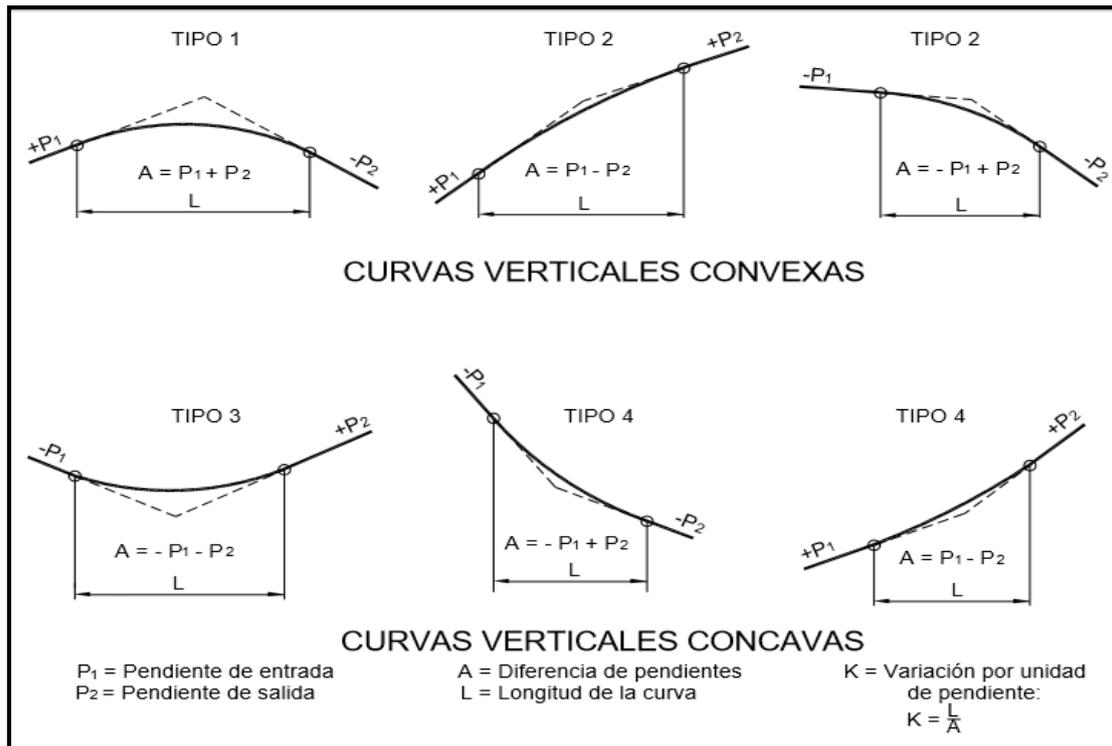
**Donde:**

- K: Parámetro de curvatura
- L : Longitud de la curvatura
- A : Valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes

##### 7.4.4.2 Tipos de curvas verticales

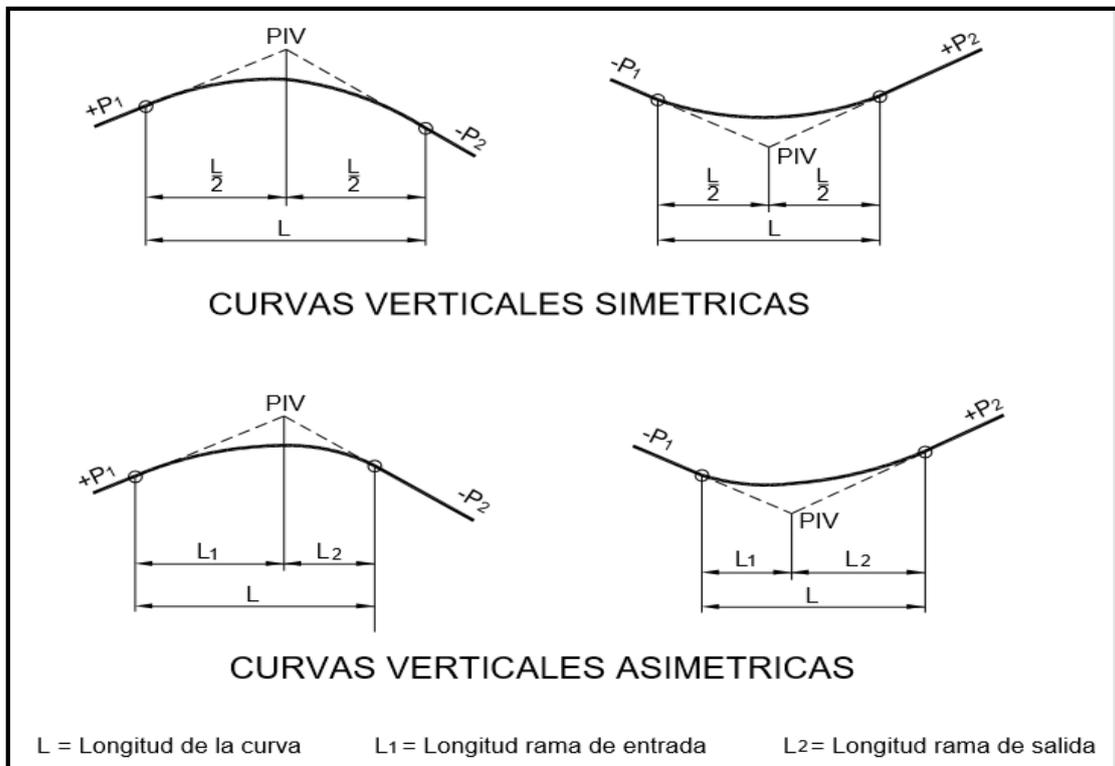
Se pueden clasificar por su forma como curvas verticales convexas y cóncavas y de acuerdo con la proporción entre sus ramas que las forman como simétricas y asimétricas.

**FIGURA N°10:** Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas



*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

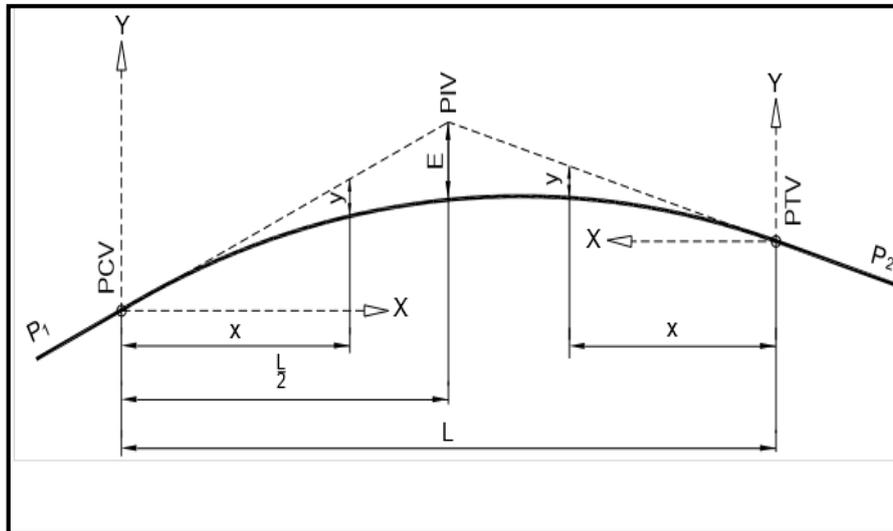
**FIGURA N°11:** Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas



*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

La **CURVA VERTICAL SIMÉTRICA** está conformada por dos parábolas de igual longitud, que se unen en la proyección vertical del PIV. La curva vertical recomendada es la parábola cuadrática.

**FIGURA N° 12:** Elementos de la curva vertical simétrica



*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

**Donde:**

- PCV : Principio de la curva vertical
- PIV : Punto de intersección de las tangentes verticales
- PTV : Término de la curva vertical
- S1: Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%)
- S2: Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%)
- A : Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%)
- E: Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, en metros (m)

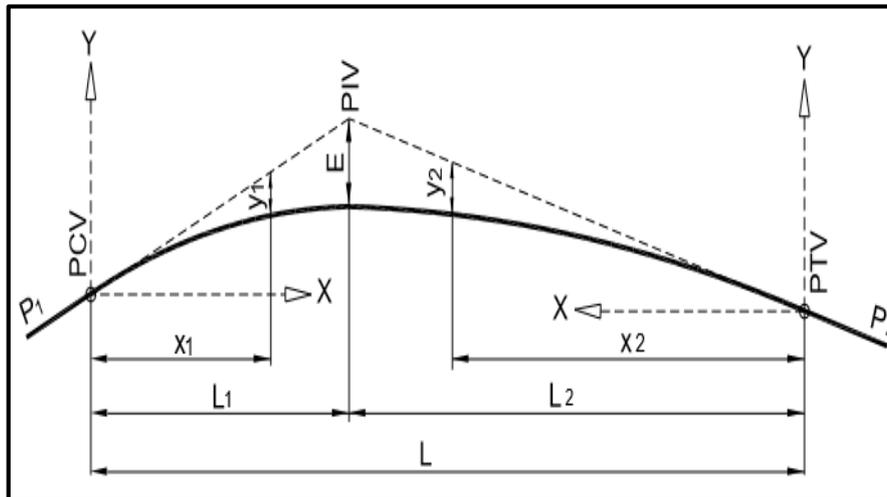
$$E = \frac{AL}{800}$$

- X: Distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV o desde el PTV.
- Y : Ordenada vertical en cualquier punto, también llamada corrección de la curva vertical, se calcula mediante la siguiente fórmula

$$Y = X^2 \left( \frac{A}{200L} \right)$$

La **CURVA VERTICAL ASIMÉTRICA**, está conformada por dos parábolas de diferente longitud ( $L_1$ ,  $L_2$ ) que se unen en la proyección vertical del PIV.

**FIGURA N°13:** Elementos de la curva vertical asimétrica



*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

**Dónde:**

- PCV: Principio de la curva vertical
- PIV : Punto de intersección de las tangentes verticales
- PTV : Término de la curva vertical
- L: Longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal, en metros (m), se cumple:  $L = L_1 + L_2$  y  $L_1 \neq L_2$ .
- S1: Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%)
- S2: Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%)
- L1: Longitud de la primera rama, medida por su proyección horizontal en metros (m).
- L2: Longitud de la segunda rama, medida por su proyección horizontal, en metros (m).
- A: Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%).

$$A = |S_1 - S_2|$$

- E: Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, en metros (m)

$$E = \frac{A L_1 + L_2}{200 (L_1 + L_2)}$$

- X1 : Distancia horizontal a cualquier punto de la primera rama de la curva medida desde el PCV
- X2 : Distancia horizontal a cualquier punto de la segunda rama de la curva medida desde el PTV
- Y1 : Ordenada vertical en cualquier punto de la primera rama medida desde el PCV

$$Y_1 = E \left( \frac{X_1}{L_1} \right)^2$$

- Y2: Ordenada vertical en cualquier punto de la segunda rama medida desde el PTV.

$$Y_2 = E \left( \frac{X_2}{L_2} \right)^2$$

#### 7.4.4.3 Longitud de las curvas convexas

Los valores del Índice K al que se refiere el Art. 303.04.01, para la determinación de la longitud de las curvas verticales convexas para carreteras de Tercera Clase, serán las indicadas en la siguiente tabla.

**TABLA N° 50:** Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de Tercera Clase

Velocidad de diseño Km/h	Longitud controlada por visibilidad de parada		Longitud controlada por visibilidad de paso	
	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de paso	Índice de curvatura K
20	20	0.6	-	-
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

#### 7.4.4.4 Longitud de las curvas cóncavas

Los valores del Índice K, para la determinación de la longitud de las curvas verticales convexas para carreteras de Tercera Clase, serán las indicadas en la siguiente tabla.

**TABLA N°51:** Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de Tercera Clase

Velocidad de diseño (Km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Índice de curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

- ✚ Para determinar los índices de curvatura “k” que se presenta en las tablas mencionadas anteriormente, para curvas verticales convexas y cóncavas respectivamente, se utilizarán de acuerdo a las distancias y procurando no sobrepasar los valores límites que se mencionan en la norma.

#### 7.5.5 Cálculo de la Poligonal

- **Azimut inicial**

Se mide a partir del norte magnético hasta el alineamiento (PI0 – PI1)

$$\text{Azimut Inicial} = 360^{\circ} 00' 00'' - 36^{\circ} 3' 32''$$

$$\text{Azimut Inicial} = 323^{\circ} 56' 28''$$

- **Proyecciones Este y Norte (Ejemplo PI0 – PI1)**

$$\Delta E = \text{Distancia (PI0 – PI1)} \times \text{Sen}(\text{Azimut Inicial})$$

$$\Delta E = 95.17800 \times \text{Sen}(323^\circ 56' 28'')$$

$$\Delta E = -56.0233$$

$$\Delta N = \text{Distancia (PI0 - PI1)} \times \text{Cos}(\text{Azimut Inicial})$$

$$\Delta N = 95.17800 \times \text{Cos}(323^\circ 56' 28'')$$

$$\Delta N = 76.9430$$

- **Coordenadas Absolutas Este y Norte (Ejemplo PI1)**

$$PI1(\text{Coordenadas Este}) = PI0(\text{Coordenadas Este}) + \Delta E1$$

$$I1(\text{Coordenadas Este}) = 810054.737 - 56.0233$$

$$\Delta E = 809998.7137$$

$$PI1(\text{Coordenadas Norte}) = PI0(\text{Coordenadas Norte}) + \Delta N1$$

$$I1(\text{Coordenadas Norte}) = 9100095.326 - 76.9430$$

$$\Delta E = 9100018.383$$

- **Resumen de la poligonal (PI0 - PI18)**

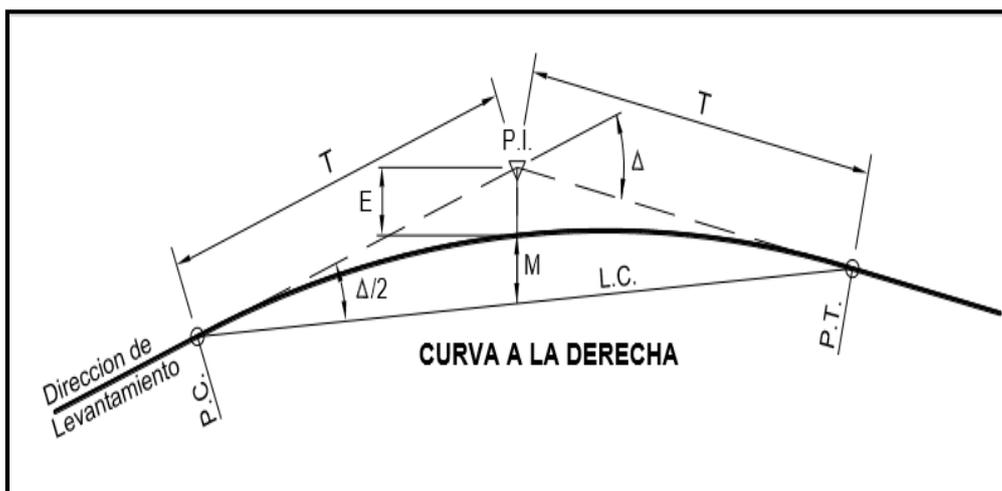
**TABLA N°52: Resumen de la Poligonal Abierta**

PI	Lado	Dist.	ANGULO					Azimut					Proyecciones		Coordenadas		Correccion		Proyec.		Coordenadas correg.		
			GRA.	MIN.	SEG.	segs.	Rad.	sentido	GRA.	MIN.	SEG.	segs.	Rad.	Este	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este	Norte
PI0	PI0 - PI1	95.17800									323° 56' 28"	323.9410	5.654	-56.02	76.94	810054.737	9100095.326					810054.737	9100095.326
PI1	PI1 - PI2	302.71200	34	24	7.20	34.402	0.60043	D			358° 20' 35"	358.3430	6.254	-8.75	302.59	809988.714	9100172.269	0.001	0.001	-56.02	76.94	809988.714	9100172.270
PI2	PI2 - PI3	214.33400	13	46	1.20	13.767	0.24028	D			372° 06' 36"	372.1100	6.495	44.96	209.56	809989.960	9100474.854	0.002	0.003	-8.75	302.59	809989.963	9100474.859
PI3	PI3 - PI4	133.67400	16	37	44.40	16.629	0.29023	I			355° 28' 52"	355.4810	6.204	-10.53	133.26	810034.925	9100684.419	0.001	0.002	44.97	209.57	810034.929	9100684.425
PI4	PI4 - PI5	307.60200	26	15	32.40	26.259	0.45831	D			381° 44' 24"	381.7400	6.663	113.93	285.72	810024.393	9100817.677	0.001	0.001	-10.53	133.26	810024.398	9100817.685
PI5	PI5 - PI6	88.50400	82	27	32.40	82.459	1.43918	I			299° 16' 52"	299.2810	5.223	-77.20	43.29	810138.327	9101103.401	0.002	0.003	113.94	285.73	810138.334	9101103.412
PI6	PI6 - PI7	282.88000	30	35	20.40	30.589	0.53388	I			268° 41' 31"	268.6920	4.690	-282.81	-6.46	810061.131	9101146.687	0.001	0.001	-77.20	43.29	810061.138	9101146.700
PI7	PI7 - PI8	30.00000	89	44	6.00	89.735	1.56617	I			178° 57' 25"	178.9570	3.123	0.55	-30.00	809778.325	9101140.230	0.002	0.003	-282.80	-6.45	809778.334	9101140.246
PI8	PI8 - PI9	85.85800	90	15	50.40	90.264	1.57540	I			88° 41' 35"	88.6930	1.548	85.84	1.96	809778.871	9101110.235	0.000	0.000	0.55	-29.99	809778.880	9101110.251
PI9	PI9 - PI10	144.37900	18	34	44.40	18.579	0.32426	D			107° 16' 19"	107.2720	1.872	137.87	-42.87	809864.707	9101112.194	0.001	0.001	85.84	1.96	809864.716	9101112.211
PI10	PI10 - PI11	30.00000	89	31	44.40	89.529	1.56258	D			196° 48' 04"	196.8010	3.435	-8.67	-28.72	810002.575	9101069.326	0.001	0.002	137.87	-42.87	810002.586	9101069.345
PI11	PI11 - PI12	83.20400	90	28	8.40	90.469	1.57898	D			287° 16' 12"	287.2700	5.014	-79.45	24.70	809983.904	9101040.607	0.000	0.000	-8.67	-28.72	809983.914	9101040.626
PI12	PI12 - PI13	270.71400	16	7	44.40	16.129	0.28150	I			271° 08' 28"	271.1410	4.732	-270.66	5.39	809914.451	9101065.308	0.001	0.001	-79.45	24.70	809914.462	9101065.328
PI13	PI13 - PI14	201.78000	18	23	31.20	18.392	0.32100	D			289° 31' 59"	289.5330	5.053	-190.17	67.47	809643.791	9101070.699	0.002	0.003	-270.66	5.39	809643.803	9101070.721
PI14	PI14 - PI15	235.71900	118	22	1.20	118.367	2.06589	I			171° 09' 58"	171.1660	2.987	36.20	-232.92	809453.623	9101138.164	0.001	0.002	-190.17	67.47	809453.637	9101138.189
PI15	PI15 - PI16	30.00000	90	0	0.00	90.000	1.57080	D			261° 09' 58"	261.1660	4.558	-29.64	-4.61	809489.823	9100905.241	0.001	0.003	36.20	-232.92	809489.838	9100905.269
PI16	PI16 - PI17	95.99600	90	0	0.00	90.000	1.57080	D			351° 09' 58"	351.1660	6.129	-14.74	94.86	809460.179	9100900.634	0.000	0.000	-29.64	-4.61	809460.194	9100900.662
PI17	PI17 - PI18	121.06100	89	46	48.00	89.780	1.56696	I			261° 23' 10"	261.3860	4.562	-119.70	-18.13	809445.437	9100995.491	0.001	0.001	-14.74	94.86	809445.453	9100995.520
PI18			31	32	2.40	31.534	0.55037	D								809325.741	9100977.359	0.001	0.001	-119.69	-18.13	809325.758	9100977.389

Fuente: El autor

• **Cálculo de Curvas Horizontales**

**FIGURA N° 14: Curva horizontal**



Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)

- **Tangente (Ejemplo Curva 1)**

$$T = R \times \tan \frac{\phi}{2}$$

$$T = 80 \times \tan \left( \frac{34^\circ 24' 07''}{2} \right)$$

$$T = 24.77 \text{ m}$$

- **Longitud de curva (Ejemplo Curva 1)**

$$Lc = \frac{R \times \pi \times \phi}{180}$$

$$Lc = \frac{80 \times \pi \times 34^\circ 24' 07''}{180}$$

$$Lc = 48.03 \text{ m}$$

- **Longitud de la Externa (Ejemplo Curva 1)**

$$E = R \times \left( \frac{1}{\cos \left( \frac{\phi}{2} \right)} - 1 \right)$$

$$E = 80 \times \left( \frac{1}{\cos \left( \frac{34^\circ 24' 07''}{2} \right)} - 1 \right)$$

$$E = 3.75 \text{ m}$$

- **Longitud de la Flecha (Ejemplo Curva 1)**

$$F = R \times \left( 1 - \cos \left( \frac{\phi}{2} \right) \right)$$

$$F = 80 \times \left( 1 - \cos \left( \frac{34^\circ 24' 07''}{2} \right) \right)$$

$$F = 3.578 \text{ m}$$

- **Resumen de Elementos de Curva (C01 – C018)**

**TABLA N°53: Resumen de los elementos de curva**

Curva N°	ÁNGULO			Sent.	Radio	Tan.	Lc (m)	C (m)	Externa (m)	Flecha (m)	P (%)	S/A (m)	Lrp (m)
	grad	min	seg		(m)	(m)							
PI1	34°	24°	07°	D	80.00	24.77	48.03	47.316	3.75	3.578	2.5%	0.700	5.05
PI2	13°	46°	01°	D	80.00	9.66	19.22	19.176	0.58	0.577	2.5%	0.700	5.05
PI3	16°	37°	44°	D	80.00	11.69	23.22	23.137	0.85	0.841	2.5%	0.700	5.05
PI4	26°	15°	32°	I	80.00	18.66	36.66	36.344	2.15	2.091	2.5%	0.700	5.05
PI5	82°	27°	32°	D	35.00	30.67	50.37	46.135	11.54	8.677	3.2%	1.600	5.06
PI6	30°	35°	20°	D	50.00	13.67	26.69	26.378	1.84	1.771	2.5%	1.100	5.05
PI7	89°	44°	06°	D	15.00	14.93	23.49	21.164	6.16	4.369	12.0%	3.700	5.24
PI8	90°	15°	50°	D	15.00	15.07	23.63	21.262	6.26	4.418	12.0%	3.700	5.24
PI9	18°	34°	44°	I	80.00	13.09	25.94	25.828	1.06	1.049	2.5%	0.700	5.05
PI10	89°	31°	44°	I	15.00	14.88	23.44	21.126	6.13	4.350	12.0%	3.700	5.24
PI11	90°	28°	08°	D	15.00	15.12	23.68	21.300	6.30	4.437	12.0%	3.700	5.24
PI12	16°	07°	44°	D	80.00	11.34	22.52	22.446	0.80	0.791	2.5%	0.700	5.05
PI13	18°	23°	31°	I	100.00	16.19	32.10	31.962	1.30	1.285	2.5%	0.600	5.05
PI14	118°	22°	01°	I	35.00	58.67	72.31	60.117	33.32	17.070	3.2%	1.600	5.06
PI15	90°	00°	00°	D	15.00	15.00	23.56	21.213	6.21	4.393	12.0%	3.700	5.24
PI16	90°	00°	00°	I	15.00	15.00	23.56	21.213	6.21	4.393	12.0%	3.700	5.24
PI17	89°	46°	48°	I	35.00	34.87	54.84	49.402	14.40	10.204	3.2%	1.600	5.06
PI18	31°	32°	02°	I	80.00	22.59	44.03	43.476	3.13	3.010	2.5%	0.700	5.05
PI19	22°	03°	58°	D	80.00	15.60	30.81	30.620	1.51	1.479	2.5%	0.700	5.05
PI20	32°	21°	14°	I	80.00	23.21	45.17	44.577	3.30	3.168	2.5%	0.700	5.05
PI21	72°	43°	26°	I	40.00	29.45	50.77	47.431	9.67	7.789	0.7%	1.400	5.01
PI22	72°	47°	53°	D	40.00	29.49	50.82	47.472	9.70	7.804	0.7%	1.400	5.01
PI23	107°	59°	10°	I	35.00	48.16	65.96	56.626	24.54	14.424	3.2%	1.600	5.06
PI24	38°	32°	24°	D	80.00	27.97	53.81	52.803	4.75	4.482	2.5%	0.700	5.05
PI25	26°	20°	46°	I	80.00	18.72	36.79	36.463	2.16	2.105	2.5%	0.700	5.05
PI26	36°	38°	49°	D	80.00	26.49	51.17	50.301	4.27	4.056	2.5%	0.700	5.05
PI27	11°	22°	05°	I	80.00	7.96	15.87	15.847	0.40	0.393	2.5%	0.700	5.05
PI28	20°	56°	35°	D	80.00	14.79	29.24	29.079	1.35	1.332	2.5%	0.700	5.05
PI29	25°	50°	42°	I	80.00	18.36	36.09	35.781	2.08	2.026	2.5%	0.700	5.05
PI30	36°	07°	59°	D	80.00	26.10	50.45	49.619	4.15	3.944	2.5%	0.700	5.05
PI31	39°	44°	53°	D	50.00	18.07	34.69	33.995	3.17	2.978	2.5%	1.100	5.05

*Fuente: El autor*

- **Resumen de Cálculo de Coordenadas de los PCS Y PTS**

**TABLA N°54: Elementos de curva**

Estación	Lado	Tangente	AZIMUT				Proyecciones				Punto	COORDENADAS	
			Grad	Min	Seg	GRAD	RAD	Este	Norte	ESTE		NORTE	
PI1	km 00 - PI1	24.766	143°	56'	28"	143.941	2.512	14.578	-20.021	PC 1	810013.291	9100152.248	
										PI 1	809998.714	9100172.269	
PI2	PI1 - PI2	24.766	358°	20'	35"	358.343	6.254	-0.716	24.755	PT 1	809997.997	9100197.024	
	PI1 - PI2	9.658	178°	20'	35"	178.343	3.113	0.279	-9.654	PC 2	809990.240	9100465.201	
PI3										PI 2	809989.960	9100474.854	
	PI2 - PI3	9.658	372°	06'	36"	372.110	6.495	2.026	9.443	PT 2	809991.986	9100484.297	
PI4	PI2 - PI3	11.691	192°	06'	36"	192.110	3.353	-2.453	-11.431	PC 3	810032.473	9100672.987	
										PI 3	810034.925	9100684.419	
PI5	PI3 - PI4	11.691	355°	28'	52"	355.481	6.204	-0.921	11.655	PT 3	810034.004	9100696.074	
	PI3 - PI4	18.660	175°	28'	52"	175.481	3.063	1.470	-18.602	PC 4	810025.863	9100799.075	
PI6										PI 4	810024.393	9100817.677	
	PI4 - PI5	18.660	381°	44'	24"	381.740	6.663	6.912	17.333	PT 4	810031.305	9100835.010	
PI7	PI4 - PI5	30.672	201°	44'	24"	201.740	3.521	-11.361	-28.490	PC 5	810126.967	9101074.910	
										PI 5	810138.327	9101103.401	
PI8	PI5 - PI6	30.672	299°	16'	52"	299.281	5.223	-26.753	15.001	PT 5	810111.574	9101118.402	
	PI5 - PI6	13.673	119°	16'	52"	119.281	2.082	11.926	-6.688	PC 6	810073.058	9101140.000	
PI9										PI 6	810061.131	9101146.687	
	PI6 - PI7	13.673	268°	41'	31"	268.692	4.690	-13.670	-0.312	PT 6	810047.462	9101146.375	
PI10	PI6 - PI7	14.931	88°	41'	31"	88.692	1.548	14.927	0.341	PC 7	809793.252	9101140.571	
										PI 7	809778.325	9101140.230	
PI11	PI7 - PI8	14.931	178°	57'	25"	178.957	3.123	0.272	-14.928	PT 7	809778.597	9101125.302	
	PI7 - PI8	15.069	358°	57'	25"	358.957	6.265	-0.274	15.067	PC 8	809778.597	9101125.302	
PI12										PI 8	809778.871	9101110.235	
	PI8 - PI9	15.069	88°	41'	35"	88.693	1.548	15.065	0.344	PT 8	809793.937	9101110.579	
PI13	PI8 - PI9	13.085	268°	41'	35"	268.693	4.690	-13.082	-0.298	PC 9	809851.625	9101111.895	
										PI 9	809864.707	9101112.194	
PI14	PI9 - PI10	13.085	107°	16'	19"	107.272	1.872	12.495	-3.885	PT 9	809877.202	9101108.308	
	PI9 - PI10	14.877	287°	16'	19"	287.272	5.014	-14.206	4.417	PC 10	809988.369	9101073.743	
PI15										PI 10	810002.575	9101069.326	
	PI10 - PI11	14.877	196°	48'	04"	196.801	3.435	-4.300	-14.242	PT 10	809998.275	9101055.084	
PI16	PI10 - PI11	15.123	16°	48'	04"	16.801	0.293	4.371	14.478	PC 11	809998.275	9101055.085	
										PI 11	809993.904	9101040.607	
PI17	PI11 - PI12	15.123	287°	16'	12"	287.270	5.014	-14.441	4.490	PT 11	809979.462	9101045.096	
	PI11 - PI12	11.335	107°	16'	12"	107.270	1.872	10.824	-3.365	PC 12	809925.275	9101061.943	
PI18										PI 12	809914.451	9101065.308	
	PI12 - PI13	11.335	271°	08'	28"	271.141	4.732	-11.333	0.226	PT 12	809903.118	9101065.534	
PI19	PI12 - PI13	16.189	91°	08'	28"	91.141	1.591	16.186	-0.322	PC 13	809659.977	9101070.399	
										PI 13	809643.791	9101070.721	
PI20	PI13 - PI14	16.189	289°	31'	59"	289.533	5.053	-15.258	5.413	PT 13	809628.533	9101076.134	
	PI13 - PI14	58.675	109°	31'	59"	109.533	1.912	55.298	-19.618	PC 14	809508.921	9101118.571	
PI21										PI 14	809453.623	9101138.189	
	PI14 - PI15	58.675	171°	09'	58"	171.166	2.987	9.011	-57.979	PT 14	809462.634	9101080.210	
PI22	PI14 - PI15	15.000	351°	09'	58"	351.166	6.129	-2.304	14.822	PC 15	809487.520	9100920.091	
										PI 15	809489.823	9100905.269	
PI23	PI15 - PI16	15.000	261°	09'	58"	261.166	4.558	-14.822	-2.304	PT 15	809475.001	9100902.965	
	PI15 - PI16	15.000	81°	09'	58"	81.166	1.417	14.822	2.304	PC 16	809475.001	9100902.965	
PI24										PI 16	809460.179	9100900.662	
	PI16 - PI17	15.000	351°	09'	58"	351.166	6.129	-2.304	14.822	PT 16	809457.875	9100915.484	
PI25	PI16 - PI17	34.866	171°	09'	58"	171.166	2.987	5.354	-34.452	PC 17	809450.791	9100961.039	
										PI 17	809445.437	9100995.491	
PI26	PI17 - PI18	34.866	261°	23'	10"	261.386	4.562	-34.473	-5.222	PT 17	809410.964	9100990.269	
	PI17 - PI18	22.588	81°	23'	10"	81.386	1.420	22.333	3.383	PC 18	809348.074	9100980.742	
PI27										PI 18	809325.741	9100977.359	
	PI18 - PI19	22.588	292°	55'	12"	292.920	5.112	-20.805	8.797	PT 18	809304.937	9100986.156	
PI28	PI18 - PI19	15.598	112°	55'	12"	112.920	1.971	14.367	-6.075	PC 19	809217.714	9101023.036	
										PI 19	809203.348	9101029.110	
PI29	PI19 - PI20	15.598	270°	51'	14"	270.854	4.727	-15.597	0.232	PT 19	809187.751	9101029.343	
	PI19 - PI20	23.207	90°	51'	14"	90.854	1.586	23.205	-0.346	PC 20	808702.743	9101036.572	
PI30										PI 20	808679.538	9101036.918	
	PI20 - PI21	23.207	238°	30'	00"	238.500	4.163	-19.787	-12.126	PT 20	808659.750	9101024.793	
PI31	PI20 - PI21	29.450	58°	30'	00"	58.500	1.021	25.110	15.387	PC 21	808410.068	9100871.787	
										PI 21	808384.958	9100856.400	
PI32	PI21 - PI22	29.450	311°	13'	26"	311.224	5.432	-22.150	19.407	PT 21	808362.808	9100875.807	
	PI21 - PI22	29.489	131°	13'	26"	131.224	2.290	22.180	-19.434	PC 22	808362.808	9100875.807	
PI33										PI 22	808340.628	9100895.241	
	PI22 - PI23	29.489	384°	01'	19"	384.022	6.702	12.005	26.935	PT 22	808352.633	9100922.176	
PI34	PI22 - PI23	48.161	204°	01'	19"	204.022	3.561	-19.606	-43.990	PC 23	808474.340	9101195.253	
										PI 23	808493.946	9101239.242	
PI35	PI23 - PI24	48.161	276°	02'	10"	276.036	4.818	-47.894	5.064	PT 23	808446.052	9101244.307	
	PI23 - PI24	27.969	96°	02'	10"	96.036	1.676	27.814	-2.941	PC 24	807853.560	9101306.957	
PI36										PI 24	807825.747	9101309.897	
	PI24 - PI25	27.969	314°	34'	34"	314.576	5.490	-19.923	19.630	PT 24	807805.824	9101329.527	

Fuente: El autor

## 7.6.6 Diseño geométrico de la sección transversal

### 7.6.6.1 Generalidades

- El diseño geométrico de la sección transversal, consiste en la descripción de los elementos de la carretera en un plano de corte vertical normal al alineamiento horizontal.
- El elemento más importante de la sección transversal es la zona destinada a la superficie de rodadura o calzada, cuyas dimensiones deben permitir el nivel de servicio previsto en el proyecto, sin perjuicio de la importancia de los otros elementos de la sección transversal, tales como bermas, aceras, cunetas, taludes y elementos complementarios.
- Constituyen secciones transversales particulares, las correspondientes a los puentes y pontones, túneles, ensanches de plataforma y otros.  
( DG - 2014, pág. 204)

### 7.6.6.2 Elementos de la sección transversal

#### a. Calzada o superficie de rodadura

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma. La calzada se divide en carriles, los que están destinados a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito. ( DG - 2014, pág. 208)

- En carreteras de calzada única: Serán dos carriles por calzada.
- El ancho de la calzada en tangente, se determinará tomando como base el nivel de servicio deseado al finalizar el período de diseño. En consecuencia, el ancho y número de carriles se determinarán mediante un análisis de capacidad y niveles de servicio.
- ✚ De acuerdo a la tabla mostrada a continuación, para una carretera de tercera clase, velocidad de diseño de 30 km/h y terreno accidentado se consideró una calzada de 6m.

**TABLA N°55:** Anchos mínimos de calzada en tangente

Clasificación	Carretera			
Tráfico Vehículos / día	< 400			
Tipo	<b>Tercera Clase</b>			
Orografía	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 Km/h			6,00	6,00

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

**Notas:**

- a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)
- b) En carreteras de Tercera Clase, excepcionalmente podrán utilizarse calzadas de hasta 5,00 m, con el correspondiente sustento técnico y económico

**b. Bermas**

- Franja longitudinal, paralela y adyacente a la calzada o superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencias.
- En general, la berma debe mantener el mismo nivel e inclinación (bombeo o peralte) de la superficie de rodadura o calzada, y acorde a la evaluación técnica y económica del proyecto, está constituida por materiales similares a la capa de rodadura de la calzada. ( **DG - 2014, pág. 210**)
- En las carreteras de calzada única, las bermas deben tener anchos iguales.

➤ **Ancho de las bermas**

Se establece el ancho de berma en función a la clasificación de la vía, velocidad de diseño y orografía.

- ✚ De acuerdo a la tabla mostrada a continuación, para carreteras de tercera categoría, velocidad de diseño de 30 Km/h y terreno accidentado corresponde un ancho de berma de **0.50m**.

**TABLA N°56:** Anchos de bermas

Clasificación	Carretera			
Tráfico Vehículos / día	< 400			
Tipo	<b>Tercera Clase</b>			
Orografía	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 Km/h			0.50	0.50

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

**Notas:**

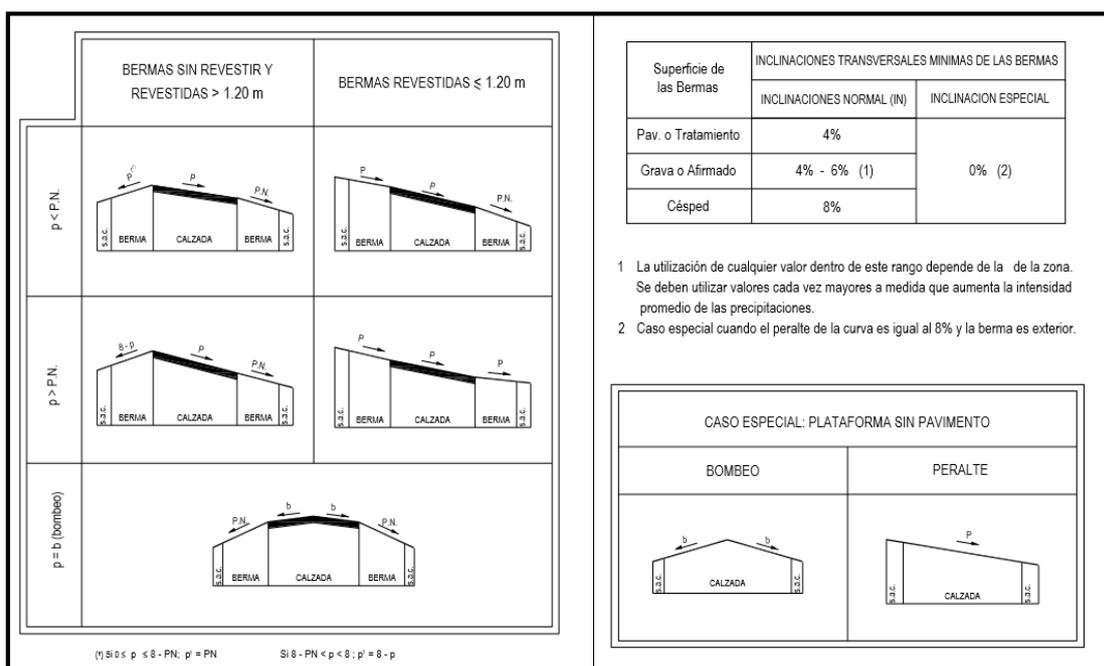
- a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)
- b) Para carreteras de Primera, Segunda y Tercera Clase, en casos excepcionales y con la debida justificación técnica, la Entidad Contratante podrá aprobar anchos de berma menores a los establecidos en la presente tabla.

**Inclinación de las bermas**

En el caso de las carreteras de bajo tránsito:

- En los tramos en tangentes, las bermas tendrán una pendiente de 4% hacia el exterior de la plataforma.
- La berma situada en el lado inferior del peralte, seguirá la inclinación de éste cuando su valor sea superior a 4%. En caso contrario, la inclinación de la berma será igual al 4%.
- La berma situada en la parte superior del peralte, tendrá en lo posible, una inclinación en sentido contrario al peralte igual a 4%, de modo que escurra hacia la cuneta.

**FIGURA N°15: Inclinación transversal de bermas**



**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)

✚ De lo expuesto anteriormente sobre la teoría de ancho de berma, su dimensión será de 0.5m y tendrá una inclinación de **4%**.

**c. Bombeo**

En tramos en tangente o en curvas en contraperalte, las calzadas deben tener una inclinación transversal mínima denominada bombeo, con la finalidad de evacuar las aguas superficiales. El bombeo depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona.

**( DG - 2014, pág. 214)**

**TABLA N°57: 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

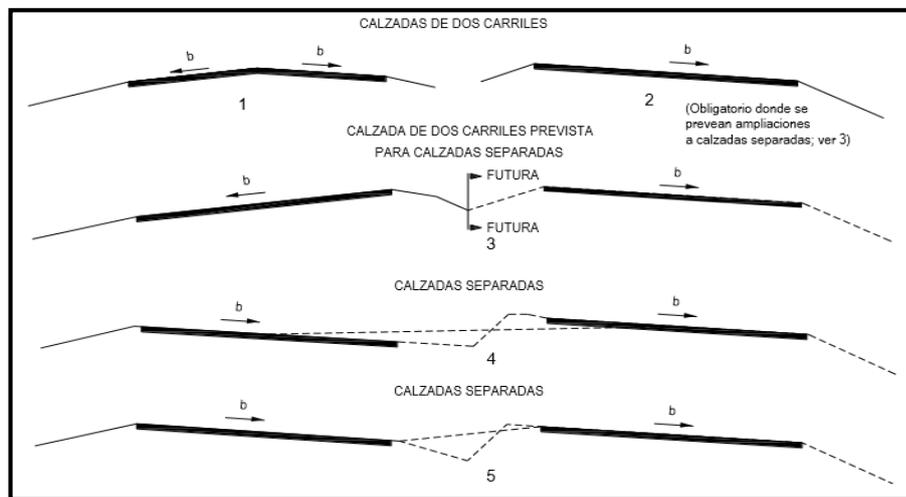
**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)

- ✚ De lo expuesto en la tabla anterior, del estudio hidrológico se tiene una precipitación media anual menor a 500 mm y una superficie de Asfalto, para ello se utilizó un bombeo de 2 %.

El bombeo puede darse de varias maneras, dependiendo del tipo de carretera y la conveniencia de evacuar adecuadamente las aguas, entre las que se indican:

- La denominada de dos aguas, cuya inclinación parte del centro de la calzada hacia los bordes.
- El bombeo de una sola agua, con uno de los bordes de la calzada por encima del otro.

**FIGURA N° 16:** Casos de bombeo



*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

**d. Peralte**

Inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo.

**TABLA N°58:** Valores de peralte máximo

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (P)	
	Absoluto	Normal
Atravesamiento de zonas urbanas	6,0%	4.0%
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8,0%	6,0%
Zona rural (Accidentado o Escarpado)	12,0%	8,0%
Zona rural con peligro de hielo	8,0%	6,0%

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

- ✚ De acuerdo a la tabla anterior, por ser una zona rural con una orografía accidentada, tendrá como peralte máximo normal de **8%**.

**TABLA N°59:** Peralte mínimo

Velocidad de diseño Km/h	Radios de curvatura
$V \geq 100$	$5.000 \leq R < 3.500$
$40 \leq V < 100$	$2.500 \leq R < 3.500$

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

- ✚ El peralte mínimo será del 2%, para los radios y velocidades de diseño indicadas en la Tabla N°59.

### e. Taludes

El talud es la inclinación de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en terraplenes. Dicha inclinación es la tangente del ángulo formado por el plano de la superficie del terreno y la línea teórica horizontal. Los taludes para las secciones en corte, variarán de acuerdo a las características geomecánicas del terreno; su altura, inclinación y otros detalles de diseño o tratamiento, se determinarán en función al estudio de mecánica de suelos o geológicos correspondientes, condiciones de drenaje superficial y subterráneo, según sea el caso. ( **DG - 2014, pág. 222**)

**TABLA N° 60:** 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	< 5m	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	*
	10m	1:8	1: 2	*	*	*

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

\* Requerimiento de banquetas y/o estudio de estabilidad

- ✚ De acuerdo a la tabla anterior, para corte de terreno se utilizará: para una altura menor a 5m y un material correspondiente a suelo limo arcilloso de acuerdo a estudio de suelos, se utilizó la ( relación H:V =1:1.5)

Los taludes en zonas de relleno, variaran en función de las características del material con el cual está formado.

**TABLA N°61:** Valores referenciales para taludes en relleno (relación V: H)

Materiales	Talud ( V:H)		
	Altura (m)		
	< 5	5 – 10	10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1,5	1:1,75	1:2
Arena	1:2	1:2,25	1:2,5
Enrocado	1:1	1:1,25	1:1,5

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

- ✚ Según la Tabla N° 61, para taludes en relleno en un lugar donde presenta gravas, limo arenoso y arcilla, adoptaremos la relación V:H = 1:1.5 para alturas menores a 5m.

#### f. Cunetas

Son canales construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y subsuperficiales, procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes, a fin de proteger la estructura del pavimento. ( **DG - 2014, pág. 228**)

- La sección transversal puede ser triangular, trapezoidal, rectangular o de otra geometría que se adapte mejor a la sección transversal de la vía y que prevea la seguridad vial; revestidas o sin revestir; abiertas o cerradas, de acuerdo a los requerimientos del proyecto.
- Las dimensiones de las cunetas se deducen a partir de cálculos hidráulicos, teniendo en cuenta su pendiente longitudinal, intensidad de precipitaciones pluviales, área de drenaje y naturaleza del terreno, entre otros.
- Las pendientes longitudinales mínimas absolutas serán 0,2%, para cunetas revestidas y 0,5% para cunetas sin revestir.

#### 7.7 Derecho de Vía o faja de dominio

Es la faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuario.

La faja del terreno que conforma el Derecho de Vía es un bien de dominio público inalienable e imprescriptible, cuyas definiciones y condiciones de uso se encuentran establecidas en el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial. ( DG - 2014, pág. 217)

### 7.7.1 Ancho del Derecho de Vía

Para la determinación del Derecho de Vía, además de la sección transversal del proyecto, deberá tenerse en consideración la instalación de los dispositivos auxiliares y obras básicas requeridas para el funcionamiento de la vía.

**TABLA N° 62:** Anchos mínimos de Derecho de Vía

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

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

### 7.8 Cuadro resumen de Consideraciones Geométricas

**TABLA N° 63:** Consideraciones geométricas para el diseño

PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO		
CARACTERÍSTICAS DE TRÁNSITO		
Índice Medio Diario Anual		32
CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA		
De acuerdo a su demanda		Carreteras de Tercera Clase
De acuerdo a su orografía		Terreno Accidentado(Tipo 3)
CONTROLES BÁSICOS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO		
Velocidad de diseño		30 Km/h
Distancia de visibilidad de parada (30Km)	Pendiente nula o en bajada	Con pendiente máxima de 9% (35m)
	Pendiente en subida	Con pendiente máxima de 9% (29m)
Distancia de visibilidad de adelantamiento		200m

<b>Curvas Horizontales</b>		
Valor límite de Fricción (f.max)		0.17
Peralte máximo		12%
Radio mínimo		25m
<b>Curvas de Vuelta</b>		
Tipo de vehículo		C2
Radio Interior		8m
Radio exterior		17.25 m
<b>Curvas Verticales</b>		
<b>CONVEXA</b>		K = 1.9
Longitud Controlada por Visibilidad de Parada		
Longitud Controlada por Visibilidad de Paso		K = 46
<b>CÓNCAVA</b>		K= 6
Longitud Controlada por Visibilidad de Parada		
<b>DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL</b>		
Calzada	6.00 m	
Bermas	0.5 m	
Inclinación de las bermas	4%	
Bombeo	2.00%	
Taludes	En corte (H/V)	1:1.5
	En relleno (V/H)	1:1.5
Cuneta Triangular	0.40 x 0.80m	
Pendiente máxima	9.90%	
Pendiente mínima	0.5%	
Vehículo Tipo	C2	
Superficie de rodadura	Pavimento Flexible en Caliente	

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)

---

**CAPITULO - XIII**  
**DISEÑO DE PAVIMENTO**

---

## **8.1 Generalidades**

Debido a la creciente necesidad de comunicación con mayor comodidad y a una velocidad moderada, en la estructura de la trocha existente, para dotarla de mayor capacidad en condiciones de seguridad y economía de los caseríos de Chulite, Rayambara y La Soledad, se propone realizar mejoras en la vía, lo que significa plantear modificaciones para que así pueda soportar las condiciones del tránsito vehicular y las más diversas condiciones topográficas y meteorológicas que presenta la zona.

Para mejorar la estructura de la carretera existente (suelos naturales), se realiza un proceso llamado estabilización y para que la superficie de rodadura sea resistente y duradera a las cargas de los vehículos, se debe colocar una capa de material más resistente que el suelo, denominada Pavimento.

Para determinar el dimensionamiento de las secciones del pavimento, los procedimientos más generalizados de uso en el país son:

- Método AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993
- Análisis de la Performance o Comportamiento del Pavimento durante el periodo de diseño

## **8.2 Definición**

Un pavimento viene a ser toda estructura que tiene un determinado espesor, la cual puede estar conformada por una o varias capas, conformada generalmente por las capas de subrasante, sub base, base y la capa de rodamiento, estas capas se colocan sobre un terreno que se denomina terreno de fundación, para soportar las cargas del tránsito y distribuir las en el terreno.

Para que un pavimento cumpla sus funciones, debe ser: Económico, seguro y resistente a la acción de las diferentes cargas transmitidas.

## **8.3 Elección del Tipo de Pavimento**

### **8.3.1 Pavimento Flexible**

Esta construido utilizando ligantes asfálticos dentro de la estructura de capa que forman un pavimento y en lo que se refiere a estabilidad depende del entrelazamiento de los áridos, rozamiento y cohesión de las partículas.

Las ventajas que nos brinda el pavimento flexible son:

- El pavimento flexible suele ser más barato.
- Se acomoda mejor al terreno.
- Todas las capas del pavimento flexible trabajan, es decir soportan esfuerzos de corte.
- Se pueden utilizar los materiales existentes en la zona.

## **8.4 Diseño de Pavimento flexible**

### **8.4.1 Parámetros de Diseño**

El método de diseño de la guía AASHTO para el Diseño De Estructuras de Pavimentos Flexibles, desarrollado a partir de la experiencia vial AASHTO, requiere de la determinación de los siguientes parámetros de diseño:

- Periodo de diseño.
- Tráfico, expresado como el número de ejes equivalentes a ejes simples de 18 Kip, acumulados durante el periodo de diseño (ESAL)  $W_{18}$ .
- Resistencia del terreno de fundación, en términos del módulo resiliente (Mr).
- Confiabilidad (R).
- Desviación estándar total ( $S_0$ )
- Pérdida de la serviciabilidad(  $\Delta PSI$ )

A partir de los parámetros establecidos, se determina la resistencia estructural que requiere el pavimento, este número estructural a su vez, permite definir la estructura del pavimento, es decir el número de capas, así como el espesor de cada una de las capas, teniendo en cuenta las características físicas y químicas del material usado en cada capa.

### **Tráfico de Diseño (ESAL $W_{18}$ )**

La información del tráfico en el funcionamiento de las capas de la estructura del pavimento, necesarias para las ecuaciones de diseño de la guía de AASHTO, incluye las cargas por eje, configuración de ejes y número de aplicaciones.

El estudio del tráfico realizado en el tramo Chulite – Rayambara – La Soledad en la Estación N° 01 ubicada en el Km 00 + 000, el conteo de tráfico se realizó los siete días de la semana empezando el día 18 hasta el 24 de febrero del 2017.

**Tabla N°64:** Tabla de vehículos según su tipo

Tipo de Vehículo	N° de vehículos
Combi	16
Pick Up	19
Camión 2E	20
Auto	12
Station Wagon	13
Panel	8
<b>TOTAL</b>	<b>88</b>

*Fuente: El autor*

**FIGURA 17:** Cuadro de clasificación vehicular Chulite – Rayambara – La Soledad

TRAMO DE LA CARRETERA		CHULITE - RAYAMBARA - LA SOLEDAD															ESTACION		CHULITE						
SENTIDO		E ← S →															CODIGO DE LA ESTACION		E-01						
UBICACION		PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD															DIA Y FECHA		18 Febrero 2017						
DIAS		7																							
HORA	SEN- DO	AUTO	STATION WAGON	CAMONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL PARCIAL DE VEHICULOS		TOTAL DIARIO		
DIAGRA. VEH																					LIGEROS	PESADOS			
00-01	E	V. LIGEROS						V. PESADOS																	
	S	V. LIGEROS						V. PESADOS																	
1	E	1		1		1					2										8	3	11		
	S	1	1	2		1					1														
2	E		1	1		1					1										6	2	8		
	S		1	1		1					1														
3	E	1		1	1	1					2										8	4	12		
	S	1		1	1	1					2														
4	E	1	1	1		1					1										8	2	10		
	S	1	1	1		1					1														
5	E	1	1	2	1	1					2										11	5	16		
	S	1	1	1	1	1					3														
6	E	1	1	2	1	1					1										11	2	13		
	S	1	1	1	1	1					1														
7	E	1	2	2	1	2					1										16	2	18		
	S	1	2	2	1	2					1														
PARCIAL:		12	13	19	8	16	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	5	18		
TOTAL =		68						20										TOTAL	88						

*Fuente: El autor*

Debido a que no se cuenta con información de pesos de volumen de los vehículos, entonces se tomará los datos del Manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

**Tabla N°65:** Cuadro de cálculo de número de repeticiones de ejes equivalentes

Clase de vehículo	Eje equivalente (EE <sub>8.2 Tn</sub> )
Bus de (2 o 3 ejes)	1.85
Camión ligero (2 ejes)	1.15
Camión mediano (2 ejes)	2.75
Camión pesado (>3 ejes)	2
Camión articulado 3 ejes	4.35
Auto o vehículo ligero	0.0001

*Fuente:* Manual de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito, Pag.121

➤ Para el cálculo del Tráfico de Diseño, se utilizará la siguiente fórmula:

$$N_{rep. de EE_{8.2 tn}} = \sum [EE_{dia-carril} \times 365 \times ((1 + t)^n - 1)] / t$$

**En donde:**

**EE** día – carril: EE x Factor direccional X

**EE** : N° de vehículos según tipo x factor vehículo x factor de presión en llantas

**T** : Tasa de proyección del tráfico en centésimas

**Fd** : 0.5 corresponde a carreteras de dos direcciones.

✚ Para el proyecto se ha tomado en cuenta los datos siguientes:

Periodo de diseño = 20 años

Factor de crecimiento =  $((1 + 0.03)^{20} - 1) / (0.03) = 26.87$

**TABLA N° 66:** Parámetros para el cálculo de número de repeticiones de ejes equivalentes

Parámetros	Descripción
<b>Nrep de EE 8.2t</b>	Número de Ejes Equivalentes de 8.2tn
<b>EE día – carril</b>	<p><b>EE día – carril</b> = Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Resultado del IMD por cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional, por el Factor Carril de diseño, por el factor Vehículo pesado, se aplica la siguiente relación:</p> <p><b>EE día – carril</b> = <math>IMD_{pi} \times F_d \times F_c \times F_{vp} \times F_{pi}</math></p> <p>Donde:</p> <p><b>IMD<sub>pi</sub></b> : Corresponde al Índice Medio según tipo de vehículo pesado seleccionado (i)</p> <p><b>F<sub>d</sub></b> : Factor Direccional, según Cuadro N° 6.1</p> <p><b>F<sub>c</sub></b> : Factor Carril de diseño, según Cuadro N° 6.1</p> <p><b>F<sub>vp</sub></b>: Factor de Presión de neumáticos, según Cuadro N° 6.13</p>
<b>Fca</b>	Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado (Según cuadro 6.2)
<b>365</b>	Número de días del año
$\Sigma$	Sumatoria de Ejes Equivalentes de todo el tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño por Factor de crecimiento acumulado por 365 días del año.

**Fuente:** Manual de Carreteras: Sección Suelos y Pavimentos

**TABLA N° 67:** Parámetros y resultados del cálculo de número de repeticiones de EE de 8.2 Tn

Parámetros para el cálculo del Numero de Repeticiones de Ejes Equivalentes							
EE dia carril					Fca	N° dias al año	EE 8.2 toneladas
IMD <sub>pi</sub>	F <sub>d</sub>	F <sub>c</sub>	F <sub>vp</sub>	F <sub>p</sub>			
5.0	0.50	1	3.477	1	26.87	365	<b>85256.06</b>

**Fuente:** El autor

- ✚ De acuerdo al Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos anteriormente citado y tomando como vehículo de diseño al camión de carga tipo C2, obtenemos los resultados que se muestran en la TABLA N° 67, el cual fue de 85,256.06 EE.

Por lo tanto la demanda de Ejes Equivalentes que se tiene a lo largo del periodo de diseño para definir su estructura de pavimento, es la siguiente:

**TABLA N°68:** Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 Tn, en el Carril de Diseño

Tipos de Tráfico Pesado Expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado Expresado en EE
TP0	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
TP1	>150,000 EE ≤ 300,000 EE
TP2	>300,000 EE ≤ 500,000 EE
TP3	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
TP4	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE

**Fuente:** Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito, Pag.88

- ✚ Al obtener un valor de 85,256.06 EE, éste se encuentra en el tercer intervalo de la Tabla N°68 (> 75,000 - ≤ 150,000), entonces nuestro proyecto tiene un tipo de tráfico pesado expresado en EE TP0.

### Resistencia del Terreno de Fundación

La resistencia del terreno de fundación se expresa mediante el ensayo del CBR, para poder diseñar la estructura del pavimento y determinar el número de capas que deberá poseer dicha estructura.

**Tabla N°69:** Datos del ensayo de CBR

Número de Calicatas	CBR de diseño al 95%
C- 01	8.79
C-04	19.83
C-07	8.16

**Fuente:** El autor

✚ Mediante los estudios del suelo de fundación donde se realizara el proyecto, se determinó un CBR al 95% de 8.16 %; el cuál se usará para el Diseño del Pavimento Flexible en Caliente.

**TABLA N°70:** Categorías de Subrasante

Categorías de subrasante	CBR
S0: Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S2: Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% a CBR <10%
S3: Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% a CBR <20%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% a CBR <30%
S5: Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

**Fuente:** Manual de carreteras: Sección Suelos y Pavimentos

### Módulo Resiliente de Subrasante (MR)

Debido a que en muchos países no se cuenta con el equipo para la realización del ensayo para la determinación del Mr, se han desarrollado correlaciones entre este y los valores de CBR, valor R y con los valores y resultados de los ensayos de las propiedades índices del suelo, como las que se dan a continuación.

$$\text{Módulo Resiliente} = 2550 \times \text{CBR}^{0.64}$$

$$M_r = 2550 \times 8.16^{0.64}$$

$$M_r = 9772.86 \text{ psi}$$

### Confiabilidad (R):

Se determina a través de los estudios estadísticos realizados. El procedimiento de diseño se realiza con la predicción del comportamiento del pavimento, la desviación estándar y los rangos de valores de la desviación estándar total.

**Tabla N°71:** Niveles de confiabilidad (R)

Clasificación Funcional	Confiabilidad Recomendada		Desv. Est. Total ( $S_0$ )	
	Urbano	Rural	Pav. Rígido	Pav. Flexible
Interestatal y otras vías libres	85 – 99.9	80 – 99.9	0.30 – 0.40	0.40 – 0.50
Arterias Principales	80 - 99	75 – 95		
Colectoras	85 - 95	75 -95		
Locales	50 – 80	50 - 80		

**Fuente:** Guía AASHTO 1993, para el Diseño de Estructuras de Pavimentos

- De acuerdo a la clasificación funcional de la carretera (Locales), se adoptó una confiabilidad (R) de 65%, que corresponde al promedio de rango en vías Locales, el cual tiene como una desviación estándar normal ( $Z_r$ ) de -0.385; Así mismo se tomara una desviación estándar total ( $S_0$ ) de 0.45.

### Pérdida de Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI)

La guía de diseño de pavimento sugiere el uso de un índice de serviciabilidad inicial  $P_0$  y un índice de serviciabilidad final  $P_t$ .

Para carreteras de poco tráfico se tendrá en cuenta los valores de los siguientes cuadros:

**Tabla N°72:** Índice de Serviciabilidad Inicial

Índice de Serviciabilidad Inicial	
$P_i$	Clasificación
3.8	Caminos de bajo volumen de tránsito

**Fuente:** Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO 1993

**Tabla N°73:** Índice de Serviciabilidad Final

Índice de Serviciabilidad Final	
P <sub>t</sub>	Clasificación
2	Caminos de bajo volumen de tránsito

*Fuente:* Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO 1993

✚ De acuerdo a los valores de las tablas se obtuvo finalmente el valor de

$$\Delta PSI = 3.8 - 2$$

$$\Delta PSI = 1.8$$

### Número Estructural Requerido (SN)

Para determinar los espesores de las capas que conforman la estructura del pavimento se utilizó la metodología AASHTO, el cual considera parámetros que están en relación con el soporte (CBR), ejes equivalentes acumulados, factor ambiental, tasa de crecimiento y el periodo de diseño.

Se utiliza la siguiente Formula Empírica de diseño, para obtener el número estructural (SN)

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_r \times S_0 + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_r) - 8.07$$

**Tabla N°74:** Aplicación de la fórmula para obtener el SN

SN REQUERIDO	=	1.78
Zr x So	=	-0.17325
9.36xlog10(SN+1)-0.20	=	3.9594
log10(PSI7(4.2-1.5)	-0.25527	-0.0440
0.4+(1094/(SN+1) 5.19)	5.80362	
2.32 LOG10(mr)-8.07	=	1.1888
<b>4.930725</b>		<b>4.930983</b>
		0.00

*Fuente:* Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO 1993

✚ Aplicando la fórmula mostrada se determinó que el valor del Número Estructural Requerido (SN) es de 1.78.

### 8.4.2 Selección de los Espesores de Capa

Una vez que se ha determinado el número estructural de diseño para la estructura del pavimento, se necesita identificar un grupo de espesores de capas, las cuales al ser combinadas proporcionen la capacidad de carga correspondiente al SN de diseño.

La ecuación que proporciona la base para convertir un SN en espesores reales de superficie, base y sub-base; es la siguiente:

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

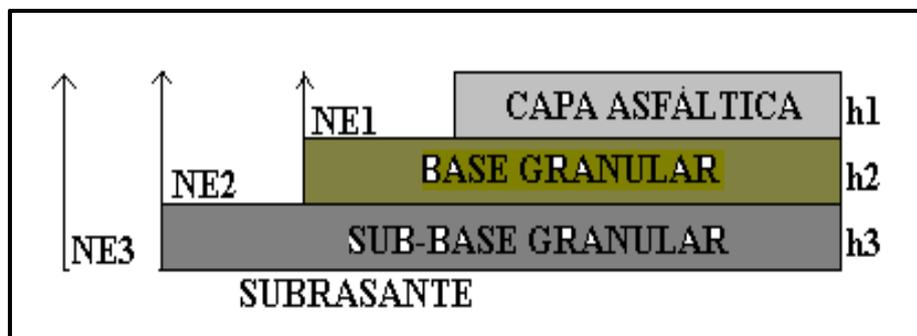
**Donde:**

$a_1, a_2, a_3$  = Coeficientes estructurales de capa.

$D_1, D_2, D_3,$  = Espesores de capa.

$M_2, m_3$  = Coeficientes de drenaje.

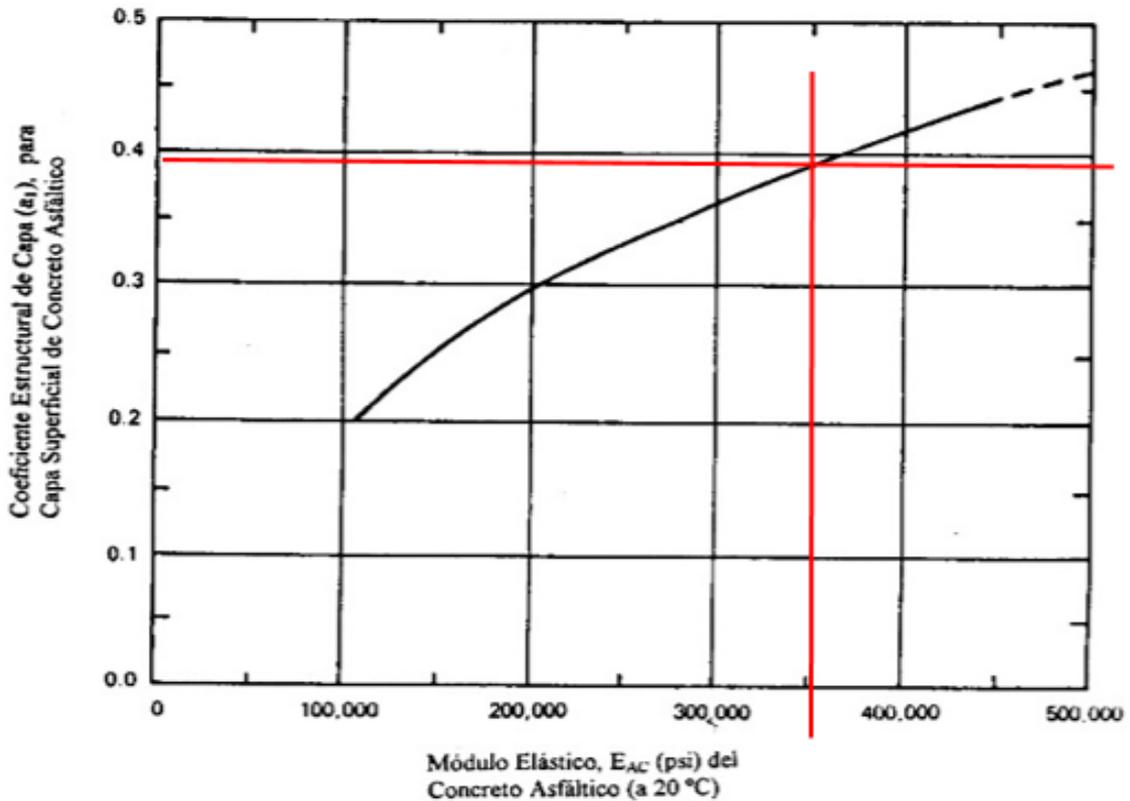
**FIGURA 18:** Aplicación de la fórmula para obtener el SN



*Fuente: Imágenes Google*

- **Determinación del valor  $a_1$**

**FIGURA 19:** Coeficiente Estructural a partir del Módulo Elástico del Concreto Asfáltico



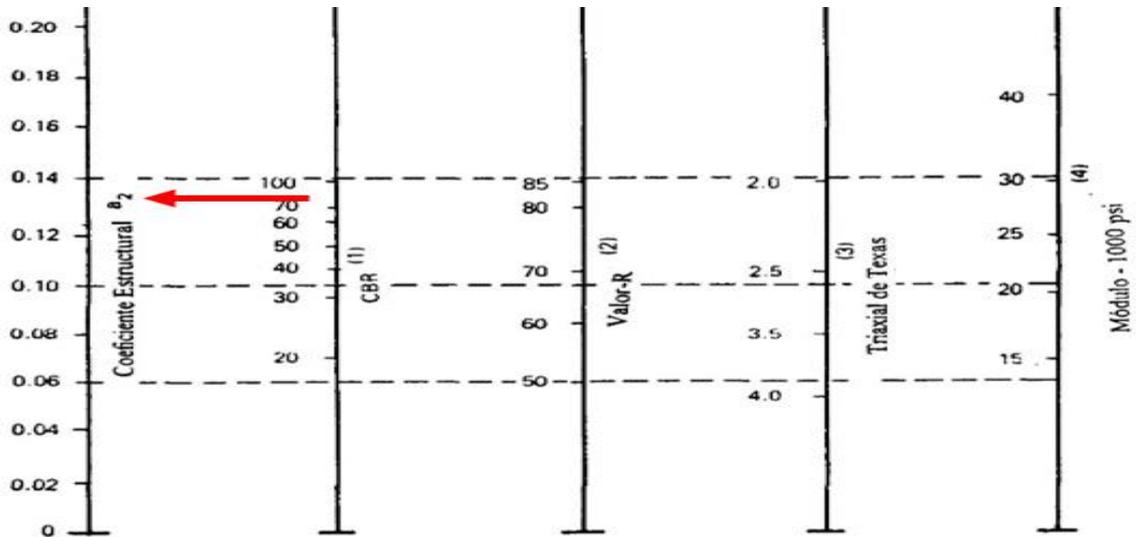
*Fuente:* Guía para el diseño de estructuras de pavimentos AASHTO 93

- ✚ Para la determinación de este valor se realiza en función al módulo de elasticidad de la carpeta asfáltica, para el presente proyecto es de 350,000 psi, este se proyecta en forma vertical hasta intersectar con la curva que se encuentra en dirección diagonal y desde ese punto se proyecta una línea en dirección horizontal hacia la izquierda donde se encuentran los valores de  $a_1$ .

Para nuestro diseño el valor de  $a_1 = 0.390$

- **Determinación del  $a_2$**

**FIGURA 20:** Coeficiente Estructural de la Capa Base

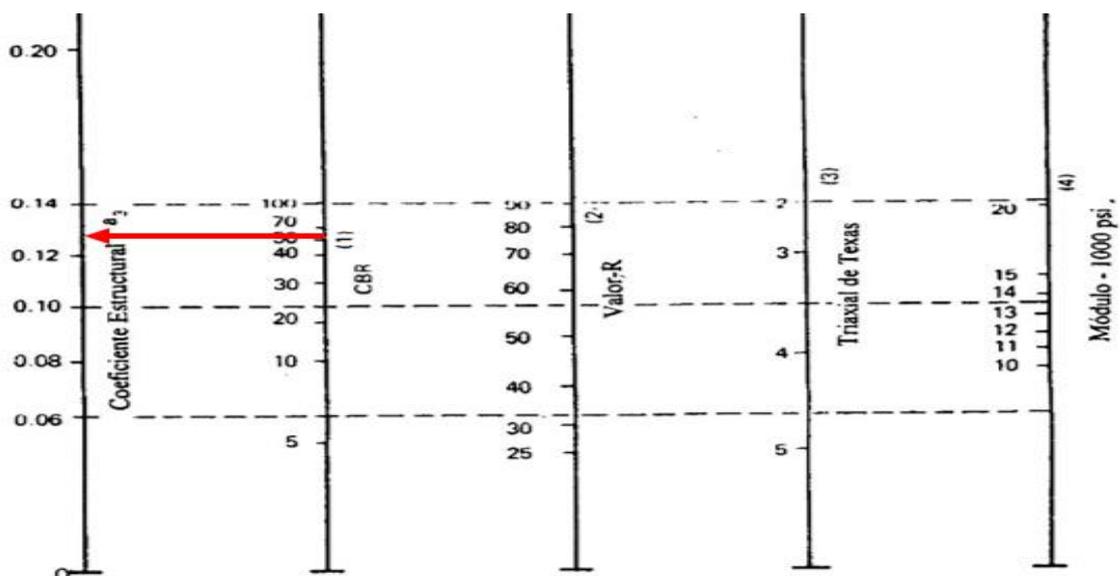


*Fuente:* Guía para el diseño de estructuras de pavimentos AASHTO 93, Pág. 125

- ✚ El coeficiente estructural de la capa base según el Abaco para una base de 80% de CBR obtenido en los ensayos de laboratorio, corresponde a un coeficiente estructural de  $a_2 = 0.132$

- **Determinación del  $a_3$**

**FIGURA 21:** Coeficiente Estructural de la Capa Base



*Fuente:* Guía para el diseño de estructuras de pavimentos AASHTO 93, Pág. 125

- ✚ El coeficiente estructural de la capa de sub-base según el Abaco para una base de 51.79% de CBR obtenido en los ensayos de laboratorio, corresponde a un coeficiente estructural de  $a_2 = 0.120$

### Determinación del valor $m_2$ , $m_3$

#### Condiciones de drenaje

Las condiciones de drenaje de la zona (Chulite, Rayambara, La Soledad) donde se realizara el proyecto son buenas con eliminación de agua naturalmente dentro de 1 día, por eso los valores de  $m_2$  y  $m_3$  se determinaran en función a los siguientes cuadros:

**TABLA N°75:** Condiciones de Drenaje

Drenaje	Agua Eliminada Naturalmente
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy Pobre	(el agua no drena)

*Fuente:* Manual de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito, Pág.126

**TABLA N°76:** Coeficiente de Drenaje de las Capas Granulares

Condición del drenaje	Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación			
	Menos de 1%	1 – 5%	5 – 25%	Más de 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

*Fuente:* Manual de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito, Pág.127

✚ Para el diseño se tendrá los valores siguientes valores:

$$m_2 = 1.00$$

$$m_3 = 1.00$$

**TABLA N°77:** Coeficientes Estructurales de Capa

Material	Mr (psi)	ai	mi
Capa asfáltica	350,000	0.390	-----
Base granular	42205	0.136	1
Sub - base	31953	0.120	1
Subrasante T.N.	9,792	-----	-----

*Fuente: El autor*

**TABLA N° 78:** Diseño de Espesores

CAPA	Espesor plg.	Espesor cm.
CAPA DE RODADURA	2.0	5.0
CAPA DE BASE GRANULAR	6.0	15.0
CAPA DE SUBBASE GRANULAR	6.0	15.0
<b>ESPEJOR TOTAL</b>	<b>14.0</b>	<b>35.0</b>

*Fuente: El autor*

✚ Se colocará una Carpeta de Asfalto en Caliente de 2 pulgadas, una Capa Base Granular de 6 pulgadas y una Capa Sub – Base de 6 pulgadas.

**Carpeta asfáltica (5cm)**



---

# **CAPITULO - IX**

## **SEÑALIZACIÓN**

---

## **9.1 Generalidades**

El rumbo de la carretera será suministrada de señales, para que sea efectivo debe llenar cierta necesidad, captar la atención, tener un adecuado significado preciso y sencillo; imponer el respeto del usuario, y dar tiempo para las respuestas necesarias. Las condiciones fundamentales para que se cumpla lo predicho abarcan la justificación, el diseño, la colocación, la operación, la conservación y la uniformidad.

La experiencia y el análisis nos han llevado a determinar condiciones bajo las cuales puede fundamentarse una señal para poder controlar el tráfico, dichas señales están normados y detallados en el “Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras” del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Los grupos de señalización que prevalecen son dos: La señalización horizontal (marcas en el pavimento) y la señalización vertical, en este caso sólo usaremos los dos tipos, ya que estamos hablando de una carretera diseñada a nivel de bicapa.

## **9.2 Señalización del Tráfico**

Las señales de tráfico son usadas para regular el tránsito y también prevenir los accidentes que puedan ocurrir en la vía durante la circulación del tránsito, sirven también para orientar e informar al usuario sobre la ruta, destinos, dificultades existentes en la zona, lugares turísticos, etc.

Normalmente las señales de tránsito estarán ubicadas a la derecha en el sentido del tránsito, en ciertas ocasiones se ubicaran en lo alto sobre la vía (Señales elevadas) y en casos particulares, como señales adicionales, se ubicaran en el lado izquierdo del sentido del tránsito.

### **Zona rural**

La longitud desde la calzada al borde próximo de la señal no será menos a 1.20 m. ni exceder a 3.0 m.

La altura a que se colocaran la señalización se regirá a lo siguiente:

- En zona rural la mínima altura que se permitirá desde el borde inferior de la señal a la superficie de rodadura (fuera de la berma) será de 1.50 m. también, en el caso de que se coloque diversas señales en el poste, el borde inferior de la señal más baja cumplirá con la altura mínima permisible.
- El Angulo de colocación de la señalización deberá formar un ángulo de 90° con el eje del camino, pudiendo variar cuando las señales son con material reflectorizante, la cual será de 8 a 152 en relación a la perpendicular de la vía.

### **9.3. Señales Verticales**

Son aquellas instaladas a nivel de la carretera o sobre ella y están dirigidas a reglamentar el tránsito, advertir o informar a los usuarios mediante símbolos o palabras determinadas.

Los grupos de señalización vertical son los siguientes:

- Señales Reguladoras
- Señales Preventivas
- Señales Informativas

#### **9.3.1. Señales Reguladoras**

Su objetivo es hacer saber a los usuarios de la vía sobre las limitaciones, prohibiciones o restricciones que mandan el uso de ella y cuyo forzamiento da paso a un delito.

Las señales de reglamentación se dividen en:

- Señales relativas al derecho de paso
- Señales prohibitivas o restrictivas
- Señales de sentido o circulación

#### **Señales relativas al derecho de paso**

##### **a. Señal de Velocidad Máxima(R-30)**

Son utilizadas para indicar a qué velocidad máxima permitida pueden

Circular los vehículos, también se usan para recordar al usuario del valor de la velocidad reglamentaria y cuando por razones de las características geométricas de la vía o aproximación a determinadas zonas urbana, debe restringirse la velocidad.

**FIGURA N°22:** Señal de Velocidad máxima



R-30

*Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*

### 9.3.2 Señales Preventivas

Son aquellas que son utilizadas para indicar con anticipación la aproximación de ciertas condiciones de la vía que implican un peligro potencial, el cual puede ser evitado tomando las precauciones necesarias.

**a. Color**

Fondo y borde: Amarillo caminero

Símbolos, letras y marco: Negro

**b. Forma**

Tendrán forma cuadrada con uno de sus vértices hacia abajo formando un rombo, a excepción de las señales especiales de “ZONA DE NO ADELANTAR” que serán de forma triangular tipo banderola horizontal, las de indicación de curva “CHEVRON” que serán de forma triangular y las de “PASO A NIVEL DE LINEA FERREA” (Cruz de San Andrés) que será de diseño especial.

### **c. Dimensiones**

Sus dimensiones tienen que ser tales que el mensaje transmitido sea fácilmente comprendido y visible, variando su tamaño de acuerdo a la siguiente recomendación:

- Carreteras, avenidas y calles: 0.60m x 0.60m
- Autopistas, caminos de alta velocidad: 0.75m x 0.75m
- Se harán uso de señales de 0.90m x 0.90 y de 1.20m x 1.20m, en casos excepcionales, y cuando, se estime necesario llamar preferentemente la atención como consecuencia de alto índice de accidentes.

### **d. Ubicación**

Las señales preventivas deberán ser colocadas a una distancia del lugar que se desea prevenir, y que permitan al conductor tener tiempo suficiente para disminuir su velocidad, la distancia se determinará de tal modo que asegure su mayor eficacia tanto de día como de noche, teniendo en cuenta las condiciones de la carretera.

Estas señales serán ubicadas a la derecha, en un ángulo recto frente al sentido de circulación y de acuerdo a las siguientes distancias:

- Zona urbana (60m - 75m)
- Zona rural (90m - 180m)
- Autopista (250m - 500m)

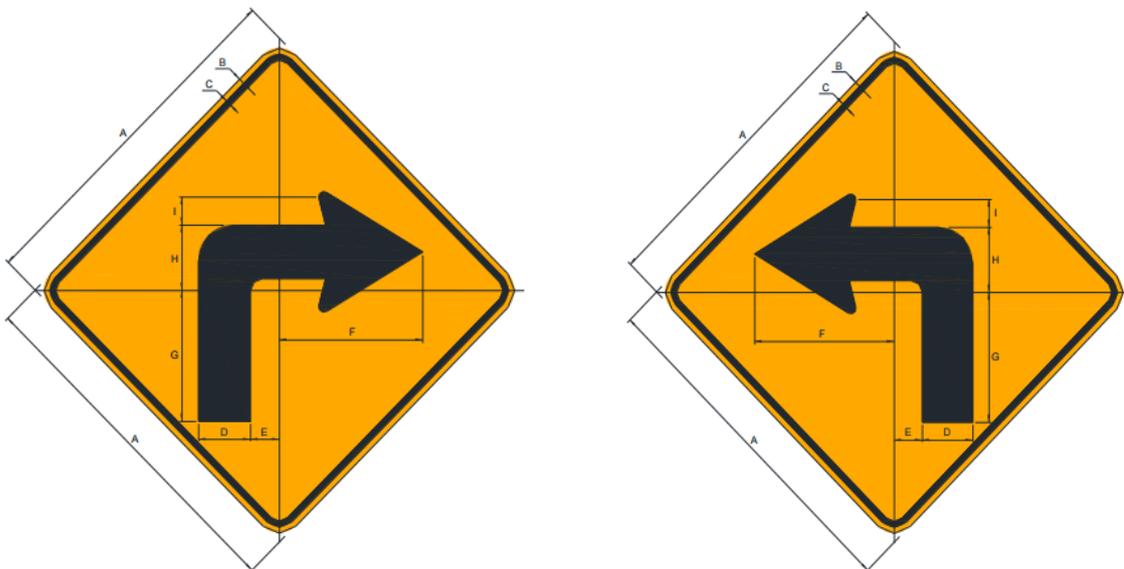
### **a. Señal Curva Pronunciada a la Derecha(P-1A) y a la Izquierda (P – 1B)**

Estas señales se utilizarán para prevenir la presencia de curvas de radio menor de 40 m y para aquellas de 40 a 80 m de radio cuyo ángulo de deflexión sea mayor de 45 °.

**FIGURA N°23:** Señal curva pronunciada a la derecha y a la izquierda



*Fuente:* Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras



P-1A	VELOCIDAD (Kmh)	DIMENSIONES (milímetros)								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
450 x 450	Ciclovia	450.0	7.5	7.5	67.5	37.5	186.4	165.0	82.5	35.4
600 x 600	50 o menor	600.0	10.0	10.0	90.0	50.0	248.5	220.0	110.0	47.2
800 x 800	60 - 70	800.0	13.3	13.3	120.0	66.7	331.4	293.3	146.7	62.9
1000 x 1000	80 - 90	1000.0	16.7	16.7	150.0	83.3	414.2	366.7	183.3	78.7
	100 o mayor	NO CORRESPONDE SU USO								

P-1B	VELOCIDAD (Kmh)	DIMENSIONES (milímetros)								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
450 x 450	Ciclovia	450.0	7.5	7.5	67.5	37.5	186.4	165.0	82.5	35.4
600 x 600	50 o menor	600.0	10.0	10.0	90.0	50.0	248.5	220.0	110.0	47.2
800 x 800	60 - 70	800.0	13.3	13.3	120.0	66.7	331.4	293.3	146.7	62.9
1000 x 1000	80 - 90	1000.0	16.7	16.7	150.0	83.3	414.2	366.7	183.3	78.7
	100 o mayor	NO CORRESPONDE SU USO								

*Fuente:* Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras

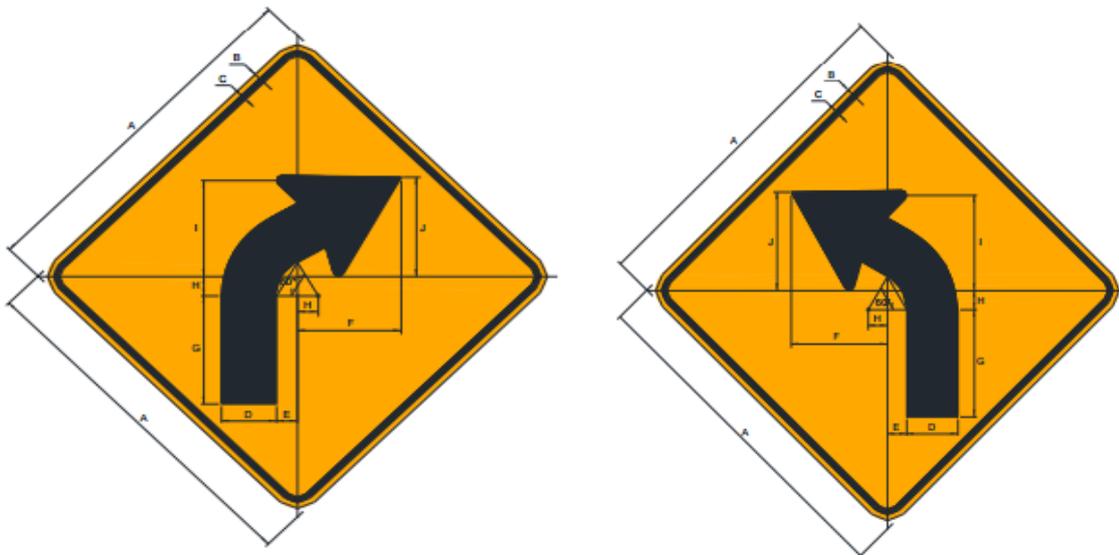
**b. Señal Curva a la derecha (P- 2 A) y a la izquierda (P – 2B)**

Se usara para prevenir la presencia de curvas de radio de 40 m a 300m con ángulo de deflexión menor de 45° y para aquellas de radio entre 80 y 300m cuyo ángulo de deflexión sea mayor de 45 °.

**FIGURA N°24:** Señal curva pronunciada a la derecha y a la izquierda



*Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*



P-2A	VELOCIDAD (Kmh)	DIMENSIONES (milímetros)									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
450 x 450	Ciclovia	450.0	7.5	7.5	67.5	25.5	129.0	142.5	25.5	129.0	132.0
600 x 600	50 o menor	600.0	10.0	10.0	90.0	34.0	172.0	190.0	34.0	172.0	176.0
800 x 800	60 - 70	800.0	13.3	13.3	120.0	45.3	229.3	253.3	45.3	229.3	234.7
1000 x 1000	80 - 90	1000.0	16.7	16.7	150.0	56.7	286.7	316.7	56.7	286.7	293.3
1200 x 1200	100 o mayor	1200.0	20.0	20.0	180.0	68.0	344.0	380.0	68.0	344.0	352.0

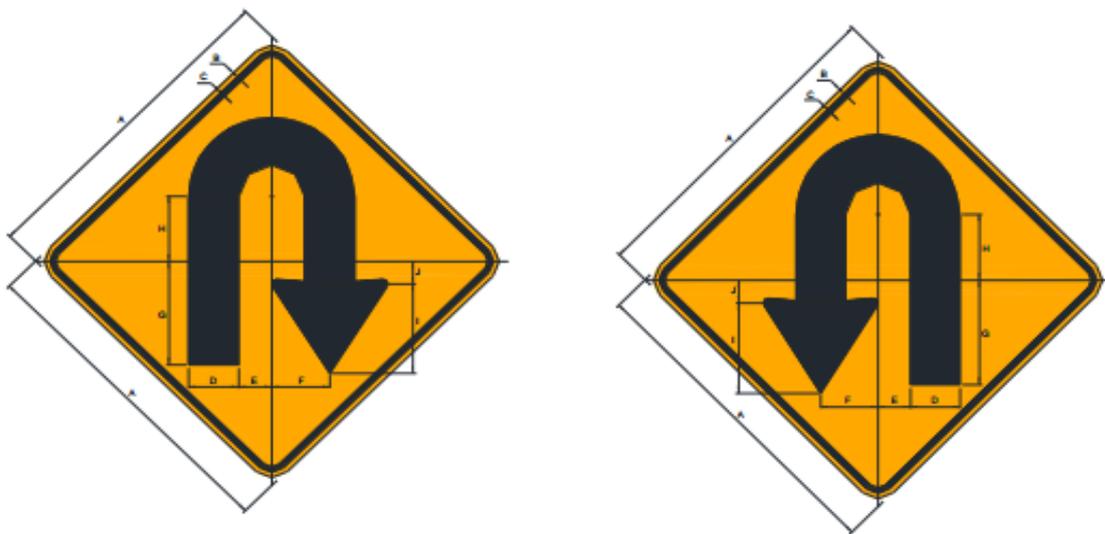
P-2B	VELOCIDAD (Kmh)	DIMENSIONES (milímetros)									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
450 x 450	Ciclovia	450.0	7.5	7.5	67.5	25.5	129.0	142.5	25.5	129.0	132.0
600 x 600	50 o menor	600.0	10.0	10.0	90.0	34.0	172.0	190.0	34.0	172.0	176.0
800 x 800	60 - 70	800.0	13.3	13.3	120.0	45.3	229.3	253.3	45.3	229.3	234.7
1000 x 1000	80 - 90	1000.0	16.7	16.7	150.0	56.7	286.7	316.7	56.7	286.7	293.3
1200 x 1200	100 o mayor	1200.0	20.0	20.0	180.0	68.0	344.0	380.0	68.0	344.0	352.0

*Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*

**c. Curva en U derecha (P-5-2A) y Curva en U a la izquierda (P-5-2B)**

Estas curvas se utilizaran, para prevenir la presencia de curvas cuyas características geométricas la hacen sumamente pronunciadas.

**FIGURA N°25:** Señal curva en “U” pronunciada a la derecha y a la izquierda



P-5-2A	VELOCIDAD (Km/h)	DIMENSIONES (milímetros)									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
450 x 450	Ciclovia	450.0	7.5	7.5	67.5	44.3	78.1	146.2	92.1	126.4	31.9
600 x 600	50 o menor	600.0	10.0	10.0	90.0	59.1	104.1	194.9	122.8	168.5	42.5
800 x 800	60 - 70	800.0	13.3	13.3	120.0	78.8	138.8	259.9	163.7	224.7	56.7
1000 x 1000	80 - 90	NO CORRESPONDE SU USO									
1200 x 1200	100 o mayor	NO CORRESPONDE SU USO									

P-5-2B	VELOCIDAD (Km/h)	DIMENSIONES (milímetros)									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
450 x 450	Ciclovia	450.0	7.5	7.5	67.5	44.3	78.1	146.2	92.1	126.4	31.9
600 x 600	50 o menor	600.0	10.0	10.0	90.0	59.1	104.1	194.9	122.8	168.5	42.5
800 x 800	60 - 70	800.0	13.3	13.3	120.0	78.8	138.8	259.9	163.7	224.7	56.7
	80 - 90	NO CORRESPONDE SU USO									
	100 o mayor	NO CORRESPONDE SU USO									

**Fuente:** Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras

**FIGURA N°26:** Señales preventivas curvatura horizontal



*Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*

### 9.3.3 Señales Informativas

Tienen la función de guiar al conductor de un vehículo a través de una determinada ruta, dirigiéndolo al lugar de su destino.

Así mismo tienen por objeto identificar puntos notables tales como: ciudades, ríos, etc. Y dar información que ayude al usuario en el uso de la vía. En algunos casos incorporar señales preventivas o reguladoras así como indicadores de salida en la parte superior.

Las señales informativas se agrupan de la forma siguiente:

- Señales de dirección
- Señales de información general
- Señales indicadores de ruta

#### a. Forma

Las Señales de Dirección y Señales de Información General a excepción de las señales auxiliares, serán de forma rectangular con su mayor dimensión horizontal.

#### b. Colores

**Señales de dirección:**

- En las autopistas y carreteras importantes, en el área rural, el fondo será de color verde con letras, flechas y marco blanco.
- En las carreteras secundarias, la señal tendrá fondo blanco, letras y flechas negras.

#### c. Dimensiones

- **Señales de dirección y señales de dirección con indicación de distancias**

El tamaño de la señal dependerá, principalmente, de la longitud del mensaje, altura y serie de las letras utilizadas para obtener una adecuada legibilidad.

- **Señales indicadores de ruta**

Son de dimensiones especiales e acuerdo al diseño mostrado en la presente manual.

- **Señales de información general**

Dimensiones especiales de acuerdo al diseño mostrado.

#### d. Ubicación

Por regla general deberán colocarse al lado derecho de la vía para que los conductores puedan ubicarla en forma oportuna y condiciones propias de la carretera o calle, dependiendo, así mismo de la velocidad, alineamiento, visibilidad y condiciones de la vía, ubicándose de acuerdo al resultado de los estudios respectivos.

### 9.3.4 Hitos kilométricos

Son señales de tráfico que indica la distancia desde el inicio de la carretera, por donde se circula y el punto por el que se circula.

- **Fabricación**

Los hitos serán fabricados y se elaboraran con un concreto reforzado de  $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$  de resistencia. El color de los postes será blanco y se pintará con esmalte sintético.

## **9.4 Señalización en el proyecto**

### **9.4.1 Generalidades**

Las señales para alcanzar su objetivo, se realizara por medio de avisos, de preferencia por gráficos, los cuales serán ubicados a los costados de la carretera a en la superficie de la faja de rodadura.

### **9.4.2 Señalización a Usar**

#### **a. Señales Reguladoras**

Se utilizara en total de 12 señal para indicar la velocidad máxima permisible.

#### **b. Señales Preventivas**

Se utilizaran 67 señales ubicadas estratégicamente dentro del plano de señalización en las curvas de volteo en ambos sentidos y curvas horizontales.

#### **c. Señales Informativas**

Se utilizara en total de 01 señales para identificar las vías y orientar al usuario.

#### **d. Hitos Kilométricos**

Se utilizarán 8 Hitos Kilométricos ubicados a cada kilómetro de la carretera.

---

**CAPITULO - X**  
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

---

## **10.1 Generalidades**

La Evaluación de Impacto Ambientales es un proceso que comprende un conjunto de técnicas y procedimientos, destinados a prever e informar sobre los efectos que la vía puede ocasionar sobre el medio ambiente al ser mejorada. El término Impacto Ambiental, en general se refiere a cualquier cambio, modificación o alteración permanente de los elementos del medio ambiente o de las relaciones entre ellos, causadas por las actividades de la obra en las etapas: Preliminar, de Construcción y Operación de la carretera vecinal.

Los impactos potenciales originados por el Mejoramiento de la Carretera, son analizados respecto a los elementos del medio Físico tales como: Agua, suelo, aire, vegetación y aspectos socioeconómicos de la población y se presentan medidas complementarias al planeamiento de la obra, orientadas al control o mitigación de los mismos, en el Plan de Manejo Ambiental.

Los impactos ambientales potenciales han sido evaluados considerando su condición de adversos y favorables, así como su significancia y probabilidad de ocurrencia, adicionalmente se ha considerado la mitigabilidad y la significación del impacto ha sido determinada sobre la base de la magnitud, duración y extensión del impacto.

## **10.2 Diagnóstico Situacional**

Actualmente en la carretera, los vehículos transitan con dificultad y a una velocidad moderada, debido a que la superficie de rodadura se encuentra en mal estado, con presencia de huecos, pendientes muy pronunciadas, piedras, etc. Generando gran dificultad para el normal tránsito del transporte de personas y sus diferentes productos agrícolas y ganaderos, que son las principales actividades económicas que se practican en la zona, disminuyendo así el flujo comercial.

Así mismo, la vía en evaluación tiene un ancho promedio que varía entre 3.5m a 4m, y cuenta con una longitud total de 07 + 850 km, de los cuales el tramo que abarca los caseríos de Chulite – Rayambara – La Soledad, se encuentra deteriorado, debido principalmente a la falta de mantenimiento y los insuficientes sistemas de drenaje.

## **10.3 Objetivos**

### **10.3.1 Objetivos General**

El Objetivo General del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto “DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VECINAL TRAMO:CHULITE – RAYAMBARA – LA SOLEDAD, DISTRITOS DE QUIRUVILCA Y SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD”, es identificar y evaluar las consecuencias o alteraciones ambientales que pueden generar la ejecución del presente proyecto ,sobre el medio físico, biológico, socioeconómico, cultural y de interés humano ,estableciendo así mismo, las acciones de prevención y mitigación, orientadas a preservar las condiciones del medio.

### **10.3.2 Objetivos Específicos**

- a. Descripción del Ambiente físico, biológico y de Interés Humano, del área de influencia directa del proyecto.
- b. Identificar los impactos directos e indirectos, positivos o negativos, que podrían ocurrir durante el mejoramiento de la carretera vecinal tramo Chulite – Rayambara – La Soledad.
- c. Alcanzar las especificaciones ambientales, para la ejecución de las diferentes obras del proyecto.
- d. Elaborar el Plan de Manejo Ambiental.
- e. Elaborar el programa de contingencia, a fin de hacer frente a cualquier emergencia de origen natural, incendio, accidentes o riesgos previsibles.

## 10.4 Marco Legal

- Ley del Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), Ley N° 26410, del 02-12-94.
- Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales DL N° 613, del 07-09-1990.
- Ley General de Aguas DL N°17752, del 24-07-1969.
- Ley General de Expropiación Ley N° 27117.
- Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada D Ley N°757 del 13-11-91.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Ley N° 27779.
- Ley Forestal y de Fauna Silvestre, ley N°27308, del 07-07-2000.
- Dirección General de Asuntos Socioeconómicos, El D.S N°041 – 2002 – MTC del 22.
- Constitución Política del Perú.
- Ley General de Aguas D.L N°17752, del 24-07-1969.
- Registro de Entidades Autorizadas para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental en el Sub-sector Transportes R.M.N°116-2003-MTC/02.
- Ley General de Residuos Sólidos Ley N°27314, del 21-07-2000.
- Ley Orgánica de Municipalidades. Ley N°27972, del 06-05-2003.
- Código Penal – Delitos contra la Ecología D. Ley N°635, del 08-04-91.
- Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades. Ley N°26786, del 13-05-1997.
- Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental. Ley N°27446, del 23-04-2001.
- Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Decreto Supremo N°041-2002-MTC, del 22 de agosto del 2002.
- Aprovechamiento de canteras de materiales de construcción D.S.N°037-96-EM, del 25-11-1996.

## **10.5 Caracterización del área de Influencia del proyecto**

### **Área de Influencia**

El área de influencia, viene a ser toda la superficie que abarca el proyecto Km (7+466 m).

## **10.6 Componentes Ambientales que podrían sufrir Impactos**

Consiste en conocer y seleccionar las principales actividades del proyecto y el conjunto de elementos ambientales del entorno físico, biológico, socio – económico y cultural que intervienen en dicha interacción.

### **Del medio físico**

- Afectación de la Calidad del Aire
- Afectación de la calidad del Agua
- Afectación de la calidad del Suelo

### **Del medio biológico**

- Perdida de Cobertura Vegetal
- Fragmentación o Eliminación de Hábitats
- Desplazamiento de especies
- Afectación de especies amenazadas

### **Del Ambiente de Interés Humano**

- Afectación de Zonas Arqueológicas
- Afectación de Zonas Culturales y Eco turísticas

## **10.6 Fuentes de Impacto Ambiental**

### **Etapas preliminares**

- Movilización de equipos y herramientas.
- Construcción del campamento y patio de máquinas.
- Desbroce y limpieza del terreno

### **Etapas de Construcción de la Carretera**

- Movimiento de tierras: Excavación en material suelto, excavación en roca

- fija (Uso Explosivo), mejoramiento de la Subrasante.
- Corte en material suelto
- Perfilado y compactación en zonas de corte
- Relleno con material propio, excelente y de cantera
- Afirmado
- Obras de arte y drenaje
- Limpieza de alcantarillas
- Relleno para estructuras
- Construcción de alcantarillas
- Badenes
- Relleno de afirmado
- Construcción de badenes
- Muros de contención
- Zanjas de Drenaje y Subdrenes
- Zanja de Derivación
- Señalización
- Construcción de Señales Informativas

### **Etapa de Cierre o Abandono**

Las actividades están referidas al abandono de las instalaciones provisionales e instalaciones auxiliares, así como:

- Circulación de Maquinaria de Construcción
- Explotación Canteras
- Transporte de Material
- Funcionamiento de campamento y patio de maquinas
- Abandono de Instalaciones Provisionales
- Depósito de Material Excedente

### **Etapa de Operación y Mantenimiento**

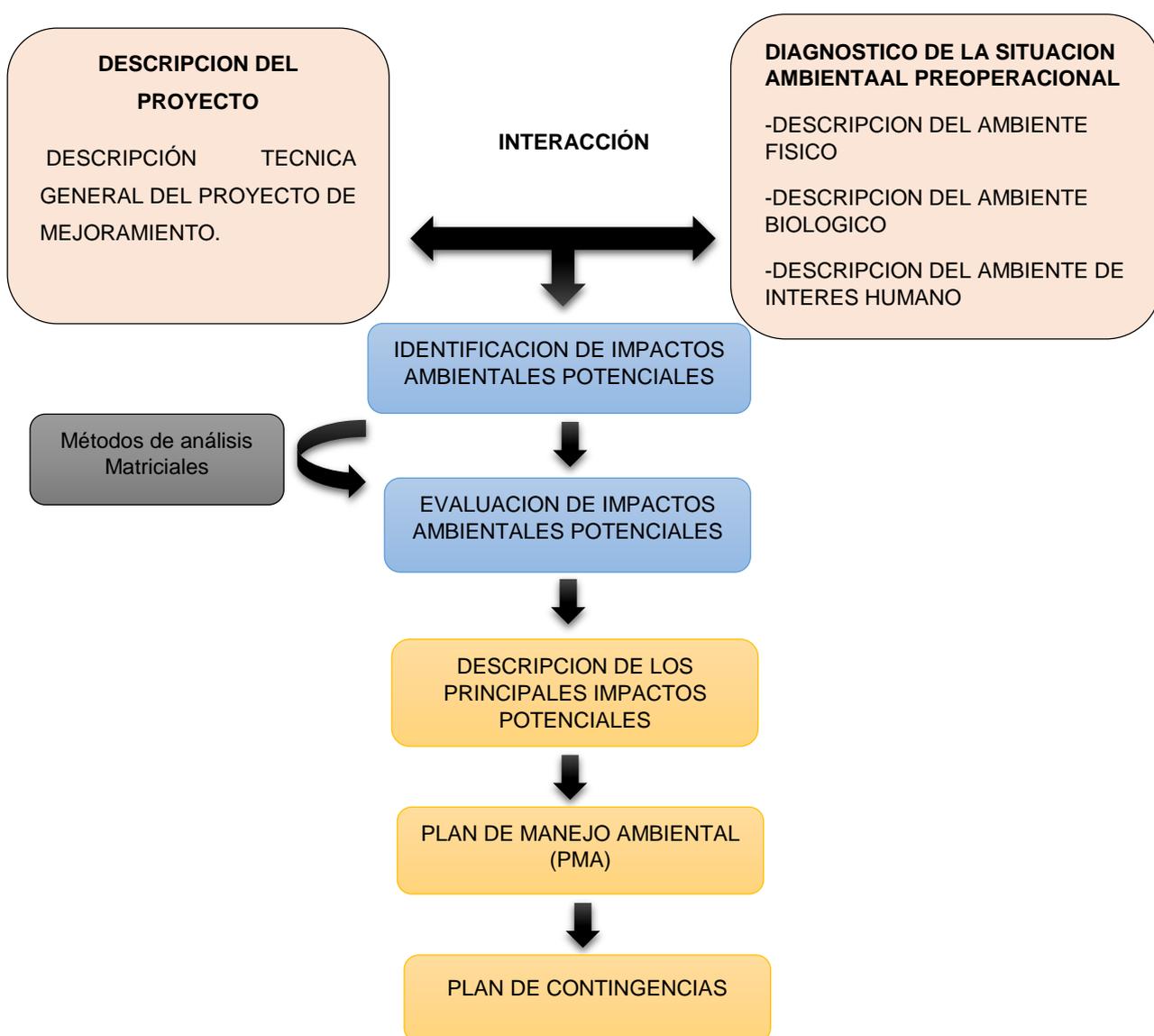
- Funcionamiento de la carretera

## 10.7 Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales Potenciales

### 10.7.1 Metodología

La secuencia utilizada para el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto: “DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VECINAL TRAMO: CHULITE – RAYAMBARA – LA SOLEDAD, DISTRITOS DE QUIRUVILCA Y SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD “se muestra a continuación.

**Figura N° 27:** Secuencia de Evaluación de Impacto Ambiental (Proceso Predictivo)



*Fuente: Elaboración propia*

## **10.7.2 Impactos Ambientales Potenciales**

Se han conjugado acciones propias del proyecto, separando las etapas: Preliminar, de construcción y operación, de acuerdo al orden metodológico esquemático y secuencial para predecir y evaluar los posibles Impactos Ambientales.

### **10.7.2.1 Etapa Preliminar**

#### **IMPACTOS NEGATIVOS**

##### **a. Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado, gases y Ruido**

El probable deterioro de la calidad del aire, causado por la producción de material particulado en suspensión, es uno de los impactos potenciales negativos que podría ocurrir durante la Etapa Preliminar, ocasionados por la Movilización y Desmovilización de Equipos y Herramientas, Movimientos de Tierras durante las operaciones de Limpieza del Terreno, y durante la Construcción del Campamento y patio de Maquinas.

La afectación de la calidad del aire está determinada por la naturaleza e intensidad de las operaciones; habiendo sido valorados para dichas actividades como de baja significancia, por su baja magnitud y corta duración. Un aspecto favorable es la posibilidad de aplicar medidas de mitigación.

##### **b. Afectación de la Calidad del Suelo por el Riesgo de Compactación**

Durante la etapa preliminar, la calidad del Suelo podría verse alterada debido al riesgo de compactación durante la construcción del campamento y patio de máquinas.

La afectación de la calidad del suelo está determinada por la naturaleza e intensidad de las operaciones, habiendo sido valoradas para dichas actividades como de baja significancia, por su baja magnitud y corta duración.

Un aspecto favorable es la posibilidad de aplicar medidas de mitigación.

##### **c. Pérdida de la Cobertura Vegetal**

Es probable que durante la etapa preliminar, la Cobertura Vegetal podría verse reducida debido a la construcción del campamento y patio de máquinas, así mismo por el desbroce y limpieza del terreno.

Considerando que en el área seleccionada para la ubicación del patio de máquinas luego de las lluvias, crece de manera espontánea pasto, se estima que la alteración de la cobertura vegetal solo será de baja magnitud, extensión puntual, corta duración, le confiere una baja significación Mitigable.

## **IMPACTOS POSITIVOS**

### **a. Generación de Ingresos a la Población**

Debido a la comercialización e incremento de la demanda, asociado a las necesidades de abastecimiento durante las actividades de construcción de campamentos, patio de máquinas, etc. La economía será más dinámica generando un incremento del comercio local.

### **b. Generación de Empleo**

Durante la ejecución del proyecto, actividades de construcción del campamento y patio de máquinas, desbroce y limpieza del terreno, se generara puestos de trabajo. Los pueblos, se verán beneficiados directamente considerando que se dará preferencia a la mano de obra.

Entonces se estima que este impacto será de baja significancia, por su corta duración y baja magnitud debido a que el número de trabajadores requerido para estas actividades es pequeño.

## **10.7.2.2 Etapa de Construcción**

## **IMPACTOS NEGATIVOS**

### **a. Riesgo de accidentes**

Durante la ejecución del proyecto, la mayor presencia de maquinaria, vehículo, trabajadores y transeúntes, podría incrementarse el riesgo de accidentes en desmedro de la integridad física de las personas.

### **b. Riesgo de alteración de la calidad del Aire**

La calidad del aire es probable que sea afectado por la producción de polvo o material particulado, este impacto ocurrirá durante las actividades de eliminación de material, construcción de pavimentos, relleno con material propio, circulación de maquinaria, transporte de material,

excedente de cantera, etc. Durante el mejoramiento de la carretera vecinal que une los caseríos de Chulite – Rayambara – La Soledad, se producirán emisiones de gases, ruidos, así como hidrocarburos, monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), debido al funcionamiento de la maquinaria y vehículos diésel.

Debido a la pequeña envergadura de las obras proyectadas, el número de vehículos y maquinas será pequeño, además en el área no existen elementos bióticos frágiles, así como, ecosistemas especiales, que pueden ser vulnerados por estos contaminantes. Estos impactos han sido determinados de una magnitud baja –moderada, y su extensión es de influencia entre puntual – local, de corta duración, por lo tanto significancia seria baja. (Mitigable)

**c. Riesgo de Afectación de la Calidad del Agua**

La calidad del agua de los ríos existentes en la zona, podría verse afectado por la probable ocurrencia de derrames de combustibles, grasa y aceite durante la Etapa de Construcción.

La magnitud de los impactos para las actividades mencionadas, varían desde moderada a baja, su extensión va de puntual a Local, su duración es corta, su probabilidad de ocurrencia es baja, lo que determina una significancia baja, Mitigable y posible aplicar medidas de prevención.

**d. Fragmentación o Eliminación de Hábitats**

Es probable que durante la eliminación de material orgánico producido por corte de suelo, funcionamiento de campamentos y patio de máquinas, pueden ocurrir impactos de baja, extensión puntual, de corta duración, de baja probabilidad de ocurrencia, lo que determina una baja significancia.

**e. Pérdida de la Cobertura Vegetal**

Existe el riesgo de afectar la vegetación por la construcción de las obras de arte y drenaje, explotación de canteras y uso de los DME, quitando especies pastos nativos. Se estima de baja magnitud, extensión puntual, de corta duración, de baja y alta probabilidad de ocurrencia, por lo que se estima una baja significancia Mitigable.

**f. Desplazamientos de Especies**

Debido a la ejecución de actividades tales como movimiento de tierras, señalización, construcción de obras de arte y drenaje, etc. Existe el riesgo

de producir el desplazamiento de especies. De ocurrir estos impactos se estima que serán de magnitud baja, de extensión puntual, de duración corta, de probabilidad de ocurrencia baja, lo que le da baja significancia.

## **IMPACTOS POSITIVOS**

### **a. Contratación de Mano de Obra**

La ocupación de mano de obra de la zona permitirá incrementar los ingresos de los pobladores, generando mejores condiciones de acceso a los bienes y servicios, lo que a su vez se traducirá en una mejora en el nivel de vida e la población beneficiada. Considerando que se dará preferencia a la mano de obra local, este impacto se producirá en la población de los caseríos de Chulite, Rayambara y La Soledad.

Debido a que el número de trabajadores requeridos para esta etapa es mayor que para la etapa preliminar, este impacto ha sido estimado como de moderada magnitud y moderada duración, siendo además de influencia zonal, lo que determina su moderada significación ambiental.

### **10.7.2.3 Etapa de Cierre o Abandono de Obra**

## **IMPACTOS NEGATIVOS**

### **a. Alteración del drenaje natural**

Este impacto se produciría principalmente si los desvíos temporales habilitados para facilitar el desplazamiento de los vehículos durante la construcción de las obras de arte (alcantarillas), pontones, no son restaurados adecuadamente.

### **b. Riesgo de alteración de la calidad del suelo**

Este impacto no obstante debe ser considerado como de moderada magnitud y de alta probabilidad de ocurrencia, presenta alta posibilidad de aplicación de medidas de mitigación, siendo de significancia moderada.

### **c. Riesgo de erosión**

Por la pequeña extensión de las áreas de intervención, este impacto ha sido calificado como de moderada magnitud, de incidencia puntual, duración permanente, alta probabilidad de ocurrencia, con alta posibilidad de aplicación de medidas correctoras y de significancia moderada.

## **IMPACTOS POSITIVOS**

No se han identificado impactos ambientales positivos durante esta etapa del proyecto de mejoramiento de la carretera.

### **10.7.2.4 Etapa de Operación y Mantenimiento**

## **IMPACTOS NEGATIVOS**

### **a. Riesgo de ocurrencia de accidentes**

Este impacto ha sido calificado como de moderada magnitud, alta probabilidad de ocurrencia, de duración permanente y de moderada posibilidad de aplicación de medidas de mitigación.

Para disminuir este riesgo potencial se deberá evaluar la posibilidad de implementación de sistemas de seguridad (muros de concreto o de enrejado) y la construcción de paraderos en los puntos de mayor riesgo de ocurrencia de accidentes.

### **b. Alteración de la calidad del aire**

Durante el funcionamiento de la carretera vecinal debido al tránsito de vehículos motorizados, se producirán emisiones de Ruidos y Gases, tales como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), etc. Estos impactos han sido determinados como de magnitud baja, su extensiones de influencia local, de corta duración, de baja probabilidad de ocurrencia, lo que califica una significancia baja. Es posible la aplicación de medidas de mitigación

### **c. Riesgo de afectación de la calidad del suelo**

La calidad del suelo podría verse deteriorada debido a posibles derrames de combustible, aceite, grasa que podrían ocurrir a lo largo del camino vecinal durante el desplazamiento de los vehículos motorizados. De ocurrir, estos impactos han sido determinados como de magnitud baja, de extensión puntual, de corta duración y probabilidad de ocurrencia baja, lo que le da una significancia baja.

## **IMPACTOS POSITIVOS**

### **a. Mejora del drenaje superficial**

Este impacto ha sido calificado como de alta magnitud, de influencia

zonal, de duración permanente, de indefectible ocurrencia y de alta significancia.

**b. Disminución del riesgo de erosión**

Este impacto ha sido calificado como de alta magnitud, de influencia zonal, duración permanente y de alta significancia.

**c. Mejora de la transitabilidad vial**

Este impacto ha sido calificado como de alta magnitud, de duración permanente, de indefectible ocurrencia y de alta significancia.

**TABLA N° 79: Matriz de Leopold para clasificar Impactos Ambientales**

SIMBOLOGIA		ACTIVIDADES													SUBTOTAL	TOTAL		
		Desbroce	Movimiento de tierras	Transporte de materiales	Material para afirmado	Campamento de obra y patio de maquinas	Disposicion de materiales excedentes	Alcantarillas	Mejor fluidez de transito de vehiculos motorizados	Aumento ligero de la actividad turística	Actividades del diseño de la carretera	Mejoras en las reacciones comerciales provinciales	Generación de empleo	Espacios de canteras y botaderos			Mejoras en la calidad de vida de los pobladores	
3 Impacto Positivo Alto																		
2 Impacto Positivo Moderado																		
1 Impacto Positivo Ligero																		
Componente Ambiental no Alterado																		
-1 Impacto Negativo Ligero																		
-2 Impacto Negativo Moderado																		
-3 Impacto Negativo Alto																		
FACTORES AMBIENTALES																		
A. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS	Tierra	a. Mat. De construccion			-1	-1	-1										-1	-4
		b. Suelos	-1	-1								-1					-1	-4
		c. Geomorfologia		-1					-1								-1	-3
	Agua	a. Superficiales										-1						-1
		b. Calidad										-1						-1
	Atmósfera	a. Calidad (gases,particulas)		-1	-1	-1				-1								-4
		b. Ruido		-1	-1	-1				-1	-1							-5
	B. CONDICIONES BIOLÓGICAS	Flora	a. cultivos	-1	-1												1	-1
			b. Arboles y arbustos	-1	-1													-2
		Fauna	a. Aves	-1	-1						-1							-3
b. Mamíferos y otros				-1													-1	
Uso de la Tierra		a. silvicultura		-1									2				1	
		b. Pasturas		-1									1			1	1	
		c. Agricultura		-1									1			1	1	
		d. Residencial		-1						1							0	
		e. Comercial		-1						1							0	
C. FACTORES CULTURALES Y SOCIOECONOMICOS		ESTETICOS	a. Vista panoramica														-1	-1
	b. Paisaje urbano - turistico																0	
	NIVEL SOCIOECONOMICO Y CULTURAL	a. Estilo de vida							1			2				1	4	
		b. Empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3			2	15	
		c. Industria y comercio							1	1		2					4	
		d. Agricultura y ganaderia										1	1				2	
		e. Revaloracion del suelo										2					2	
		f. Salud y seguridad		-1	-1	-1			1								-2	
		g. Nivel de vida							1		1	2	2			2	7	
		h. Densidad de poblacion								1							1	
SERVICIO E INFRAESTRUCTURA	a. Estructuras				1			1	1							3		
	b. Red de transportes		-1						3			1				3		
	c. Red de servicios										1					1		
	d. Elim. Residuos solidos	-2	-2					-2		-1						-7		
<b>TOTAL</b>																	<b>6</b>	

Fuente: Matriz de Leopold

### **10.7.3 Plan de Manejo Ambiental**

#### **10.7.3.1 Plan de Prevención, Corrección y/o Mitigación**

##### **Medidas para el control de la calidad del aire (gases y partículas)**

El constructor, debe implementar un plan de mantenimiento de vehículos pesados y maquinaria que permita su correcto funcionamiento, para lograr que las maquinarias funcionen de manera eficiente y evitar la contaminación del aire, que puede ser ocasionada por una mala combustión de los combustibles. Además, tiene que establecerse la necesidad de realizar el riego permanente de los frentes de trabajo, a través de un camión cisterna, incluyendo accesos y canteras que serán explotadas para el proceso constructivo.

Así mismo, para el cumplimiento de la Salud y Seguridad del personal, el contratista deberá suministrar a los trabajadores de obra equipos de protección personal (mascarillas, lentes de protección).

➤ **Para la emisión de Fuentes de Ruido Innecesarias**

Las Sirenas solo serán utilizadas en casos de emergencia.

##### **Medidas para el control de la calidad del agua**

Se tendrá que establecer las áreas en las que tiene que depositarse el material de relleno y botaderos, para así poder prever la no interrupción del flujo de los cursos de agua ,y monitorear la calidad del agua en todas estas quebradas, con el objetivo de implementar alguna medida correctiva si fuese necesaria.

También se deberá realizar un control de las operaciones de mantenimiento, lavado de maquinarias, y recarga de combustible, prohibiendo que estos se realicen en los cauces de los ríos. El mantenimiento de la maquinaria y la recarga de combustible, se realizara solamente en el área seleccionada y asignada para tal fin, denominada Patio de Maquinas.

Los restos de los materiales así como: concreto fresco, limos, cemento entre otros, no tendrán como receptor el lecho de los ríos, estos serán llevados a los Depósitos de Material Excedente (DME).

##### **Medidas para la protección del suelo**

La medida más apropiada se relaciona con la delimitación de las áreas que serán

impactadas y de las facilidades que formaran parte del proyecto, así como una planificación adecuada de las actividades relacionadas con el movimiento de tierras. Los terrenos agrícolas que serán afectados directamente por el mejoramiento de la carretera, es decir, por donde pasa su eje, no podrán ser revertidos por lo cual se implementara el programa de compensación social. La disminución de la productividad de los cultivos será mitigada por la disminución de la generación de material particulado mediante el riego permanente de las áreas de trabajo y la implementación del programa de monitoreo ambiental de calidad de aire.

Los campamentos, casetas temporales y frentes de obra deberán estar provistos de recipientes apropiados para la disposición de basura. Estas serán vaciadas en cajas estacionarias con tapas herméticas, que serán llevadas periódicamente a los botaderos establecidos más cercanos.

Para la reducción de las causas generadas por el mejoramiento de la carretera, deberán establecerse medidas estrictas en la operación y sistema constructivo, así como en el planeamiento del movimiento de tierras y verificación de condiciones de las viviendas que podrían ser afectadas.

Los obreros tendrán que recibir charlas de capacitación y sensibilización tendientes a lograr el respeto de la propiedad privada y de las prácticas de conducta adecuada para no perturbar la tranquilidad de los centros poblados afectados.

#### **a. Canteras**

Para disminuir los efectos negativos sobre las áreas que serán identificadas como canteras de agregados y/o material de lastrado, deberá realizarse una caracterización de estas antes del inicio de obras, para que se levante un plano topográfico detallado, así como un monitoreo fotográfico que permitirá registrar las condiciones naturales del área, para después implementar el plan de cierre de las canteras correspondiente al proyecto integral.

### **Medidas para el control de la estabilidad de taludes y control de la erosión.**

#### **a. Control de Estabilidad de Taludes**

Generalmente en periodos de fuertes lluvias estos taludes se deslizan, debido a la filtración del agua de escorrentía la cual saturan el material, sumado el riego por gravedad en las partes altas.

A fin de disminuir estos efectos perjudiciales y en concordancia con las normas ambientales, se recomienda que se recupere el talud y además se debe reforestar estas áreas con especie típicas de la zona y posteriormente aplicarse un buen riego.

Para el caso donde se identifican zonas de deslizamiento se puede colocar gaviones al pie del talud para poder recuperar su estabilidad física. Se recomienda que durante los cortes de taludes, se siga el adecuado diseño de ellos, de manera que no presenten problemas posteriores, así mismo se debe seguir las reglas establecidas en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras.

#### **b. Control de Erosión**

La causa fundamental de puntos de erosión es el deficiente drenaje existente en cada tramo, apreciándose estos especialmente en áreas inundables.

Se debe tener en cuenta:

- En los cruces de quebradas se colocaran alcantarillas tipo tubo de acuerdo al diseño, dependiendo del caudal.
- En los canales de regadío colocar los tajeos tipo tubo respectivas según diseño, construyendo muros de cabeza, con alas, en la entrada y salida, para mejorar la capacitación y aprovechar la capacidad de la tubería, así como para reducir la erosión del relleno.

#### **Medidas para la protección de la vegetación**

- Tener en cuenta el derecho de vía, para evitar afectar en lo mínimo la vegetación natural.
- El tránsito de carros y maquinaria debe realizarse sobre la plataforma de rodadura.
- Al momento de terminar la obra, realizar lo más pronto posible la recuperación de las zonas afectadas por las instalaciones de campamentos, uso de canteras, con medidas de restauración para luego

reforestar dichas áreas tratando de volverlas a su estado natural.

### **Medidas para la protección de la fauna**

- Prohibir estrictamente la recolección de huevos y otras actividades de recolección o extracción de fauna. Queda prohibido practicar la caza de cualquier especie de fauna silvestre.
- Prohibir terminantemente la adquisición de animales silvestres vivos o preservados.
- Prohibir estrictamente la tenencia de armas de fuego en el lugar de trabajo, excepto el personal de seguridad autorizado para ello.

### **Medidas de salud y seguridad**

El constructor, deberá contar con un Plan de Salud y Seguridad Ocupacional para sus trabajadores, que contemple contar con atención médica en el lugar de trabajo y una distribución de implementos de seguridad oportuna. Asimismo, se desarrollara un Plan de Contingencia que contemple la realización de charlas de capacitación y simulacros para reducir el riesgo de accidentes de trabajo.

Los trabajadores deberán recibir entrenamiento apropiado, de acuerdo a la naturaleza de sus tareas y los riesgos potenciales en el ambiente laboral al que puedan estar expuestas. Temas especiales de entrenamiento apropiado, de acuerdo a la naturaleza de sus tareas y los riesgos potenciales en el ambiente laboral al que puedan estar expuestos.

- Practicas adecuadas de trabajo con máquinas, escaleras, montacargas, gases comprimidos, soldadura, herramientas manuales, etc.
- Trabajos en alturas, peligros y equipo necesario para prevención.
- Prevención de accidentes.
- Trabajos en espacios confinados o de acceso especial como colocación de tuberías de drenaje en zanjas.
- Uso de equipos de protección personal: tapones de oídos, orejeras, respiradores, guantes, botas de seguridad, uniformes, casco, lentes de protección, etc.
- Procedimientos de acción ante emergencia y uso de equipos diseñados para contingencias como: extintores de fuego.

## **Medidas de Educación Ambiental**

Se deberá brindar charlas a los obreros, y población en general.

Las charlas serán destinadas a la población en general, incluido a los trabajadores de la Obra, de preferencia los días sábados al medio día un tiempo aproximado de 2h como máximo, donde se les impartirá conocimientos sobre La Biodiversidad del Perú, El Calentamiento Global, la necesidad de usar racionalmente nuestros recursos naturales, la importancia de vivir en armonía con nuestro Medio Ambiente.

Temas a tratar:

- El problema del agua en el Perú.
- Importancia de los Recursos Naturales.
- Contaminación del Medio Ambiente.
- Calentamiento Global, etc.

El responsable de tratar los temas mencionados anteriormente, será el Residente Ambiental quien tendrá que contar con el apoyo del Residente de Obra, haciendo uso de un proyector multimedia.

## **Medidas de señalización vial durante el mejoramiento de la carretera**

Son dispositivos físicos que se colocan en vías, y tienen la función de guiar a los usuarios de forma segura. Estas señalizaciones permiten la protección a la población aledaña al lugar de trabajo. Por su carácter temporal, estos elementos se diseñan de forma que puedan transportarse con facilidad y emplearse varias veces.

### **a. Señales Reglamentarias:**

Tienen por objetivo la regulación del tránsito automotor.

Son usadas para indicar a los usuarios de la carretera las limitaciones, prohibiciones o restricciones que afectan su uso. Se colocan básicamente antes de los tramos de vía sometidos a rehabilitación. Las más empleadas serían: Ceda el paso, Desvió, Pare, Siga, Velocidad máxima, etc.

Los colores comúnmente utilizados son negro, rojo y blanco.

### **b. Señales Informativas:**

Son utilizados para para proteger la zona de trabajos y para delinear rutas temporales de tránsito.

Asimismo, tienen por objeto identificar las carreteras y orientar acertadamente al usuario, proporcionándole la información que pueda necesitar. Durante la construcción, las más comunes son la valla que contiene las características generales de los trabajos (costo, entidad contratante, etc.) y las que informan sobre cercanías a zonas de construcción, sitios de entrada y salida de maquinaria, etc.

Todas las señales mencionadas anteriormente deben colocarse al lado derecho de la vía, teniendo en cuenta el sentido de circulación y de forma que el plano frontal de la señal y el eje de la vía formen un ángulo comprendido entre 85° y 90° para que su visibilidad del lado derecho no sea completa, debe colocarse una señal adicional en el lado izquierdo de la carretera.

**c. Señales Preventivas:**

Tienen por objeto advertir al usuario de la vía, con la suficiente anticipación, la existencia y naturaleza de una condición peligrosa. Estas serán colocadas principalmente en tramos de aproximación a los pontones en construcción y en los sitios de salida y entrada de maquinaria.

#### **10.7.4 Plan de Contingencia**

##### **10.7.4.1 Análisis de riesgos**

El proyecto durante su ejecución, va estar sujeto a la probable ocurrencia de eventos asociados a fenómenos de orden natural, como por ejemplo: Deslizamientos, derrumbes, inundaciones, huaycos, procesos erosivos, así como también estará sujeta a eventos de geodinámica interna (Sismos).

##### **Objetivos del Programa de Contingencias**

- Minimizar los daños causados por los diferentes desastres, haciendo cumplir de manera estricta los procedimientos técnicos y controles de seguridad.

- Realizar las acciones de control y rescate durante y después de la ocurrencia de desastres.
- Implementar las medidas inmediatas a seguir, en el caso de ocurrencia de desastres, provocados por la naturaleza o por las acciones del hombre.

### **Medidas de contingencias por ocurrencia de huaycos y derrumbes**

Debido a las fuertes lluvias que existe en la zona del proyecto, generan inestabilidad de los taludes y presencia de huaycos en algunos tramos de la carretera los cuales impiden el tránsito tanto vehicular como peatonal.

Sobre la base de trabajos específicos y en coordinación con los organismos públicos y privados, se debe prever la realización de acciones de respuesta, con el fin de proteger el patrimonio, el medio ambiente de la zona y la vida.

Una de las medidas generales, es que se debe instruir al personal de trabajo sobre la identificación de las zonas de alto riesgo, así como también la localización de áreas de seguridad ante la ocurrencia de estos fenómenos.

En el caso de ocurrencia de estos fenómenos, se generalizarán los detalles de las maniobras de emergencia que deben realizarse, con el objetivo de salvaguardar el estado de la Infraestructura Civil, la vida humana y los equipos mecánicos.

### **Medidas de contingencia por ocurrencia de sismos**

En caso de sismos de mediana o gran magnitud, los trabajadores y la población aledaña deberán estar informados de las normas a seguir y los procedimientos sobre las medidas de seguridad, así como:

#### **a. Antes de la ocurrencia del sismo**

- En toda construcción las ventanas y las puertas deben estar dispuestas para que se abran hacia fuera de los ambientes.
- La Empresa Contratista deberá verificar si las construcciones provisionales, cumplen con las normas de construcción sismo resistente propias de la zona, además de la verificación del lugar adecuado para sus instalaciones.

- Se verificará si las rutas de evacuación, deben estar libres de maquinarias que retarden y dificulten la evaluación respectiva.
- Se debe instalar y verificar permanentemente, dispositivos de alarmas en las obras y zonas de trabajo.
- Se debe realizar la identificación de y señalización de áreas seguras dentro y fuera de las obras.

**b. Durante la Ocurrencia del Sismo**

- Si durante la noche ocurre el sismo, se deberá utilizar linternas.
- Realización de Simulacros, durante la etapa de construcción de la carretera.
- Las rutas de evacuación deben estar libres de maquinarias u objetos, que retarden la evaluación.
- Se deberá realizar la Identificación y señalización de áreas seguras dentro y fuera de las obras campamentos.
- Disponer la evaluación de todo el personal hacia zonas de seguridad y fuera de las zonas de trabajo, así como plantas de asfalto, zonas de corte de Talud entre otros.

**c. Después de la ocurrencia del sismo**

- Se debe utilizar los medios de comunicación, tales como radios, con el fin de mantenerse informados de los posibles boletines de emergencia.
- Atención inmediata de las personas accidentadas.
- Se deberá disponer la prohibición que todo trabajador de la obra, camine descalzo para evitar cortaduras por objetos punzo cortantes.
- Retiro de la zona del proyecto, de toda maquinaria y equipo que pudiera haber sido afectada.
- Utilización de radios o medios de comunicación con el fin de mantenerse informado de posibles casos de emergencia.
- Todo trabajador de obra deberá alejarse de los taludes de corte, relleno y quebradas existentes en la zona.

### **Medidas de contingencias por accidentes de operarios**

Están relacionados a la ocurrencia de accidentes laborales durante los trabajos de rehabilitación de la vía, en perjuicio de los trabajadores, originados principalmente por deficiencias humanas o fallas mecánicas de los equipos utilizados. Para ello se tiene en cuenta lo siguiente:

- El responsable de instalar el sistema de alertas y mensajes y llevar a cabo el programa de contingencias, deberá también auxiliar con alimentos o medicinas a los operarios que puedan ser afectados.
- Se debe comunicar a los Centros de Salud de los caseríos adyacentes a la vía, acerca del inicio de las obras de rehabilitación, para que estén prevenidos frente a los accidentes que puedan ocurrir durante la ejecución.

### **Medidas de contingencias por ocurrencia de incendios**

- En el caso de incendios de material común, para apagarlo se debe utilizar extintores o agua de tal forma de extinguir el fuego.
- En el caso de un incendio eléctrico, se debe cortar de inmediato el suministro eléctrico y extinguir el fuego haciendo uso de extintores de polvo químico seco o dióxido de carbono.
- En el caso de incendios de gases o líquidos inflamables, para apagarlo se debe cortar el suministro del producto y extinguir el fuego, haciendo uso de extintores de polvo químico seco, dióxido de carbono, o bien, utilizar tierra o arena seca y luego enfriar el tanque con agua.
- Los extintores que no sean automáticos, deben ser utilizados en lugares apropiados. Las instalaciones automáticas fijas de extintores, deben estar equipadas con sistemas automáticos de alarma de pre descarga y deberá mediar un tiempo suficiente entre la alarma y la puesta en marcha de la instalación para que así los trabajadores puedan escapar del peligro.

#### **10.7.5 Plan de abandono y restauración final**

Es el conjunto de tareas que deberán realizarse en el área de influencia del proyecto, con la finalidad de devolver las zonas utilizadas para la construcción, a su estado inicial.

Actividades a realizarse:

- La empresa contratista deberá contar con un establecimiento de salud (Tópico), con el propósito de evitar la proliferación de enfermedades.
- Informar a los caseríos sobre los beneficios de la preservación ambiental
- Coordinar con las autoridades municipales y de salud, que toda la basura industrial proveniente de las operaciones de desmontajes será llevada a los rellenos sanitarios acondicionados de acuerdo a normas.
- Se debe realizar reforestación en las zonas que se requiera.
- Los desechos contaminantes no peligrosos deben ser tratados adecuadamente de acuerdo al manual de procedimientos de manipuleo, disposición y almacenaje de desechos contaminantes.
- Se debe realizar el arreglo y la limpieza correspondiente del terreno.
- Los desechos biodegradables, así como las zonas contaminadas por derrames se deberán recuperar y adecuar para la utilización futura de acuerdo a las actividades del lugar.

#### **10.7.6 Resumen de los impactos positivos y Negativos**

##### **Negativos**

- Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado, gases y ruido.
- Afectación de la Calidad del Suelo por el Riesgo de Compactación
- Pérdida de la Cobertura Vegetal
- Riesgo de alteración de la calidad del Aire
- Riesgo de Afectación de la Calidad del Agua
- Fragmentación o Eliminación de Hábitats
- Pérdida de la Cobertura Vegetal
- Desplazamientos de Especies
- Alteración del drenaje natural
- Riesgo de erosión
- Riesgo de ocurrencia de accidentes
- Alteración de la calidad del aire
- Riesgo de afectación de la calidad del suelo

## **Positivos**

- Generación de Ingresos a la Población
- Generación de Empleo
- Contratación de Mano de Obra
- Mejora del drenaje superficial
- Disminución del riesgo de erosión
- Mejora de la transitabilidad vial

## **10.8 Conclusiones y Recomendaciones**

### **Conclusiones**

- ✓ Los impactos ambientales potenciales de mayor significancia más probables de ocurrir por el “Diseño para el Mejoramiento de la Carretera Vecinal Tramo: Chulite – Rayambara – La Soledad, Distritos de Quiruvilca y Santiago de Chuco, Provincia de Santiago de Chuco – Departamento La Libertad”, son los impactos positivos los cuales se van a producir en la etapa de operación de la vía, así como: Generación de Ingresos a la Población, debido a la Contratación de la Mano de Obra, Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular y el ingreso de unidades móviles de transporte masivo provenientes de Santiago de Chuco ,generando mejores condiciones de viaje para las personas de la zona, favoreciendo los flujos poblacionales y la comercialización contribuyendo de esta manera a la mejora de la calidad de vida.
- ✓ Los impactos potenciales negativos, son aquellos que se producirán sobre los componentes de suelo, agua, aire, desplazamiento de especies, pérdida de la cobertura vegetal, etc. Las cuales serían originadas durante las diferentes etapas a seguir para el mejoramiento de la carretera vecinal (movimiento de tierras, circulación de maquinaria, etc.).La significancia de estos impactos es probablemente baja.
- ✓ Finalmente, la realización del Estudio de Impacto Ambiental para este proyecto es de vital importancia ya que nos ayuda a identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales, siempre y cuando se sigan todas las especificaciones descritas líneas arriba.

### **Recomendaciones**

- ✓ Se recomienda implementar las acciones establecidas en el Plan de Manejo Ambiental, para poder mitigar las alteraciones causadas durante la ejecución del proyecto.
- ✓ Debe realizarse un control y supervisión constante, para poder cumplir lo establecido en el Programa de Manejo Ambiental(PMA)

---

**CAPITULO - XI**  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

---

## **11.1. GENERALIDADES**

### **11.1.1 Alcances de las Especificaciones Técnicas**

En el presente capítulo se presentan las Especificaciones Técnicas Especiales de las partidas que regirán la ejecución del proyecto “DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VECINAL TRAMO: CHULITE – RAYAMBARA – LA SOLEDAD, DISTRITOS DE QUIRUVILCA Y SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD”

Son válidas las Especificaciones Técnicas, en tanto no se opongan con las normas y reglamentos establecidos:

- Reglamento Nacional de Edificaciones
- Normas ASSHTO 2002
- Normas de INTINTEC
- Especificaciones Técnicas del MTC
- Normas ASTM
- Normas ACI
- Especificaciones técnicas especiales de fabricantes que sean concordantes con las normas enunciadas.

### **Ingenieros**

La entidad, así como el contratista encargado de la construcción de la obra, nombrarán a un Ingeniero con capacidad y experiencia suficiente, quien los representará en la obra en calidad de Ingeniero Residente, debiendo ejecutar y controlar el estricto cumplimiento y desarrollo de los planos y las diferentes normas establecidas.

### **Cuaderno de Obra**

En el cuaderno de Obra deberán anotarse todas las consultas, notificaciones, ocurrencias, etc referentes a la obra, por lo que debe permanecer en la obra para su consulta en cualquier momento que se solicite.

### **Medidas de Seguridad**

El Contratista adoptará las medidas de seguridad necesarias para evitar accidentes a su personal, a terceros o a las mismas obras, cumpliendo con todas

las disposiciones vigentes en el Reglamento Nacional de Construcciones. Se usaran los siguientes dispositivos:

- Tranqueras
- Conos fosforescentes
- Cinta de seguridad de plástico, se usara para dar protección a los transeúntes y evitar el ingreso a sectores de peligro.
- Señales Preventivas

### **Personal administrativo de obra, maquinaria, herramientas, equipos, y materiales**

#### **a. Personal administrativo de obra**

El Contratista pondrá en consideración del Ingeniero Supervisor la relación del personal administrativo, maestro de obra, capataz y personal obrero, teniendo la facultad de pedir el cambio del personal incluyendo el Ingeniero Residente, que a su juicio o en el transcurso de la ejecución del proyecto demuestren ineptitud o vayan contra las buenas costumbres en el desempeño de sus labores.

El Contratista deberá aceptar la decisión del Ingeniero Supervisor en el más breve plazo, no pudiendo invocar como justificación la demora en efectuarlo para solicitar ampliación de plazo de entrega de las obras de suma alguna por esta razón.

#### **b. Maquinaria, Herramientas y Equipo**

El Contratista está obligado a tener en obra la maquinaria, herramientas y equipos que hubieran sido declarados tenerlos disponibles y estar en condiciones de ser usada en cualquier momento.

No contar con la maquinaria, herramientas y equipos, será motivo y tomado en cuenta para denegar la ampliación de plazo de entrega de obra que quiera atribuirse a este motivo.

#### **c. Materiales**

Todos los materiales o artículos suministrados para las obras que cubren estas especificaciones, deberán ser nuevos, de primer uso, de utilización actual en el Mercado Nacional o Internacional, de la mejor calidad dentro

de su respectiva clase.

El contratista tiene la obligación de organizar y vigilar las operaciones relacionadas con los materiales que deben utilizar en la obra, tales como: provisión, transporte, carguío, acomodo, limpieza, protección, conservación en los almacenes o depósitos, muestras, certificados de calidad, etc.

Así mismo, el Contratista pondrá a consideración del Ingeniero Supervisor muestras de los materiales a usarse, las que además de ser analizadas, probadas, ensayadas de acuerdo a su especie y norma respectiva deberá recabar la autorización para ser usados, los gastos que irroguen estas acciones serán de cuenta exclusiva del Contratista de la Obra.

## **01. TRABAJOS PRELIMINARES**

### **01.01 Cartel de Identificación de la Obra de 3.60 x 2.40m**

#### **Descripción**

Dispositivo en el cual se informa a la población el tipo de Obra a construir, monto, tiempo de duración de la obra etc.

Comprende la confección, pintado y colocación del cartel de obra de dimensión aprox. (3.60 x 2.40m) las piezas serán acopladas y clavadas de tal manera que quede perfectamente rígidas.

#### **Medición**

En la partida (Cartel de Identificación de Obra), el presupuesto considera como unidad de medida la Unidad (UND).

#### **Forma de Pago**

El pago será efectuado mediante el presupuesto contratado a precios unitarios por unidad (unid) con cargo a la partida "Cartel de Obra" según precios unitario del contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, incluyendo las leyes sociales, materiales y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo.

<b>Partida de Pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
Cartel de Identificación de Obra (3.60 x 2.40m )	Unidad (Und.)

## **01.02 Campamento Provisional de Obra**

### **Descripción**

Son las construcciones necesarias para instalar la infraestructura que permita albergar a los trabajadores, insumos, maquinaria, equipos y otros, que incluye la carga, descarga, transporte de ida y vuelta, manipuleo y almacenamiento, permisos, seguros y otros.

Las instalaciones provisionales a que se refiere esta partida deberán cumplir con los requerimientos y deberán asegurar su utilización oportuna dentro del programa de ejecución de obra, así mismo contempla el desmontaje y el área utilizada quedara libre de todo obstáculo.

La ubicación del campamento y otras instalaciones será propuesta por el Contratista y aprobada por la Supervisión, previa verificación que dicha ubicación cumpla con los requerimientos del Plan de Manejo Ambiental, salubridad, abastecimiento de agua, tratamiento de residuos y desagües.

Se deberá proveer de una ambiente para la supervisión que deberá contar por lo menos con una mesa y dos sillas.

### **Requerimientos de Construcción**

#### **Generalidades**

En este rubro se incluye la ejecución de todas las edificaciones, tales como campamentos, que cumplen con la finalidad de albergar al personal que labora en las obras, así como también para el almacenamiento temporal de algunos insumos, materiales que se emplean en la construcción de carreteras; plataforma para instalación de planta de producción de materiales y tanques de almacenamiento de insumos, casetas de inspección, depósitos de materiales y de herramientas, caseta de guardianía, vestuarios, servicios higiénicos, cercos, carteles, etc.

El contratista deberá solicitar ante las autoridades competentes, dueños o representante legal del área a ocupar, los permisos correspondientes.

Las construcciones provisionales, no deberán ubicarse dentro de las zonas denominadas "Áreas Naturales Protegidas".

En la construcción del campamento se evitará al máximo los cortes de terreno, relleno, y remoción de vegetación. En lo posible, los campamentos deberán ser prefabricados y estar debidamente cercados.

### **Patio de máquinas**

Para el manejo y mantenimiento de las máquinas en los lugares previamente establecidos al inicio de las obras, se debe considerar algunas medidas con el propósito de que no alteren el ecosistema natural y socioeconómico, las cuales deben ser llevadas a cabo por el Contratista.

Los patios de máquinas deberán tener señalización adecuada para indicar el camino de acceso, ubicación y la circulación de equipos pesados. Los caminos de acceso, al tener el carácter provisional, deben ser construidos con el mínimo movimiento de tierras efectuando un tratamiento constructivo, para facilitar el tránsito de los vehículos de la obra.

El abastecimiento de combustible deberá efectuarse de tal forma que se evite el derrame de hidrocarburos u otras sustancias contaminantes al suelo, ríos, quebradas, arroyos, etc. Las operaciones de lavado de la maquinaria deberán efectuarse en lugares alejados de los cursos de agua.

### **Desmontaje y retiro de Campamentos**

En el proceso de desmontaje, el Contratista deberá hacer la demolición total de los pisos de concreto, paredes o cualquier otra construcción y trasladarlos a un lugar de disposición final de materiales excedentes. El área utilizada debe quedar totalmente limpia de basura, papeles, trozos de madera, etc.; sellando los pozos sépticos, pozas de tratamiento de aguas negras y el desagüe.

Una vez desmontadas las instalaciones, patio de máquinas y vías de acceso, se procederá a la recuperación ambiental de las áreas afectadas de acuerdo al Plande Manejo Ambiental.

### **Materiales**

Los materiales para la construcción de esta partida serán de preferencias desarmables y transportables, salvo que el Proyecto indique lo contrario.

### **Medición**

El Campamento se medirá en forma por metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

### **Forma de Pago**

El pago del campamento se realizará de acuerdo al siguiente criterio:

- 30% del total de la partida se pagará cuando se concluya la puesta en obra de los materiales necesarios para la edificación de los campamentos.
- 40% del total de la partida se pagará a la conclusión de las edificaciones correspondientes.
- 30% restante del total de la partida se pagará una vez que el Contratista haya concluido las labores de desmontaje y retiro de los campamentos de acuerdo a lo establecido en las presentes especificaciones técnicas generales.

<b>Partida de Pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
Campamento	Metro cuadrado (m2.)

### **01.03 Movilización y Desmovilización de Equipos**

#### **Descripción**

La partida de movilización y desmovilización consiste en el traslado de equipos (autotransportables y transportables) y accesorios para la ejecución de las obras desde su origen y su respectivo retorno. La movilización abarca la carga, transporte, descarga, manipuleo, operadores, permisos y seguros requeridos.

#### **Consideraciones generales**

Para trasladar el equipo pesado se puede hacer uso de camiones, cama baja, y el equipo liviano puede trasladarse por sus propios medios, llevando equipos livianos así como: herramientas, vibradores, neumáticos, etc. El contratista antes de transportar el equipo mecánico ofertado al sitio de la obra deberá someterlo a inspección de la entidad contratante dentro de los 30 días después de otorgada la buena pro. El equipo será revisado por el supervisor en la obra y si no se encuentra en buenas condiciones deberá ser rechazado.

#### **Medición**

La movilización se medirá en forma global (Glb.) El equipo a considerar en la medición será solamente el que ofertó el Contratista en el proceso de licitación.

### **Forma de Pago**

El trabajo será pagado en función del equipo movilizado a obra, como un porcentaje del precio unitario global para la partida Movilización y Desmovilización de equipo, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, equipos y herramientas, materiales e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente la partida.

El pago global de la movilización y desmovilización será de la siguiente forma:

- 50% del monto global será pagado cuando haya sido concluida la movilización a obra y se haya ejecutado por lo menos el 5% del monto del contrato total, sin incluir el monto de la movilización.
- El 50% restante de la movilización y desmovilización será pagada cuando se haya concluido el 100% del monto de la obra y haya sido retirado todo el equipo de la obra con la autorización del Supervisor.

<b>Partida de Pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
Movilización de Desmovilización de Equipo	Global (Glb.)

### **01.04 Trazo, Nivelación y Replanteo Topográfico**

#### **Descripción**

Basándose en los planos y levantamientos topográficos del Proyecto, sus referencias y BM's, el Contratista realizará los trabajos de replanteo y otros de topografía y georeferenciación requeridos durante la ejecución de las obras, que incluye el trazo de las modificaciones aprobadas, correspondientes a las condiciones reales encontradas en el terreno. El Contratista será el responsable del replanteo topográfico que será revisado y aprobado por el Supervisor, así como del cuidado y resguardo de los puntos físicos, estacas y monumentación instalada durante el proceso del levantamiento del proceso constructivo.

El personal, equipo y materiales deberán cumplir entre otros, con los siguientes requisitos:

#### **a. Personal**

Se implementarán cuadrillas de topografía en número suficiente para tener un flujo ordenado de operaciones que permitan la ejecución de las obras de

acuerdo a los programas y cronogramas. El personal deberá estar calificado para cumplir de manera adecuada con sus funciones en el tiempo establecido.

#### **b. Equipo**

Se deberá implementar el equipo de topografía necesario, capaz de trabajar con el grado de precisión necesario, que permita cumplir con las exigencias y dentro de los rangos de tolerancia especificados. Asimismo se deberá proveer el equipo de soporte para el cálculo, procesamiento y dibujo.

#### **c. Materiales**

Se proveerá los materiales en cantidades suficientes y las herramientas necesarias para la cimentación, monumentación, estacado y pintura. Las estacas deben tener área suficiente que permita anotar marcas legibles.

### **Medición**

La topografía y georeferenciación se medirán por kilómetro (km).

### **Forma de pago**

El pago de la Topografía y Georeferenciación será de acuerdo con el avance de obra de la partida específica.

- 30% (km) del total de la partida se pagará cuando se concluyan los trabajos de replanteo y georeferenciación de la obra.
- El 70% (km) restante de la partida se pagará en forma prorrateada y uniforme en los meses que dura la ejecución de la obra. Este costo incluye también la conservación de los monumentos de los puntos georeferenciados y/o de control.

<b>Partida de Pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
Topografía y Georeferenciación	Km

## **01.05 Flete Terrestre**

### **Descripción**

Esta partida consiste en el traslado de los materiales desde donde se adquieren los materiales hasta la comunidad donde se ejecuta la obra, el

transporte se realizara de acuerdo al cumplimiento de las normas de tránsito y seguridad establecido por las autoridades competentes.

### **Medición**

La unidad de medida es de forma Global (Glb.)

### **Forma de Pago**

El pago de esta partida se efectuara de acuerdo al porcentaje de avance tal y como se indica en los análisis de costos unitarios del presupuesto de proyecto el cual satisface los gastos de herramientas, equipo, mano de obra, leyes sociales, materiales e imprevistos.

<b>Partida de Pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
Flete Terrestre	Global (Glb.)

## **02. MOVIMIENTO DE TIERRAS**

### **02.01 Desbroce y Limpieza del Terreno**

#### **Descripción**

Este trabajo consiste en rozar y desbrozar la vegetación existente, destroncar y desenraizar árboles, así como limpiar el terreno en las áreas que ocuparán las obras y las zonas o fajas laterales requeridas para la vía, que se encuentren cubiertas de rastrojo, maleza, bosques, pastos, cultivos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los siguientes trabajos.

#### **Medición**

La unidad de medida del área desbrozada y limpiada, será la hectárea (ha), en su proyección horizontal, aproximada al décimo de hectómetro cuadrado, de área limpiada y desbrozada satisfactoriamente, dentro de las zonas señaladas en el Proyecto o indicadas por el Supervisor.

#### **Forma de Pago**

El pago del desbroce y limpieza se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aprobado por el Supervisor.

El precio deberá cubrir todos los costos de desmontar, destroncar, desenraizar, rellenar y compactar los huecos de tocones; disponer los materiales sobrantes de manera uniforme en los sitios aprobados por el Supervisor.

El pago por concepto de desbroce y limpieza se hará independientemente del correspondiente a la remoción de capa vegetal en los mismos sitios, aún cuando los dos trabajos se ejecuten en una sola operación.

Partida de Pago	Unidad de Pago
Desbroce y limpieza en bosque	Hectárea (ha)
Desbroce y limpieza en zonas no boscosas	Hectárea (ha)

## 02.02 Corte de Material Suelto

### Descripción

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover y cargar los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación y préstamos, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto, con las modificaciones definidas.

Excavación para la explanación, El trabajo comprende el conjunto de actividades de excavación y nivelación de las zonas comprendidas dentro del prisma donde ha de fundarse la carretera, incluyendo taludes, banquetas y cunetas.

### Clasificación

Excavación en Material Suelto, se clasifican como Material Suelto aquellos materiales cuya excavación puede ser practicada con herramientas manuales y equipos comunes, tales como retroexcavadoras, palas frontales, tractores de orugas o excavadoras sobre orugas.

### Materiales

Los materiales provenientes de excavación para la explanación se utilizarán, si reúnen las calidades exigidas, en la construcción de las obras de acuerdo con los usos fijados en los documentos del proyecto o determinado por el Supervisor.

El contratista no podrá desechar materiales ni retirarlos para fines distintos a la obra, sin la autorización previa del Supervisor.

Los materiales provenientes de la excavación que presenten buenas características para uso en la construcción de la vía, serán reservados para colocarlos posteriormente para cumplir la partida relleno con material de préstamo longitudinal.

El depósito temporal de los materiales no deberá interrumpir vías o zonas de acceso de importancia local.

Los materiales de excavación que no sean utilizables deberán ser colocados en depósitos de Material Excedente, donde lo indique el proyecto o de acuerdo con las instrucciones del Supervisor, en zonas aprobadas por éste.

### **Equipos**

El Contratista propondrá para consideración de la Supervisión, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios ni a construcciones ni a cultivos; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

### **Medición**

La unidad de medida será el metro cubico (m<sup>3</sup>), de material excavado en su posición original. Todas las excavaciones para explanaciones serán medidas por volumen ejecutado, con base en las áreas de corte de las secciones transversales del proyecto replanteado o modificado.

### **Forma de Pago**

El trabajo de excavación se valorizará al precio unitario, por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto, para la excavación ejecutada satisfactoriamente y cubrirá el costo de todas las operaciones relacionadas con la correcta ejecución de las obras.

## **02.03 Relleno con Material Propio**

### **Descripción**

Este trabajo consiste en formar rellenos o terraplenes con material proveniente de las excavaciones, de préstamo lateral o de las fuentes aprobadas de acuerdo como se indique en las siguientes especificaciones técnicas, alineamiento, pendiente y secciones transversales según se indique en los planos y sea indicado por el ingeniero supervisor.

### **Materiales**

El material que formara parte del relleno deberá ser de un tipo adecuado y aprobado por el ingeniero supervisor, este material no deberá de contener escombros, vegetación o materia orgánica. El material excavado húmedo y destinado a rellenos será utilizado siempre y cuando tenga el contenido óptimo de humedad.

Todos los materiales de corte, cual fuese su naturaleza y que satisfagan las especificaciones y que se hayan considerado aptos por el ingeniero supervisor, serán utilizados en las zonas de relleno.

### **Método de Construcción**

Antes de que se dé inicio a la construcción de cualquier terraplén, el terreno deberá de estar desbrozado y limpio. El supervisor determinara los posibles trabajos de remoción de la capa vegetal y retiro de material inadecuado, así como también el drenaje del área base.

En la construcción de terraplenes sobre terrenos inclinados se debe preparar previamente, posteriormente el terreno natural deberá cortarse en forma escalonada de acuerdo con los planos o las instrucciones del supervisor, para asegurar la estabilidad del terraplén nuevo. El ingeniero supervisor solo autorizara la colocación de material del terraplén siempre y cuando el terreno base este adecuadamente consolidado y preparado.

Los terraplenes se construirán hasta una cota superior a la indiada en los planos, para que se esta forma se pueda compensar los asentamientos producidos por efectos de la consolidación y obtener la cota final de la rasante.

Las exigencias generadas para la colocación de materiales serán como se describe a continuación:

Barreras en los pies de los taludes: La entidad deberá de evitar que el material de relleno este más alta de la línea de las estacas del talud, constituyendo para este efecto cunetas en la base de estos o en todo caso levantando barreras de contención de roca, tierras, canto rodado o tablones en el pie del talud, pudiendo utilizar otros métodos siempre y cuando sea aprobado por el ingeniero supervisor.

Rellenos fuera de las Estacas del Talud: Todos los huecos provenientes de las irregularidades del terreno y la extracción de los troncos causada por la entidad en la zona comprendida entre el estacado del pie del talud, el borde y el derecho de vía serán rellenos y nivelados de modo que se obtenga una superficie regular.

Material Sobrante: Cuando se obtenga material sobrante, este será reutilizado para ampliar uniformemente el terraplén o en la reducción de pendiente de los taludes, de acuerdo a como lo indique el ingeniero supervisor.

Compactación: Si no se especifica en los planos o en las disposiciones especiales, el terraplén deberá de ser compactado a una densidad del 90% de la máxima densidad, obtenida por la designación AASHTO T-180-57, en capas de 0.20 m a 0.30 m. inmediatamente debajo de la Sub Rasante.

Contracción y Asentamiento: La entidad construirá todos los terraplenes de tal manera que después de que se produjera la contracción y el asentamiento deberá efectuarse la aceptación del proyecto, para que dichos terraplenes tengan en todo punto la rasante, el ancho y la sección transversal requerida.

Protección de las Estructuras: En todos los casos se tendrán en cuenta medidas apropiadas de precaución para asegurar que el método de ejecución de la construcción de terraplenes no cause algún movimiento alguno o esfuerzos indebidos en alguna estructura. Los terraplenes que se coloquen encima y alrededor de alcantarillas se harán de material seleccionado el cual se colocara cuidadosamente, siendo apisonados y compactados de acuerdo a las especificaciones para el relleno de estructuras de obras de arte.

### **Método de Medición**

El volumen de material por el cual se pagará será el número de metros

cúbicos(m<sup>3</sup>) aceptablemente colocado, conformado, regado y compactado; de acuerdo a las prescripciones de la presente especificación, medidas en su posición final y calculada por el método del promedio de las áreas extremas.

### **Forma de pago**

El volumen medido en la forma descrita anteriormente será pagado al nivel de precio unitario del contrato por metro cubico (m<sup>3</sup>), para la partida relleno con material propio, entendiéndose que dicho precio y pago está constituido con una compensación total de mano de obra, herramientas, equipos, materiales y algún imprevisto necesario que pueda impedir cumplir el trabajo satisfactoriamente. El costo unitario deberá cubrir los costos de escarificación, nivelación, conformación, compactación y demás trabajos que preparen el área en donde se hayan de construir un nuevo terraplén.

## **02.04 Perfilado y Compactación en zonas de corte**

### **Descripción**

El Perfilado en taludes de corte o terraplenes es el trabajo realizado para obtener las pendientes indicadas en los taludes, esto implica la remoción de todas las irregularidades del talud de forma a configurarlo dentro de lo propuesto en el proyecto, indicados en los planos o indicado por el Supervisor.

### **Equipos**

El equipo empleado para la ejecución del perfilado de taludes deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación. Pudiendo además emplearse la mano de obra calificada.

### **Medición**

El trabajo ejecutado se medirá en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie perfilada del talud, aceptado por el Supervisor. Para tal efecto el contratista medirá la geometría de los taludes en base a alturas y progresivas de replanteo para así obtener las áreas de perfilado y aprobado por el Supervisor.

### **Forma de Pago**

La valorización se efectuará al precio unitario, y constituirá compensación total por toda mano de obra, equipo, herramienta y necesarios para la correcta ejecución del trabajo.

## **03. SUB – BASES Y BASES**

### **03.01 Capa de Sub Base Granular e = 15cm C/MAQUINARIA**

#### **Descripción**

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de materiales granulares, que pueden ser obtenidos en forma natural o procesados, debidamente aprobados, que se colocan sobre una superficie preparada. Los materiales aprobados son provenientes de canteras u otras fuentes. Incluye el suministro, transporte, colocación y compactación del material, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del Proyecto y aprobados por el Supervisor, y teniendo en cuenta lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental.

#### **Materiales**

De manera general, el material para la sub base deberá consistir de un material seleccionado y procesado de baja plasticidad, el cual, deberá reunir todos los requisitos indispensables para su utilización.

El material seleccionado no deberá de contener piedras mayores de 5 centímetros o mayores que 2/3 del espesor estipulado para dicha capa o en todo caso deberán ser eliminadas en el lugar de procedencia del material.

Los materiales que se usen como material de Sub Base serán suelos granulares del tipo A-1-a o A-1-b del sistema de clasificación AASHTO, teniendo que cumplir además con los requisitos de granulometría siguiente:

- Limite Líquido L.L.
- Índice de Plasticidad L.P.
- Valor Soporte – Método Dinámico simple Mayor al 20%

Además el material seleccionado tendrá que cumplir con las siguientes exigencias:

- Cargas Fracturadas (R # N°4)  $\geq 50\%$
- Abrasión  $\leq 50\%$
- Durabilidad en SO<sub>4</sub>N<sub>2</sub>  $\leq 12\%$
- Partículas Alargadas y Chatas  $\leq 20\%$
- Equivalentes de arena  $\geq 35\%$
- Sales solubles totales  $\leq 1\%$
- Compactación exigida  $\geq 100\%$  (AASTO T – 180)
- Óptimo de humedad  $\pm 1.5\%$

Los agregados deberán ser pasador por la criba de 9.5 mm (3/8”), quedando divididos en dos fracciones las cuales serán mezcladas en los porcentajes adecuados para poder lograr una granulometría específica, uniformidad de la mezcla l y evitar la segregación del material.

El agregado petróleo para la capa de Sub Base deberá de ser pasada por la criba de 51 mm (2”) y la de 9.5 mm (3/8”). Lo que sea retenido en la criba de 51 mm (2”) deberá de ser triturada para su utilización en la base. Por otra parte el material que pasa la criba de 51 mm (2”) y retenido en la de 9.5 mm (3/8”) y el material que pasa dicha criba de 9.5 mm (3/8”) serán acoplados para lograr la granulometría especificada, uniformidad en la mezcla y de esta forma evitar la segregación del material.

### **Verificación del diseño del Pavimento**

Previo a la colocación del material de Sub Base se tendrá que verificar la capacidad portante de la sub Rasante y por consiguiente lo proyectado por el diseño del pavimento proyectado.

Para dicha verificación se deber efectuarse por cuenta y cargo del contratista ensayos de CBR in situ, los cuales serán supervisados y aprobados por el ingeniero supervisor, los valores de CBR obtenidos deberán ser iguales o mayores a los que se indican en el proyecto, en caso de ser menores, el supervisor deberá ordenar la reconfirmación de la capa de Sub Rasante y de ser necesario podrá autorizar el mejoramiento de los materiales a utilizar.

Por otro lado; se resultar los valores de CBR mucho mayor, el supervisor podría reformular el diseño del pavimento; debiendo solicitar la autorización del proyectista.

### **Colocación y Extendido**

Una vez que se ha extendido el material se procederá al riego y batido de todo el material con la ayuda de camiones cisterna provistos de elementos que garanticen un riego uniforme lo más cerca a la óptima definida por el ensayo de compactación Proctor Modificado obtenida en el laboratorio para una muestra representativa del material de Sub Base. Posteriormente se realizara el extendido y explanación del material tratando de homogenizar hasta conformar una superficie que una vez se halla compactado, alcance el espesor y geométrica indicados para el proyecto.

### **Colocación y Extendido**

Una vez que se ha extendido el material se procederá al riego y batido de todo el material con la ayuda de camiones cisterna provistos de elementos que garanticen un riego uniforme lo más cerca a la óptima definida por el ensayo de compactación Proctor Modificado obtenida en el laboratorio para una muestra representativa del material de Sub Base. Posteriormente se realizara el extendido y explanación del material tratando de homogenizar hasta conformar una superficie que una vez se halla compactado, alcance el espesor y geométrica indicados para el proyecto.

### **Compactación**

La compactación se realizara con rodillos cuyas características de peso y eficiencia serán comprobadas por la supervisión. De preferencia se usaran rodillos liso vibratorios, lisos y neumáticos con redas oscilantes. La compactación de la capa base se comenzara de los bordes hacia el centro con pasadas en la dirección del eje de la carretera y el número suficiente para que se asegure la densidad de campo de control que se requiere.

En caso de que el rodillo no pueda entrar a áreas de difícil acceso, la compactación se realizara con una plancha vibratoria hasta alcanzar los niveles de densidad requeridos.

El grado de compactación exigido será del 100% de la máxima densidad seca del ensayo de Proctor Modificado (AASHTO T-180, Método D)

Los controles por los cuales se verificara la calidad del material son:

- Clasificación por el sistema AASHTO
- Equivalente de Arena (AASHTO  $\pm$  176, ASTM D – 2419)
- Granulometría (AASHTO T – 88, ASTM D1422)
- Proctor Modificado (AASHTO T – 180 Método D)
- Ensayo C.B.R. (ASTM D – 1883)
- Límite de Consistencia (AASHTO T88/90, ASTM D-423, ASTM D-424)

La frecuencia con la que se realizaran estos ensayos será cada 200 metros en forma alterna y será obligatorio a menor distancia cuando se aprecie un cambio significativo en el tipo de suelo del material que conforma la Sub Base.

En la verificación topográfica de la geometría de la vía se permitirá hasta un 20% (en exceso) para la fecha del bombeo, las cotas del proyecto se aproximarán a un error máximo de 1 cm por defecto o por exceso. El espeso de la capa compactada no deberá ser menor a las que se especifica en el diseño de pavimentos del Expediente Técnico.

### **Medición**

La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado al entero, de material o mezcla suministrado, colocado y compactado, y aprobado por el Supervisor, de acuerdo con lo que exija la especificación respectiva, las dimensiones que se indican en el Proyecto o las modificaciones aprobadas por el Supervisor.

El volumen se determinará por el sistema promedio de áreas extremas, utilizando las secciones transversales y la longitud real, medida a lo largo del eje del Proyecto.

No se medirán cantidades en exceso de las especificadas, ni fuera de las dimensiones de los planos y del Proyecto, especialmente cuando ellas se produzcan por sobre excavaciones; por parte del Contratista.

### **Forma de Pago**

El pago se hará por metro cúbico (m<sup>3</sup>), al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta Sección, así como con la especificación respectiva y aceptada por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras; obtención de permisos ambientales para la explotación de los suelos y agregados; las instalaciones provisionales; los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; la preparación de las zonas por explotar, así como todos los costos de explotación, selección, trituración, lavado, carga, descarga y transporte dentro de las zonas de producción, almacenamiento, clasificación, desperdicios, mezcla, colocación, nivelación y compactación de los materiales utilizados; y los de extracción, bombeo, transporte del agua requerida y su distribución.

<b>Partida de Pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
Sub bases Granulares	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

### **03.02 Capa de Base Granular e = 15cm C/MAQUINARIA**

#### **Descripción**

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de materiales granulares, que pueden ser obtenidos en forma natural o procesados, con inclusión o no de algún tipo de estabilizador o Ligante, debidamente aprobados, que se colocan sobre una subbase, afirmado o subrasante. Incluye el suministro, transporte, colocación y compactación de material de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del Proyecto y aprobados por el Supervisor, y teniendo en cuenta lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental. Incluye así mismo el aprovisionamiento de los estabilizadores

#### **Medición**

La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado al entero, de material o mezcla suministrado, colocado y compactado, y aprobado por el Supervisor, de acuerdo con lo que exija la especificación respectiva, las dimensiones que se indican en el Proyecto o las modificaciones aprobadas por el Supervisor.

El volumen se determinará por el sistema promedio de áreas extremas, utilizando las secciones transversales y la longitud real, medida a lo largo del eje del Proyecto.

No se medirán cantidades en exceso de las especificadas, ni fuera de las dimensiones de los planos y del Proyecto, especialmente cuando ellas se produzcan por sobre excavaciones; por parte del Contratista.

### **Forma de Pago**

El pago se hará por metro cúbico (m<sup>3</sup>), al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta Sección, así como con la especificación respectiva y aceptada por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras; obtención de permisos ambientales para la explotación de los suelos y agregados; las instalaciones provisionales; los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; la preparación de las zonas por explotar, así como todos los costos de explotación, selección, trituración, lavado, carga, descarga y transporte dentro de las zonas de producción, almacenamiento, clasificación, desperdicios, mezcla, colocación, nivelación y compactación de los materiales utilizados; y los de extracción, bombeo, transporte del agua requerida y su distribución.

<b>Partida de Pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
Bases Granulares	Metro cubico (m <sup>3</sup> )

## **04 PAVIMENTOS FLEXIBLES**

### **04.01 Imprimación Asfáltica Con Fluidificante MC – 30 C/MAQUINARIA**

#### **Descripción**

La imprimación asfáltica es el elemento que une el sub estrato y la superficie de rodadura asfáltica bajo el criterio de “Imprimación”, el presente proyecto se aplicara material bituminoso a una superficie de la carretera preparada anteriormente de acuerdo a las especificaciones y a la conformidad con los planos o como sea determinado por el ingeniero supervisor.

## **Materiales**

El material bituminoso, será Asfalto tipo Cut back grado MC-30 de acuerdo a los requisitos de calidad que se encuentran especificados por las ASTM D-2027 para los trabajos de imprimación.

El MC-30 es un asfalto cortado de curado medio de color negro y estado normal líquido, un asfalto diluido en solventes de uso en frío, la textura de este producto permite riegos homogéneos sobre la superficie a la que se desee aplicar.

## **Equipo**

El equipo que se requiere para la colocación de la capa de imprimación deberá de incluir una barredora giratoria u otro tipo de barredora mecánica, un ventilador de aire mecánico, una unidad calentadora para el material bituminoso y un distribuidor a presión.

- Las escobas barredoras giratorias tendrán que ser construidas de tal manera que permitan que las revoluciones de la escobilla se puedan regular con relación al progreso de la operación y permitan hacer un ajuste y mantenimiento de la escobilla con relación al barrido de la superficie y debe contener elementos tales que sean lo suficientemente rígidos para limpiar la superficie sin dañarla.
- El ventilador mecánico deberá de estar montado sobre llantas neumáticas, y debe de ser capaz de ser ajustado de manera que logre limpiar sin llegar a cortar la superficie y tendrá que ser construido de tal manera que sople el polvo del centro de la carretera hacia sus costados.
- El equipo calentador del material bituminoso deberá de ser de una capacidad adecuada como para lograr calentar el material de una forma apropiada por medio de la circulación de vapor de agua y aceite a través de serpentines en un tanque. La unidad de calefacción debe de ser construida de tal manera que evite el contacto directo entre las llantas del quemador y la superficie de los serpentines, cañerías o del recinto de la calefacción a través de los cuales el material bituminoso circula.
- Los distribuidores a presión utilizados para aplicar el material bituminoso a lo mismo que los tanques del almacenamiento, deberán estar montados en camiones o tráilers en buen estado y equipados con llantas neumáticas con la

finalidad de que no dañen o dejen huella en la superficie del camino.

Los camiones o tráilers utilizados para esta etapa del proyecto deberán de tener la suficiente potencia para que se pueda mantener una velocidad deseada durante la operación. El velocímetro del vehículo que registra la velocidad del camión deberá ser una unidad completamente separada e instalada en el camión con una escala graduada de tamaño grande y por unidades para que se esta forma la velocidad del camión pueda ser determinada dentro de los límites aproximados de tres metros por minuto.

Se deberá instalar un tacómetro en el eje de la bomba en el sistema de distribución y la escala deberá ser calibrada de manera que se muestre las revoluciones por minuto y ser instalada en forma de que sea fácilmente leída por el operador en todo momento.

Los conductos de los camiones esparcidos deberán ser construidos de tal manera que se pueda variar su longitud en incrementos de 30 centímetros o longitudes de hasta 6 metros, deben de permitir también el ajuste vertical de las boquillas hasta la altura deseada sobre la superficie del camino y este conforme con el bombeo de la misma.

El conducto esparcidor y la boquilla deberán ser construidas de tal manera que eviten obstrucciones de las boquillas durante operaciones intermitentes y deben de estar provistas de un cierre inmediato que corte la distribución del asfalto cuando este cese, evitando de esta forma que gotee desde el conducto esparcidor.

El sistema de la bomba de distribución y la unidad motriz deberán tener una capacidad no menor a 250 galones por minuto, y deberán de estar equipadas con conductos de desvío hacia el tanque de suministro y tendrán que ser capaces de distribuir un flujo uniforme y constante de material bituminoso a través de las boquillas y contar con una adecuada presión que asegure una aplicación uniforme sobre la superficie.

La totalidad del distribuidor debe de ser construida y operada de tal manera que asegure la distribución del material bituminoso, con una presión de 0.02 galones por metro cuadrado dentro de un rango de cantidades de distribución desde 0.06

a 2.4 galones por m<sup>2</sup>.

El distribuido tiene que estar equipado con un adecuado sistema de calentamiento del material bituminoso que garantice un calentamiento uniforme dentro de la masa total del material bajo control eficiente y positivo en cualquier momento.

Se tendrá que proveer adecuados medios que indiquen la temperatura del material con el termómetro colocado de tal manera que n entre en contacto con el tubo calentador.

### **Requerimiento de Construcción**

De acuerdo al clima, la capa de imprimación debe ser aplicada solamente cuando la temperatura atmosférica este por encima de los 15°C, y la superficie de la carretera se encuentre seca y las condiciones climatológicas sean favorables.

### **Preparación de la Superficie**

La superficie de la base deberá de estar imprimada en conformidad con los alineamientos, gradientes y secciones típicas indicadas en los planos y con los requisitos de las especificaciones relativas al tratamiento posterior.

Antes de aplicar la capa de imprimación, todo el material suelto o extraño debe de tener que ser retirado por medio de una barredora mecánica y/o soplador mecánico según sea necesario.

Las concentraciones de material frio, deberán de ser retiradas por medio de la cuchilla niveladora o una ligera escarificación. La superficie preparada tendrá que ser ligeramente humedecida mediante rociado, inmediatamente antes de la aplicación del material imprimante.

### **Aplicación de la Capa de Imprimación**

El material bituminoso de imprimación tiene que ser aplicado sobre la base completamente limpia, mediante un distribuidor a presión que cumpla con los requisitos mencionados anteriormente.

El material deberá ser aplicado uniformemente a la temperatura y velocidad de régimen especificada, por lo general el régimen es entre 0.2 y 0.4 galones por

metro cuadrado; la temperatura de riego será aquella que está comprendida entre 60 ° C y 106 ° C, con una penetración mínima de 7 mm en la base granular.

Al aplicar la capa de imprimación, el distribuidor tendrá que ser conducido a lo largo de un filo marcado para mantener una línea recta de aplicación. Cualquier área que no reciba el tratamiento deberá de ser inmediatamente imprimada usando una manguera de esparcidor conectada al distribuidor para que de esta forma la aplicación de la imprimación sea uniforme.

Se tendrá mucho cuidado para imprimir la cantidad adecuada de material bituminoso a lo largo de la junta longitudinal resultante.

Inmediatamente después de la aplicación de la capa de imprimación, se deberá de proteger con avisos impidiendo el tránsito durante el periodo de curación.

### **Protección de Estructuras Adyacentes**

La superficie de todas las estructuras y arboles adyacentes en el área sujeta al tratamiento de la superficie de la carretera deberán de ser protegidas de tal manera que se eviten salpicaduras o manchas que puedan alterar el ecosistema o vista del paisaje.

### **Apertura al Tráfico y Mantenimiento**

El área imprimada tiene que airearse sin ser arenada por un lapso de 24 horas. Si el clima fuese frío o si el material de imprimación no ha penetrado completamente en la superficie de la base se podrá tener en cuenta un periodo de tiempo más largo.

Cualquier exceso de material bituminoso que quede sobre la superficie deberá de ser retirado usando arena u otro material aprobado que lo absorba antes de reanudar el tráfico, se tendrá que conservar la superficie imprimada hasta que la capa superficial sea colocada.

La labor de conservación tiene que incluir la extensión de cualquier cantidad adicional de arena u otro material que se crea necesario para poder evitar la adherencia de la capa de imprimación a las llantas de los vehículos y poder parchar cualquiera rotura de la superficie imprimada con material bituminoso adicional.

Cualquier área de la superficie imprimada que resulte dañada por el tráfico de vehículos o por otra causa, tendrá que ser reparada antes de que la capa superficial sea colocada.

### **Controles**

Los ensayos a efectuar serán:

- Control de calidad según ASTM D-2027 para Asfalto MC-30
- Para cada tramo imprimado será registrado la temperatura ambiente.
- Por cada tramo imprimado será registrada la tasa de bitumen por m<sup>2</sup>.
- Para cada tramo imprimado se tendrá que verificar la penetración del material bituminoso en la superficie imprimada.
- Para cada tramo imprimado deberá efectuarse control permanente de la temperatura del bitumen antes de su aplicación.

### **Frecuencia de Control In Situ**

La frecuencia de los ensayos estará establecida como se indica a continuación:

- La frecuencia de muestreo del bitumen, deberá de estar regida por la norma AASHTO T40-78 (1993), en todo caso no podrá ser menor que una muestra por cada tanque de 9000 gl. El muestreo se efectuara en los tanques de almacenamiento.
- Para cada tramo imprimado se deberá de efectuar por lo menos 3 determinaciones en plataforma de cantidades de bitumen por m<sup>2</sup> aplicada.
- Cada 25 metros se tendrá que verificar la penetración del material bituminoso imprimada en la superficie.

### **Medición**

El método de medición de la superficie imprimada y aprobada se medirá en metros cuadrados (m<sup>2</sup>)

### **Base de Pago**

De acuerdo a lo indicado anteriormente, se pagara con la partida de IMPRIMACION ASFALTICA, teniendo en cuenta los metros cuadrados de

superficie imprimada y aprobada por el ingeniero supervisor.

Este precio incluirá una compensación total por el trabajo especificado en esta partida, mano de obra, herramientas, equipos y materiales con excepciones del asfalto e imprevistos necesarios para completar el trabajo, la unidad de pago es por m<sup>2</sup>.

#### **04.03 Preparación Carpeta Asfáltica en Caliente e=2”**

##### **Descripción**

Este trabajo consiste en la fabricación de mezclas asfálticas en caliente y su colocación en una o más capas sobre una superficie debidamente preparada e imprimada, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Teniendo en consideración que esta tecnología es cada vez menos utilizada por razones técnicas y ambientales, se recomienda que su aplicación se limite solo a aquellos casos estrictamente indispensables, por razones de ubicación de la obra u otros factores como bajo volumen de tránsito.

##### **Materiales**

###### **• Agregados Minerales Gruesos**

La proporción de los agregados retenidos en la malla N° 4, se designara agregado grueso y se tendrá que proceder de la trituración de roca o grava o bien por una combinación de ambas. Dichos materiales serán limpios, durables, compactos y no deberán de estar recubiertos de arcilla, limo u otras sustancias perjudiciales.

No se utilizara en capas de superficie agregados con tendencia a pulimentarse por acción del tráfico.

**Tabla N° 80: Requerimientos para los Agregados Gruesos**

Ensayos	Norma	Requerimiento Altitud (m.s.n.m.)	
		< 3000	> 3000
Durabilidad (al sulfato de Sodio)	MTC E 209	12% máx	10% máx
Durabilidad (al sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx	15% máx
Abrasión Máquina de los Ángeles	MTC E 207	40% máx	35% máx
Partículas chatas y Alargadas	MTC E 221	10% máx	10% máx
Salas Solubles	MTC E 219	0.5% máx	0.5% máx
Absorción	MTC E 206	1.0% máx	Diseño
Adherencia	MTC E 519	+95	+95

**Tabla N° 81: Requerimientos para Caras Fracturadas**

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Espesor de Capa	
	< 10 mm	> 10 mm
3	65/40	50/30
> 3 – 30	80/50	60/40
> 30	100/80	90/70

Nota: La notación de “85/80” señala que el 85% del agregado grueso tiene una cara Fractura y que el 80% tiene dos caras fracturadas.

### Agregados Minerales Finos

La cantidad de agregados que pasa la malla N° 4, se nombrara como agregado Fino y estará compuesto por arena de trituración o en todo caso una mezcla de ella con arena natural. El material tendrá que estar libre de cualquier sustancia que impida que se adhiera al asfalto y se deberá satisfacer las condiciones de calidad indicadas.

Los granos del agregado fino deberán ser limpios, duros y de superficie angular y rugosa. No se utilizara en capas de superficie agregados que tengan una tendencia a pulimentarse por los motivos del tráfico.

**Tabla N° 82: Requerimientos para los Agregados Finos**

Ensayos	Norma	Requerimiento Altitud (m.s.n.m.)	
		< 3000	> 3000
Durabilidad (al sulfato de Sodio)	MTC E 209	12% máx	10% máx
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	4% mín	6% mín
Índice de Plasticidad N 40	MTC E 111	NP	NP
Índice de Plasticidad N 200	MTC E 111	4 máx	NP
Salas Solubles	MTC E 219	0.5% máx	0.5% máx
Absorción	MTC E 205	0.5% máx	Diseño

**Tabla N° 83: Requerimiento del Equivalente de Arena**

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Porcentaje de Equivalentes Arena (mínimo)
3	45
> 3 – 30	50
> 30	55

### **Gradación**

La gradación de los agregados para producir la mezcla asfáltica en caliente tendrá que ser propuesta por el contratista y aprobada por el ingeniero supervisor, de acuerdo a los espesores de recapeo y textura.

La gradación de la mezcla asfáltica según norma (MAC) tendrá que responder a algunos de los siguientes usos granulométricos especificados a continuación:

**Cuadro N° 84: Usos Granulométricos**

Tamiz	Porcentaje que Pasa		
	MAC – 1	MAC – 2	MAC – 3
25.0 mm (1")	100	-	-
19.0 mm (3/4")	80 – 100	100	-
12.5 mm (1/2")	67 – 85	80 – 100	-
9.5 mm (3/8")	60 – 77	70 – 88	100
4.75 mm (N° 4)	43 – 54	51 – 68	65 – 87
2.00 mm (N° 10)	29 – 45	38 – 52	43 – 61
425 mm (N° 40)	14 – 25	17 – 28	16 – 29
180 mm (N° 80)	8 – 17	8 – 17	9 – 19
75 mm (N° 200)	4 – 8	4 – 8	5 – 10

• Relleno Mineral o Filler

El filler de origen mineral que se requiere como relleno de vacíos, espesante del asfalto o mejorado de adherencia al par agregado – asfalto, podrá utilizarse cal hidratada, cemento portland u otros elementos plásticos. También puede usarse polvo de roca.

De usarse Cal hidratada se deberá de cumplir de acuerdo a la norma AASHTO M – 303; y la cantidad a utilizar se definirá en la fase de diseño de mezcla según el Método Marshall.

Cemento Asfáltico modificado con Polímeros SBS

El cemento asfáltico que se empleara en las mezclas asfálticas será modificado con polímeros SBS.

El cemento asfáltico tiene que presentar un aspecto homogéneo y encontrarse libre de agua y no formar espuma cuando es calentado a temperatura de 175°C.

Los requisitos de calidad del cemento asfáltico modificado con polímero SBS son los que a continuación se indican:

**Tabla N° 85: Especificaciones del Cemento Asfáltico Modificado con Polímeros  
SBS**

Ensayo	Método ASTM	Valores	
		Mínimo	Máximo
Punto de ablandamiento, °C	D 36	60	---
Penetración, 25°C, 5s, dmm	D 5	55	70
Punto de inflamación, °C	D 92	230	---
Recuperación elástica torsional, 25°C, %	NLT 329	60	---
Recuperación elástica lineal, 25°C, %, método A 10 cm	D 6084	85	---
Recuperación elástica lineal, 5°C, %, Método A 10 cm	D 6084	60	---
Ductilidad, 5°C, 5 cm/min, cm	D 13	15	---
Viscosidad Brookfield, 135°C , cP	D 4402	---	---
Viscosidad Brookfield, 145°C , cP	D 4402	---	1000
Viscosidad Brookfield, 175°C , cP	D 4402	---	---
<b>Estabilidad al almacenamiento, 163°C, 48 horas</b>	<b>D 5976</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Diferencia en Punto de ablandamiento, °C	D 36	---	5
Diferencia en Penetración, dmm	D 5	---	10
<b>Sobre el residuo después de Película Fina</b>	<b>D 1754</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Variación de masa %	D 1754	---	1
Penetración, 25°C, 5s, % del original	D 5	65	---
Ductilidad, 5°C, 5 cm/min, cm	D 113	8	---
Recuperación elástica lineal 25°C, %	D 6084	65	---

• Fuentes de Provisión se Canteras

El ingeniero supervisor deberá verificar y aprobar el uso de las canteras de las cuales se extraerá el material que se emplee en la mezcla asfáltica.

**Medición**

La unidad de medida será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla suministrada, colocada y compactada en obra, aprobada por Supervisor, de acuerdo con las especificaciones técnicas del Proyecto.

El volumen se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje de trabajo, por el ancho y espesor especificados en el Proyecto y aprobados por el Supervisor.

## **Forma de Pago**

### **Mezclas asfálticas**

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cúbico (m<sup>3</sup>), para toda obra ejecutada de acuerdo al proyecto, las presentes especificaciones y aprobada por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras; obtención de permisos ambientales para la explotación de los suelos y agregados; las instalaciones provisionales; los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; la preparación de las zonas por explotar, así como todos los costos de explotación, selección, trituración, lavado, carga, descarga y transporte dentro de las zonas de producción, almacenamiento, clasificación, desperdicios, mezcla, colocación, nivelación y compactación de los materiales utilizados; y los de extracción, bombeo, transporte del agua requerida y su distribución.

En todos los casos, el precio deberá incluir el suministro en el sitio, almacenamiento, desperdicios y aplicación del material bituminoso, agua y aditivos mejoradores de adherencia y de control de rotura que se requieran; la protección de todos los elementos aledaños a la zona de los trabajos y que sean susceptibles de ser afectados por los riegos de asfalto.

<b>Partida de Pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
Carpeta Asfáltica en Caliente	Metro cubico (m <sup>3</sup> )

## **05. OBRAS DE ARTE Y DRENAJE**

### **05.01 Alcantarillas de Tubería Metálica Corrugada (MTC)**

#### **05.01.01 Trazo y Nivelación de Obras de Arte**

##### **Descripción**

En base a los planos y levantamientos topográficos del Proyecto, sus referencias y BMS, el Ing. Residente procederá al replanteo de alcantarillas, en el que de ser necesario se efectuarán los ajustes necesarios a las condiciones reales encontradas en el terreno. El Ing. Residente será el responsable del replanteo topográfico que será revisado y aprobado por el Supervisor, así como del

cuidado y resguardo de los puntos físicos, estacas y monumentación instalada durante el proceso del levantamiento del proceso constructivo.

El Ing. Residente instalará puntos de control topográfico estableciendo en cada uno de ellos sus coordenadas geográficas en sistema UTM. Para los trabajos a realizar dentro de esta sección el Residente deberá proporcionar personal calificado, el equipo necesario y materiales que se requieran para el replanteo estacado, referenciación, monumentación, cálculo y registro de datos para el control de las obras.

La información sobre estos trabajos, deberá estar disponible en todo momento para su revisión y control por el Supervisor.

El personal, equipo y materiales deberá cumplir con los siguientes requisitos:

**a. Personal**

Se implementarán cuadrillas de topografía en número suficiente para tener un flujo ordenado de operaciones que permitan la ejecución de las obras de acuerdo a los programas y cronogramas. El personal deberá estar suficientemente tecnificado y calificado para cumplir de manera adecuada con sus funciones en el tiempo establecido.

**b. Equipo**

Se deberá implementar el equipo de topografía necesario, capaz de trabajar dentro de los rangos de tolerancia especificados. Así mismo se deberá proveer el equipo de soporte para el cálculo, procesamiento y dibujo.

**c. Materiales**

Se proveerá suficiente material adecuado para la cimentación, monumentación, estacado, pintura y herramientas adecuadas. Las estacas deben tener área suficiente que permita anotar marcas legibles.

**Medición**

El trazo y nivelación de obras de arte se medirá por metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

**Forma de Pago**

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas al precio de contrato de la partida "Trazo y Replanteo de muro de contención". El pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta sección.

El pago del Trazo y replanteo será de la siguiente forma:

- 20% del monto global de la partida se pagará cuando se concluyan los trabajos de georeferenciación con el establecimiento y definición de sus coordenadas.
- El 80% del monto global de la partida se pagará en forma prorrateada y uniforme en los meses que dura la ejecución del proyecto.

Partida de Pago	Unidad de Pago
Trazo y replanteo para alcantarillas	Metro Cuadrado (ml)

### **05.01.02 Excavación para Estructuras**

#### **Descripción**

Las excavaciones serán del tamaño exacto al diseño de estas estructuras, se quitarán los moldes laterales cuando la compactación del terreno lo permita y no exista riesgo y peligro de derrumbes o de filtraciones de agua.

Antes del procedimiento de vaciado, se deberá aprobar la excavación. No se permitirá ubicar las estructuras sobre material de relleno sin una consolidación adecuadas (para esta tarea se estiman capas como máximo de 20 cm).

El fondo de toda excavación debe quedar limpio y parejo, se deberá retirar el material suelto, si por casualidad el Residente se excede en la profundidad de excavación, no se permitirá el relleno con material suelto, el cual debe hacerse con una mezcla de concreto ciclópeo de 1:12 o en su defecto con hormigón.

Si la resistencia fuera menor a la contemplada en los cálculos y la napa freática y sus posibles variaciones caigan dentro de la profundidad de las excavaciones, el Residente notificará de inmediato y por escrito al Ing. Inspector quien resolverá lo conveniente

#### **Medición**

El trabajo ejecutado, de acuerdo a las prescripciones antes dichas, se medirá en metros cúbicos (m3).

#### **Forma de Pago**

El pago se hará por metro cúbico (m3) según precio unitario del contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda

la mano de obra, incluyendo las leyes sociales, materiales y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo.

Partida de Pago	Unidad de Pago
Excavación para alcantarillas	Metro cubico (m3)

### **05.01.03 Encofrado y Desencofrado**

#### **Descripción**

Esta partida comprende el suministro, ejecución y retiro de encofrado de madera o metal para el vaciado de concreto, de acuerdo con los planos del proyecto, las especificaciones y las instrucciones del Supervisor. Los encofrados deberán ser suficientemente resistentes y estables a las presiones debidas a la colocación y vibrado del concreto y deberán mantenerse rígidamente en su posición correcta. Los encofrados deberán ensamblarse en forma precisa para impedir que los finos del concreto escurran a través de las juntas.

Se podrá utilizar encofrados de madera, metálicos o madera laminada o fibra prensada. Estos elementos no deberán presentar deformaciones, defectos, irregularidades o puntos frágiles que puedan influir en la forma, dimensión o acabado de los elementos de concreto a los que sirve de molde.

Para superficies no visibles, el encofrado puede ser construido con madera en bruto, pero con juntas debidamente calafateadas para evitar la fuga de pasta de concreto.

Para superficies visibles, también denominadas caravista, el encofrado deberá ser construido con paneles de  $\frac{3}{4}$ " de madera laminada, madera machihembrada o con planchas duras de fibra prensada y marcos de madera cepillada. La línea de contacto entre paneles deberá ser cubierta con cintas, para evitar la formación de rebabas; dichas cintas deberán estar convenientemente adheridas para evitar su desprendimiento durante el llenado.

Los alambres a emplearse en la sujeción de encofrados, no deben atravesar las caras del concreto, especialmente las que vayan a quedar expuestas. En general, se deberá unir los encofrados por medio de pernos que puedan ser retirados posteriormente, de manera que el desencofrado no produzca daños en

la superficie del concreto.

### **Medición**

se considerará como área de encofrado la superficie de la estructura de concreto efectiva que esté cubierta directamente por dicho encofrado, que realmente haya sido ejecutada, y aprobada por el supervisor. La unidad medida será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

### **Forma de Pago**

La valorización del encofrado medido de la manera antes descrita, se realizará con la partida correspondiente en base al precio unitario del presupuesto por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de “Encofrado y Desencofrado” ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Supervisor. Este precio y valorización incluirá, además de los materiales, mano de obra, leyes sociales, equipo, transporte de los encofrados y accesorios a las diferentes zonas de trabajo y herramientas necesarias para ejecutar el encofrado propiamente dicho, todas las obras de refuerzo y apuntalamiento, así como de apoyos indispensables para asegurar la estabilidad, resistencia y buena ejecución de los trabajos. Igualmente, incluirá el costo total del desencofrado respectivo.

<b>Partida de Pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
Excavación para Estructuras	Metro cubico (m <sup>2</sup> )

## **05.01.04 ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM<sup>2</sup>**

### **Descripción**

Este trabajo consiste en el suministro, transportes, almacenamiento, corte, doblamiento y colocación de las barras de acero dentro de las diferentes estructuras permanentes de concreto, de acuerdo con los planos del proyecto, esta especificación y las instrucciones del Supervisor.

### **Medición**

La unidad de medida será el kilogramo (kg), de acero de refuerzo para estructuras de concreto, realmente suministrado y colocado en obra, debidamente aceptado por el Supervisor.

La medida no incluye el peso de soportes separados, soportes de alambre o elementos similares utilizados para mantener el refuerzo en su sitio, ni los empalmes adicionales a los indicados en los planos.

Tampoco se medirá el acero específicamente estipulado para valorización en otros renglones.

Si se sustituyen barras a solicitud del contratista y como resultado de ello se usa más acero del que se ha especificado, no se medirá la cantidad adicional.

La medida para barras se basará en el peso computado para los tamaños y longitudes de barras utilizadas, usando los pesos unitarios indicados.-

La medida para malla de alambre será el producto del área en metros cuadrados de la malla efectivamente incorporada y aceptada en la obra, por su peso real en kilogramos por metro cuadrado.

No se medirán cantidades en exceso de las indicadas en los planos del proyecto u ordenadas por el Supervisor.

### **Formas de Pago**

La valorización se hará al precio unitario del presupuesto por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, ensayos, transportes, almacenamiento, corte, desperdicios, doblamiento, limpieza, colocación y fijación del refuerzo necesario para terminar correctamente el trabajo, de acuerdo con los planos, esta especificación, las instrucciones del Supervisor.

<b>Partida de Pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
Excavación para Estructuras	Metro cubico (m2)

### **05.01.05 Concreto f'c=175 Kg/cm2**

#### **Descripción**

En esta partida genérica, la entidad contratista deberá de suministrar los diferentes tipos de concreto compuestos de cemento portland, agregados

grueso, agregados finos y agua, preparados en función a estas especificaciones en las dimensiones, sitios, forma y clases indicadas en los planos o como lo indique el ingeniero supervisor.

La entidad contratista deberá de preparar la mezcla de prueba y someterla a ensayos para que el ingeniero supervisor pueda aprobarla antes de vaciar el concreto en su lugar final. Los agregados como el cemento y agua tendrán que estar adecuadamente proporcionados por peso; solo el ingeniero supervisor podrá permitir la proporción por volumen.

### **Medición**

Esta partida se medirá por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de concreto de calidad especificada que se coloque de acuerdo a lo indicado en las presentes especificaciones, medido en su posición final de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos o como lo hubiera ordenado el ingeniero supervisor.

### **Forma de Pago**

El pago se realizará por metro cúbico (m<sup>3</sup>), entendiéndose que dicho precio y pago contendrá la compensación total por mano de obra incluyendo leyes sociales, materiales, herramientas e imprevistos que se puedan generar para la ejecución del trabajo.

### **05.01.06 Emboquillado de Mampostería e=0.25cm**

#### **Descripción**

Esta partida comprende el tipo de concreto, el cual incluye los concretos a preparar, materia de medición directa para el pago y aquellas que están consideradas dentro de otras Obras. Estarán compuestos de cemento Portland, agregados finos, agregados gruesos y agua, preparados y contruidos de acuerdo con estas Especificaciones en los elementos y en la forma, dimensiones y clases indicadas en los planos.

#### **Materiales**

- **Cemento**

El cemento deberá ser del tipo Portland, originario de fábricas aprobadas, despachado únicamente en sacos o bolsas sellados de marca. La calidad tipo del cemento Portland a ser utilizado para las obras de arte deberá de

ser del Tipo I. En todo caso, el cemento deberá ser aceptado solamente con aprobación expresa del Ing. Supervisor, que se basará en los certificados de ensayo emanados de laboratorios reconocidos.

- **Piedras**

Las piedras a emplearse en el emboquillado deberán ser cantos rodados, o piedras de cantera, deberán estar sanas, compactas y duras, exentas de indicios de alteración o intemperización ni signos de fracturas.

Las piedras deberán tener un volumen comprendido entre: 0.003 m<sup>3</sup> y 0.006 m<sup>3</sup>, para emboquillados de 0.20m de espesor y 0,006 m<sup>3</sup> y 0.008 m<sup>3</sup>, para emboquillados de 0.30m de espesor.

En todos los casos el espesor de la piedra no debe ser superior a los dos tercios de la menor dimensión del emboquillado proyectado.

Con respecto a la forma, las piedras deberán ser de preferencia paralelepípedos, con la mayor dimensión no superior a 2 veces la menor dimensión.

Todas las piedras a ser empleadas deberán contar con la aprobación del supervisor y deberán estar limpias, lavadas y exentas de materiales nocivos, las mismas serán humedecidas antes de ser colocadas en el concreto.

- **Agregados Finos**

El agregado fino para el concreto deberá satisfacer los requisitos de la norma AASHTO M-6.

Asimismo, para minimizar la presencia de partículas finas, se realizará venteo mecánico; y cuando el caso lo requiera lavado.

El agregado fino consistirá de arena natural u otro material inerte con características similares, sujeto a aprobación por parte del Ing. Supervisor. Será limpio libre de impureza, sales y sustancias orgánicas.

El agregado fino deberá cumplir con los siguientes requisitos:

**Tabla N° 86: Requisitos del agregado fino para el concreto**

ESPECIFICACIÓN		MÉTODO DE PRUEBA
Partículas Friables y terrones de arcilla	2 % Max.	T – 112
Carbón y lignito	0.5 % Max.	T – 113
Material menor que la malla N°200 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concreto Sujeto a Abrasión</li> <li>• Concreto no sujeto a Abrasión</li> </ul>	4 %Max. 5 % Max.	T – 11
Perdida en el ensayo de durabilidad con sulfato de sodio	10 % Max.	T -104

- **Agregado Ciclópeo**

El agregado ciclópeo será roca triturada o canto rodado de buena calidad. El agregado será preferiblemente angular y su forma tenderá a ser cúbica. La relación entre las dimensiones mayor y menor de cada piedra no será mayor que dos a uno (2:1).

El tamaño máximo admisible del agregado ciclópeo dependerá del espesor y volumen de la estructura de la cual formará parte. En cabezales, aletas y obras similares con espesor no mayor de ochenta centímetros (80cm), se admitirán agregados ciclópeos con dimensión máxima de treinta centímetros (30cm). En estructuras de mayor espesor se podrán emplear agregados de mayor volumen, previa autorización del Supervisor y con las limitaciones establecidas en la presente especificación referente a Operaciones para el vaciado de la mezcla, ítem: Colocación del concreto.

- **Agua**

El agua a ser utilizada para preparar y curar el concreto deberá ser previamente sometida a la aprobación del Ing. Supervisor quién lo someterá a las pruebas de los requerimientos de la norma AASHTO T 26.

El agua potable no requiere ser sometida a las pruebas de minerales nocivos o materias orgánicas.

El agua de mezcla no deberá contener sales tales como cloruro de sodio en exceso de trescientos (300) partes por millón, ni sulfatos de sodio en exceso de doscientos (200) partes por millón.

El agua para el curado y mezcla del concreto no deberá tener un ph más bajo de 5 ni mayor de 8, contener impurezas en tal cantidad que puedan provocar la decoloración del concreto.

### **Medición**

Esta partida solo será materia de medición directa para:

Cabezales de alcantarillas. Y se medirán por metro cúbico de concreto de la calidad especificada, terminados y aceptados por el Ingeniero Supervisor.

### **Forma de Pago**

La cantidad de metros cúbicos de concreto de cemento portland preparado, colocado, acabado y curado, calculado según el método de medida antes indicado, será pagado al precio unitario de concreto de cemento portland de la calidad especificada :

El que constituirá compensación total por el costo de la mano de obra, suministros de materiales hasta el lugar de ubicación de estas estructuras, equipo, herramientas y cualquier actividad e imprevisto necesario para la completa ejecución de la partida conforme a estas Especificaciones.

<b>Partida de Pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
Emboquillado de Concreto	Metro cuadrado (m2)

### **05.01.07 Alcantarillas TMC Ø 24 (inc/colocación)**

#### **Descripción**

Una alcantarilla de acero corrugado bien ubicada, asentada y armada correctamente; con un material de relleno adecuado y cuidadosamente compactado, funcionará en forma eficiente y tendrá una vida útil mucho más larga de lo prevista.

Estructuras de mayor tamaño requieren mayor cuidado en su instalación que las pequeñas

Las alcantarillas circulares están formadas por dos planchas semicirculares de acero corrugado y galvanizado que son traslapadas y unidas por medio de pernos y tuercas, constituyendo una estructura resistente y hermética.

Son galvanizadas en caliente con recubrimiento de Zn de 610 gr/cm<sup>2</sup> de acuerdo a ASTM A-929.

### **Planchas Minimultiplate**

Las planchas que conforman las alcantarillas Minimultiplate tienen una longitud útil de 81 cm y cuentan además con traslape de 3 cm. La corruga de estas planchas es de 68 mm de separación y 13 mm de profundidad.

Las planchas se entregan en paquetes de 15 unidades. Son fáciles de transportar, manipular, armar, y no requieren almacenamiento especial.

### **Alineamiento**

La entrada y salida de la corriente deben ser directas, en línea recta, para lo que se debe alinear la alcantarilla con la corriente, sin cambios bruscos de dirección en los extremos de lo misma. Esto se puede lograr cambiando la dirección del cauce, alineando la alcantarilla oblicuamente respecto al eje de lo vía ó ambos.

Evitar que la corriente altere su curso cerca de los extremos de lo alcantarilla. Para esto pueden emplearse revestimientos de piedra, césped ó pavimentos, que también protegen de la erosión.

### **Pendiente**

La pendiente no debe originar sedimentación ni velocidades que provoquen erosión. Para evitar sedimentación la pendiente mínima debe ser 0.5%.

Se recomienda una pendiente de 1% ó 2% para obtener un declive mayor o igual que el crítico, con velocidades menores a 3m/s que no produzcan erosión aguas abajo, ni desgaste en la alcantarilla misma.

Normalmente se hace coincidir la pendiente del fondo de la alcantarilla con el lecho de la corriente, pero esto puede variar según el caso; subiendo la alcantarilla cuando hay sedimentación ó bajándola en caso de restricción de

altura, ó con prolongaciones en voladizo y salida enrocada en caso de pendientes fuertes, contrarrestando combadura en terraplenes altos, entre otros.

### **Medición**

El trabajo ejecutado, de acuerdo a las prescripciones anteriores antes dichas se medirá en Unidad (Und).

### **Forma de Pago**

Será pagado al precio unitario del contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, incluyendo las leyes sociales, materiales y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo.

## **05.01.08 Alcantarillas TMC Ø 32 (inc/colocación)**

### **Descripción**

Una alcantarilla de acero corrugado bien ubicada, asentada y armada correctamente; con un material de relleno adecuado y cuidadosamente compactado, funcionará en forma eficiente y tendrá una vida útil mucho más larga de lo prevista.

Estructuras de mayor tamaño requieren mayor cuidado en su instalación que las pequeñas

Las alcantarillas circulares están formadas por dos planchas semicirculares de acero corrugado y galvanizado que son traslapadas y unidas por medio de pernos y tuercas, constituyendo una estructura resistente y hermética.

Son galvanizadas en caliente con recubrimiento de Zn de 610 gr/cm<sup>2</sup> de acuerdo a ASTM A-929.

### **Planchas Minimultiplate**

Las planchas que conforman las alcantarillas Minimultiplate tienen una longitud útil de 81 cm y cuentan además con traslape de 3 cm. La corruga de estas planchas es de 68 mm de separación y 13 mm de profundidad.

Las planchas se entregan en paquetes de 15 unidades. Son fáciles de transportar, manipular, armar, y no requieren almacenamiento especial.

### **Alineamiento**

La entrada y salida de la corriente deben ser directas, en línea recta, para lo que se debe alinear la alcantarilla con la corriente, sin cambios bruscos de dirección en los extremos de lo misma. Esto se puede lograr cambiando la dirección del cauce, alineando la alcantarilla oblicuamente respecto al eje de lo vía ó ambos.

Evitar que la corriente altere su curso cerca de los extremos de lo alcantarilla. Para esto pueden emplearse revestimientos de piedra, césped ó pavimentos, que también protegen de la erosión.

### **Pendiente**

La pendiente no debe originar sedimentación ni velocidades que provoquen erosión. Para evitar sedimentación la pendiente mínima debe ser 0.5%.

Se recomienda una pendiente de 1% ó 2% para obtener un declive mayor o igual que el crítico, con velocidades menores a 3m/s que no produzcan erosión aguas abajo, ni desgaste en la alcantarilla misma.

Normalmente se hace coincidir la pendiente del fondo de la alcantarilla con el lecho de la corriente, pero esto puede variar según el caso; subiendo la alcantarilla cuando hay sedimentación ó bajándola en caso de restricción de altura, ó con prolongaciones en voladizo y salida enrocada en caso de pendientes fuertes, contrarrestando combadura en terraplenes altos, entre otros.

### **Medición**

El trabajo ejecutado, de acuerdo a las prescripciones anteriores antes dichas se medirá en Unidad (Und).

### **Forma de Pago**

Será pagado al precio unitario del contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, incluyendo las leyes sociales, materiales y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo.

## **05.01.09 Relleno y Compactación con material propio**

### **Descripción**

Consiste en Compactar el terreno cortado a nivel de la sub rasante utilizando maquinaria como rodillo vibratorio previo humedecimiento del terreno y así poder llegar a su óptimo contenido de humedad

### **Medición**

El área de compactación de la sub rasante será equivalente al producto de la longitud de la vía por el ancho de la misma, el cual se calculó en forma gráfica y se indica en los planos y en la planilla de metrados por metro cuadrado (m2) de área compactada.

### **Forma de Pago**

Los trabajos de esta partida se pagarán de acuerdo al Análisis de Precios Unitarios, dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, incluyendo las leyes sociales, equipo, herramientas, materiales y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo.

## **06. OBRAS COMPLEMENTARIAS**

### **06.01 Demoliciones**

#### **06.01.01 Demolición de Alcantarillas**

#### **Descripción**

Este trabajo consiste en demoler y remover total o parcialmente estructuras o existentes de acuerdo a las necesidades de la obra, según indiquen los documentos del Proyecto, o sean aprobadas por el Supervisor. Incluye según corresponda, el uso de explosivos, medidas de seguridad y autorizaciones; retiro, cambio, restauración o protección de los servicios públicos y privados que se vean afectados por las obras del Proyecto; desmontaje, traslado y disposición final de estructuras metálicas, madera, cercas, especies vegetales y otros; incluyendo el suministro y conformación del material de relleno para zanjas, fosas y hoyos resultantes de los trabajos.

#### **Medición**

La medida para la demolición, ejecutada de acuerdo con los planos, la presente especificación, y las instrucciones del Supervisor, se hará de acuerdo con las siguientes modalidades:

- Por unidad (und.), cuando se trate de demolición, desmontaje y/o remoción de especies vegetales y otros obstáculos

#### **Forma de Pago**

El pago se hará a los precios unitarios respectivos, estipulados en el contrato según la unidad de medida, por todo trabajo ejecutado satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación, aceptado por el Supervisor.

Los precios unitarios del Contratista definidos para cada partida del presupuesto, cubrirán el costo de todas las operaciones relacionadas con la correcta ejecución de las obras. Los precios unitarios deben cubrir los costos de materiales, mano de obra en trabajos diurnos y nocturnos, beneficios sociales, impuestos, tasas y contribuciones, herramientas, maquinaria pesada, transporte, ensayos de control de calidad, regalías, servidumbres y todos los gastos que demande el cumplimiento satisfactorio del contrato, incluyendo los imprevistos.

El precio unitario deberá cubrir además todos los costos por las operaciones necesarias para efectuar las demoliciones y para hacer los desmontajes planos, separación de materiales aprovechables, carga, descarga y almacenamiento; remoción, traslado y siembra de especies vegetales; traslado y reinstalación de obstáculos y cercas de alambre; traslado, cambio o restauración de elementos de servicios existentes.

Partida de Pago	Unidad de Pago
Demolición de alcantarillas	Unidad (Und)

## **07. TRANSPORTE**

### **07.01 Transporte de Material Granular entre 120m. y 1000m**

#### **Descripción**

Esta actividad consiste en el transporte de material granular desde la cantera hasta los puntos de conformación de la Sub base y la Base, mediante el uso de volquetes, cuya capacidad estará en función de las condiciones de la carretera a construir. En el presente caso 15.00 m<sup>3</sup>.

Los volúmenes de material colocados en las sub bases y bases son determinados en su posición final utilizando las canteras determinadas. El esponjamiento del material a transportar está incluido en el precio unitario. La distancia de transporte es menor a 1.00 Km y es igual a la distancia media

calculada en el expediente técnico. Las distancias y volúmenes serán aprobadas por el ingeniero Supervisor.

### **Método de medición**

El volumen transportado será medido en metros cúbicos-kilometro, material transportado desde la cantera hasta los puntos de conformación del afirmado. El trabajo deberá contar con la conformidad del ingeniero supervisor.

### **Forma de pago**

El volumen a pagar será por la cantidad de material transportado y depositado en los puntos de conformación de las sub base y la base, será pagada al precio unitario del contrato, por metro cúbico-kilometro, para la partida Transporte de Mat. Granular D>1km, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, equipos, herramientas, materiales, e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente el trabajo.

## **07.02 Transporte de Material Granular a más de 1000m**

### **Descripción**

Esta actividad consiste en el transporte de material granular desde la cantera hasta los puntos de conformación de la Sub base y la Base, mediante el uso de volquetes, cuya capacidad estará en función de las condiciones de la carretera a construir. En el presente caso 15.00 m<sup>3</sup>.

Los volúmenes de material colocados en la sub base y la base son determinados en su posición final utilizando las canteras determinadas. El esponjamiento del material a transportar está incluido en el precio unitario. La distancia de transporte es mayor a 1.00 Km y es igual a la distancia media calculada en el expediente técnico. Las distancias y volúmenes serán aprobadas por el ingeniero Supervisor.

Durante el transporte de los materiales de la cantera a obra pueden producirse emisiones de material particulado (polvo), afectando a la población local o vida silvestre. Al respecto esta emisión de polvo puede minimizarse, humedeciendo periódicamente los caminos temporales, así como humedeciendo la superficie de los materiales transportados y cubriéndoles con un toldo húmedo.

### **Método de medición**

El volumen transportado será medido en metros cúbicos-kilometro, material transportado desde la cantera hasta los puntos de conformación del afirmado. El trabajo deberá contar con la conformidad del ingeniero supervisor.

### **Forma de pago**

El volumen a pagar será por la cantidad de material transportado y depositado en los puntos de conformación de las sub base y la base, será pagada al precio unitario del contrato, por metro cúbico-kilometro, para la partida Transporte de Mat. Granular D>1km, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, equipos, herramientas, materiales, e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente el trabajo.

### **07.03 Transporte de Material excedente entre 120m. y 1000m**

#### **Descripción**

Bajo estas partidas se considera el transporte de materiales a ser eliminados en general, en depósitos de desechos indicados en el proyecto o autorizados por el Supervisor.

#### **Clasificación**

El transporte se clasifica según el material transportado, que puede ser:  
Proveniente de excedentes de corte, derrumbes, escombros, excavaciones para estructuras a ser llevados a depósitos de desechos y otros materiales a eliminar.

#### **Materiales**

##### **a. Materiales provenientes de cortes**

Forma parte de este grupo todos los materiales provenientes de los excedentes de excavaciones, a ser dispuesto en depósitos de desechos indicados en el proyecto o autorizados por el Supervisor.

Incluye, también, los materiales provenientes de la remoción de la capa vegetal y otros materiales blandos, orgánicos y objetables, provenientes de las áreas en donde se vayan a realizar las excavaciones de la explanación, terraplenes y pedraplenes, hasta su disposición final.

##### **b. Material provenientes de derrumbes**

Hacen parte de este grupo los materiales provenientes del desplazamiento de taludes o del terreno natural, depositados sobre una vía existente o en construcción, "Remoción de derrumbes", de las presentes especificaciones.

**c. Materiales provenientes de escombros**

Forman parte de esta clasificación de material los escombros de pavimentos, estructuras mayores (puentes y pontones) y cualquier otro que no vayan a ser utilizados en la obra. Estos materiales deben ser trasladados y dispuestos en los Depósitos de Deshecho indicados en el Proyecto o autorizados por el Supervisor.

Los materiales transportados, de ser necesarios, deberán ser humedecidos adecuadamente (sea piedras o tierra, arena, etc.) y cubiertos para evitar la dispersión de la misma. La cobertura deberá ser de un material resistente para evitar que se rompa o se rasgue y estar sujeta a las paredes exteriores del contenedor o tolva, en forma tal que caiga sobre el mismo por lo menos 30 cm a partir del borde superior del contenedor o tolva.

**Método de medición**

El volumen transportado será medido en metros cúbicos-kilometro, material transportado desde las zonas de desmonte hasta el punto de botadero. El trabajo deberá contar con la conformidad del ingeniero supervisor.

**Forma de pago**

El volumen a pagar será por la cantidad de material transportado y depositado en el punto de botadero, será pagada al precio unitario del contrato, por metro cúbico-kilometro, para la partida Transporte de Mat. Excedente  $D \leq 1$ km, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, equipos, herramientas, materiales, e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente el trabajo.

**07.04 Transporte de Material Excedente a más de 1000m**

**Descripción**

Bajo estas partidas se considera el transporte de materiales a ser eliminados en general, en depósitos de desechos indicados en el proyecto o autorizados por el Supervisor.

### **Clasificación**

El transporte se clasifica según el material transportado, que puede ser:

Proveniente de excedentes de corte, derrumbes, escombros, excavaciones para estructuras a ser llevados a depósitos de desechos y otros materiales a eliminar.

### **Materiales**

#### **a. Materiales provenientes de cortes**

Forma parte de este grupo todos los materiales provenientes de los excedentes de excavaciones, a ser dispuesto en depósitos de desechos indicados en el proyecto o autorizados por el Supervisor.

Incluye, también, los materiales provenientes de la remoción de la capa vegetal y otros materiales blandos, orgánicos y objetables, provenientes de las áreas en donde se vayan a realizar las excavaciones de la explanación, terraplenes y pedraplenes, hasta su disposición final.

#### **b. Material provenientes de derrumbes**

Hacen parte de este grupo los materiales provenientes del desplazamiento de taludes o del terreno natural, depositados sobre una vía existente o en construcción, "Remoción de derrumbes", de las presentes especificaciones.

#### **c. Materiales provenientes de escombros**

Forman parte de esta clasificación de material los escombros de pavimentos, estructuras mayores (puentes y pontones) y cualquier otro que no vayan a ser utilizados en la obra. Estos materiales deben ser trasladados y dispuestos en los Depósitos de Desecho indicados en el Proyecto o autorizados por el Supervisor.

Los materiales transportados, de ser necesarios, deberán ser humedecidos adecuadamente (sea piedras o tierra, arena, etc.) y cubiertos para evitar la dispersión de la misma. La cobertura deberá ser

de un material resistente para evitar que se rompa o se rasgue y estar sujeta a las paredes exteriores del contenedor o tolva, en forma tal que caiga sobre el mismo por lo menos 30 cm a partir del borde superior del contenedor o tolva.

### **Método de medición**

El volumen transportado será medido en metros cúbicos-kilometro, material transportado desde las zonas de desmonte hasta el punto de botadero. El trabajo deberá contar con la conformidad del ingeniero supervisor.

### **Forma de pago**

El volumen a pagar será por la cantidad de material transportado y depositado en el punto de botadero, será pagada al precio unitario del contrato, por metro cúbico-kilometro, para la partida Transporte de Mat. Excedente  $D \leq 1\text{km}$ , entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, equipos, herramientas, materiales, e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente el trabajo.

## **08. SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL**

### **08.01 Hitos Kilométricos**

#### **Descripción**

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, manejo, almacenamiento, pintado e instalación de postes indicativos del kilometraje en los sitios establecidos en los planos del Proyecto o indicados por el Supervisor.

El diseño del poste deberá estar de acuerdo con lo estipulado en el "Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras" del MTC y demás normas complementarias.

La ejecución de los trabajos se llevará a cabo previa autorización del Supervisor, quien podrá ordenar la paralización de los mismos, si considera que el proceso constructivo adoptado por el Contratista no es el adecuado o los materiales no cumplen con lo indicado en las Especificaciones Técnicas de Calidad de Materiales para Uso en Señalización de Obras Viales del MTC

#### **Materiales**

- **Concreto**

Los postes serán de concreto armado prefabricado de  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  de resistencia a la compresión.

- **Refuerzo**

La armadura de refuerzo cumplirá lo indicado en planos y documentos del Proyecto y el “Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras”. Los postes serán reforzados con acero que cumpla las exigencias de las especificaciones para Acero de Refuerzo

- **Pintura**

El color del poste será blanco y se pintará con esmalte sintético. Su contenido informativo en bajo relieve, se resaltará en esmalte negro y caracteres del alfabeto de la Serie “C” y letras de las dimensiones mostradas en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC

- **Equipos**

El contratista deberá disponer de todos los equipos necesarios para la correcta y oportuna ejecución de los trabajos especificados.

### **Medición**

Los hitos de kilometraje se medirán por unidad (und) instalada de acuerdo con los planos, documentos del Proyecto y las presentes especificaciones, debidamente aceptada por el Supervisor.

### **Forma de Pago**

El pago se efectuará al respectivo precio unitario de Contrato por todo poste de kilometraje instalado a satisfacción del Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de materiales, fabricación, pintura, manejo, almacenamiento y transporte del poste hasta el sitio de instalación; la excavación y el concreto para el anclaje; carga, transporte y disposición en los sitios que defina el Supervisor de los materiales excavados; la instalación del poste y, en general, todo costo adicional requerido para la correcta ejecución del trabajo especificado.

El pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en esta Sección.

Partida de Pago	Unidad de Pago
Hitos Kilométricos	Unidad (Und)

## 08.02 señales informativas

### Descripción

Se utilizarán para guiar al conductor de un vehículo a través de una determinada ruta, dirigiéndose al lugar de su destino. Tiene también por objeto identificar puntos notables tales como: ciudades, ríos, lugares históricos, etc. Y la información que ayude al usuario en el uso de la vía y en la conservación de los recursos naturales, arqueológicos humanos y culturales que se hallen dentro del entorno vial.

Los detalles que no sean detallan en los planos deberán complementarse con lo indicado con el manual de señalización del MTC.

La ejecución de los trabajos se llevará a cabo previa autorización del Supervisor, quien podrá ordenar la paralización de los mismos si considera que el proceso constructivo adoptado por el Contratista no es el adecuado, o los materiales no cumplen con lo indicado en las E.T.C.

### **Requisitos de Señales Informativas**

Las señales de información general serán de tamaño variable, fabricados en plancha de fibra de vidrio de 6 mm de espesor, con resina poliéster, y con una cara de textura similar al vidrio, presentando una superficie lisa que permita recibir el material adhesivo de las láminas retroreflectivas. El panel debe estar libre de fisuras o deformaciones que afecten su rendimiento, alteren sus dimensiones o reduzcan su nivel de servicio. El fondo de la señal será en lámina retroreflectante color verde, grado ingeniería. El mensaje a transmitir y los bordes irán con material reflectorizante de grado alta intensidad de color blanco.

Las letras serán recortadas en una sola pieza, no se aceptarán letras formadas por segmentos.

La lámina retroreflectante será del tipo III y deberá cumplir con las exigencias de las E.T.C.

La parte posterior de todos los paneles se pintará con dos manos de pintura esmalte color negro, la cual deberá de cumplir con lo establecido en las E.T.C.

El panel de la señal será reforzado con ángulos y platinas, según se detalla en los planos. Estos refuerzos estarán embebidos en la fibra de vidrio y formarán rectángulos de 0.65 x 0.65 m como máximo.

### **Medición**

La señal informativa se medirá por unidad (Und).

### **Forma de Pago**

La cantidad determinada según el método de medición, será pagada al precio unitario del contrato, dicho precio constituirá compensación única por el costo de material, equipo, mano de obra beneficios sociales e imprevistos necesarios para completar la partida.

<b>Partida de Pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
Señales Informativas	Unidad (Und)

## **08.03 Señales Preventivas**

### **Descripción**

Las señales preventivas constituyen parte de la Señalización Vertical Permanente.

Las señales preventivas se usarán para indicar con anticipación, la aproximación de ciertas condiciones de la vía o concurrentes a ella que implican un peligro real o potencial que puede ser evitado disminuyendo la velocidad del vehículo o tomando ciertas precauciones necesarias. Se incluye también en este tipo de señales las de carácter de conservación ambiental como la presencia de zonas de cruce de animales silvestres ó domésticos.

La forma, dimensiones, colocación y ubicación a utilizar en la fabricación de las señales preventivas se halla en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC y la relación de señales a instalar será la indicada en los planos y documentos del Expediente Técnico.

La fabricación, materiales, exigencias de calidad, pruebas, ensayos e instalación

son los que se indican en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente.

- **Preparación de señales preventivas**

Se confeccionarán en plancha de fibra de vidrio de 4mm. De espesor, con una cara de textura similar al vidrio, de las medidas indicadas en los planos, el fondo de la señal irá con material reflectorizante alta intensidad amarillo, el símbolo y el borde del marco serán pintados con tinta xerográfica color negro y se aplicará con el sistema de serigrafía.

La parte posterior de todos los paneles se pintará con dos manos de pintura esmalte color negro.

El panel de la señal será reforzado con platinas embebidas en la fibra de vidrio según se detalla en los planos.

- **Postes de Fijación de Señales**

Los postes de concreto portland tendrán las dimensiones y refuerzo indicados en los planos. Los postes de fijación serán de concreto, con una Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 175 Kg/cm<sup>2</sup>, tal como se indica en los planos, y serán pintados en fajas de 0.50 m. con esmalte de color negro y blanco; previamente se pasará una mano de pintura imprimante.

Todas las señales deberán fijarse a los postes con pernos tuercas y arandelas galvanizadas.

- **Cimentación de los Postes**

El Contratista efectuará las excavaciones para la cimentación de la instalación de las señales verticales de tránsito de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos y documentos del proyecto

Las señales preventivas tendrán una cimentación con concreto ciclópeo (agregado ciclópeo, en proporción de 30% del volumen total, como máximo) con Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 140 Kg/cm<sup>2</sup> y dimensiones de 0.60 m. x 0.60 m. x 0.30 m. de profundidad de acuerdo al detalle del plano respectivo.

## **Medición**

El método de medición es por unidad de señal, incluido poste (unidad) y cimentación, colocado y aceptado por el Ingeniero Supervisor.

La armadura de refuerzo de fierro en los postes y cimentaciones no será medida.

La excavación para la instalación no será medida.

### **Forma de Pago**

La cantidad determinada según el Método de Medición, será pagada al precio Unitario del Contrato, para la partida “Señales Preventivas” y dicho precio y pago constituirá compensación total por el costo de materiales, fabricación e instalación de los dispositivos, postes, estructuras de soporte y señales de tránsito incluyendo las placas, sus refuerzos y el material retroreflectivo, equipo, mano de obra, leyes sociales, herramientas e imprevistos necesarios para completar la partida.

No se considera para el pago la excavación y el refuerzo de acero de los postes, los que fueron considerados como un componente del respectivo precio unitario.

<b>Partida de Pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
Señales Preventivas	Unidad (Und)

## **08.04 Señales Reglamentarias**

### **Descripción**

Las señales reglamentarias constituyen parte de la Señalización Vertical Permanente.

Se utilizan para indicar a los usuarios las limitaciones o restricciones que gobiernan el uso de la vía y cuyo incumplimiento constituye una violación al Reglamento de la Circulación Vehicular.

La forma, dimensiones, colocación y ubicación a utilizar en la fabricación de las señales preventivas se halla en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC y la relación de señales a instalar será la indicada en los planos y documentos del Expediente Técnico.

La fabricación, materiales, exigencias de calidad, pruebas, ensayos e instalación son los que se indican en las presentes Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente.

### **Preparación de las Señales Reglamentarias**

Según lo indicado en las Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente de estas especificaciones, referente a Requerimientos de Construcción, según corresponda. La fabricación de las señales de tránsito deberá efectuarse considerando el tipo y calidad de los materiales especificados en las Disposiciones Generales para la Ejecución de la Señalización Vertical Permanente.

Se confeccionarán con planchas de fibra de vidrio de 4 mm. De espesor, con una cara de textura similar al vidrio, el tamaño será el indicado en los planos de señalización, el fondo de la señal irá con material reflectorizante altas intensidad color blanco, círculo rojo con tinta xerográfica transparente, las letras, números, símbolos y marcas, serán pintados con tinta xerográfica color negro. Se utilizará el sistema de serigrafía. La parte posterior de todos los paneles se pintará con dos manos de pintura esmalte color negro.

### **Postes de fijación de señales**

Los os postes de concreto portland tendrán las dimensiones y refuerzo indicados en los planos. Los postes de fijación serán de concreto, con una Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 175 Kg/cm<sup>2</sup>, tal como se indica en los planos, y serán pintados en fajas de 0.50 m. con esmalte de color negro y blanco; previamente se pasará una mano de pintura imprimante.

Todas las señales deberán fijarse a los postes con pernos tuercas y arandelas galvanizadas.

### **Cimentaciones de los Postes**

El Contratista efectuará las excavaciones para la cimentación de la instalación de las señales verticales de tránsito de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos y documentos del proyecto.

Las señales preventivas tendrán una cimentación con concreto ciclópeo (agregado ciclópeo, en proporción de 30% del volumen total, como máximo) con Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 140 Kg/cm<sup>2</sup> y dimensiones de 0.60 m. x 0.60 m. x 0.30 m. de profundidad de acuerdo al detalle del plano respectivo.

### **Medición**

El método de medición es por unidad de señal, incluido poste (unidad) y cimentación, colocado y aceptado por el Ingeniero Supervisor.

La armadura de refuerzo de fierro en los postes y cimentaciones no será medida.

La excavación para la instalación no será medida.

### **Forma de Pago**

La cantidad determinada según el Método de Medición, será pagada al precio unitario del contrato, para la partida SEÑAL REGLAMENTARIA y dicho precio y pago constituirá compensación total por el costo de materiales, fabricación e instalación de los dispositivos, postes, estructuras de soporte y señales de tránsito incluyendo las placas, sus refuerzos y el material retroreflectivo, equipo, mano de obra, leyes sociales, herramientas e imprevistos necesarios para completar la partida.

<b>Partida de Pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
Señales Reglamentarias	Unidad (Und)

## **08.05 MARCAS EN EL PAVIMENTO**

### **08.05.01 Pintura Blanca**

#### **Descripción:**

Esta partida se refiere a la pintura que será utilizada para la señalización en el pavimento, se utilizará pintura de tráfico y las dimensiones largo-ancho será de acuerdo al reglamento de tránsito.

#### **Método de Medición**

El método de medición será por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), obtenido de la longitud de la línea pintada según lo indiquen los planos y aprobado por el supervisor.

#### **Base de Pago**

El área medida en la forma como se ha descrito será pagada en función al precio unitario contratado por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) entendiéndose que dicho precio y pago estará constituido por una compensación total de la mano de obra

incluyendo leyes sociales, materiales, herramientas y cualquier suministro o actividad que sea necesario para la ejecución satisfactoria del trabajo.

#### **08.05.01 Pintura Amarilla**

##### **Descripción**

Se refiere a la pintura que será utilizada para la señalización en el pavimento, se utilizara pintura de tráfico y las dimensiones largo–ancho será de acuerdo al reglamento de tránsito.

##### **Método de Medición**

El método de medición será por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), obtenido de la longitud de la línea pintada según lo indiquen los planos y aprobado por el ingeniero supervisor.

##### **Base de Pago**

El área medida en la forma como se ha descrito anteriormente será pagada al precio unitario contratado por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), entendiendo que dicho precio y pago estará constituido por una compensación total de la mano de obra incluyendo leyes sociales, materiales, herramientas y cualquier suministro o actividad que sea necesario para la ejecución satisfactoria del trabajo.

### **09 PROTECCION AMBIENTAL**

#### **09.01 Restauración de Campamento y Patio de Máquinas**

##### **Descripción**

Este trabajo consiste reacondicionar el área ocupada por los equipos de maquinaria pesada y personal de obra, en estos trabajos están considerados el cerramiento de pozos ciegos o sépticos y/O pozos percoladores, desinstalación de letrinas, oficina de residencia y supervisión y dormitorios de obreros, además eliminar del suelo las manchas de lubricantes y combustible, producidos por la operación de equipos pesados.

##### **Medición**

La partida de reacondicionamiento del área de campamento y patio de máquinas se medirá de acuerdo a las prescripciones antes dicha por Hectárea (Ha).

### **Forma de Pago**

La partida se pagará de acuerdo al análisis de costos unitarios por hectárea (Ha), entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, incluyendo las leyes sociales, materiales y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo.

<b>Partida de Pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
Reacondicionamiento de área de campamento y patio de máquinas	Hectárea (Ha)

---

**CAPITULO - XII**  
**COSTOS Y PRESUPUESTOS**

---

## 12.1 METRADO GENERAL

RESUMEN DE METRADO GENERAL			
PROYECTO	"DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VECINAL TRAMO: CHULITE – RAYAMBARA – LA SOLEDAD, DISTRITOS DE QUIRUVILCA Y SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"		
ITEM	DESCRIPCION	UNID	TOTAL
<b>01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 3.60x 2.40m	Und	1
01.02	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA	m2	180
01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	1
01.04	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO TOPOGRÁFICO	Km	7.466
01.05	FLETE TERRESTRE	glb	1
<b>02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
02.01	DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO	ha	1.4932
02.02	CORTE DE MATERIAL SUELTO	m3	469474.07
02.03	PERFILADO Y COMPACTACIÓN EN ZONAS DE CORTE	m2	63390.80
02.04	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	34615.44
<b>03</b>	<b>SUB - BASES Y BASES</b>		
03.01	CAPA DE SUB - BASE GRANULAR e = 15 cm C/MAQUINARIA	m3	10934.91
03.02	CAPA BASE GRANULAR e = 15 cm C/MAQUINARIA	m3	10290.97
<b>04</b>	<b>PAVIMENTOS FLEXIBLES</b>		
04.01	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA CON FLUIDIFICANTE MC - 30 - C/MAQUINARIA	m2	52262
04.02	PREPARACIÓN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA	m3	2613
04.03	PREPARACIÓN CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE e = 2"	m2	52262
<b>05</b>	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>		
<b>05.01</b>	<b>ALCANTARILLAS DE TUBERÍA METÁLICA CORRUGADA (TMC)</b>		
05.01.01	TRAZO Y NIVELACIÓN DE OBRAS DE ARTE	m2	314.66
05.01.02	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	m3	293.90
05.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO / TARRAJEO	m2	405.00
05.01.04	ACERO CORRUGADO FY = 4200 Kg/cm2 Grado 60	kg	1081.08
05.01.05	CONCRETO f'c = 175 Kg/cm2 + 30% PM	m3	80.99
05.01.06	EMBOQUILLADO DE PIEDRA EN ALCANTARILLA e = 0.25m	m2	91.09
05.01.07	ALCANTARILLA TMC Ø 24" (inc/colocacion)	m	112.5
05.01.08	ALCANTARILLA TMC Ø 32" (inc/colocacion)	m	38.00
05.01.09	RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MATERIAL PROPIO	m3	138.73
<b>05.02</b>	<b>CUNETAS</b>		
05.02.01	TRAZO Y REPLANTEO DE CUNETAS	m	12536
05.02.02	CONFORMACIÓN Y PERFILADO DE CUNETAS	m	12536
05.02.03	REVESTIMIENTO DE CONCRETO (f'c = 175 Kg/cm2)	m3	1222.26
05.02.04	JUNTA DE DILATACIÓN PARA CUNETAS	m	4293.58
<b>06</b>	<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>		
<b>06.01</b>	<b>DEMOLICIONES</b>		
06.01.01	DEMOLICION DE ALCANTARILLAS	Und.	5
<b>07</b>	<b>TRANSPORTE</b>		
07.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR HASTA 1KM	m3-k	18993.20
07.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR A MAS DE 1KM	m3-k	106586.80
07.03	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 1KM	m3-k	198601.59
07.04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A MAS DE 1KM	m3-k	148825.03
<b>08</b>	<b>SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL</b>		
08.01	HITOS KILOMÉTRICOS	Und.	8
08.02	SEÑALES INFORMATIVAS	Und.	1
08.03	SEÑALES PREVENTIVAS	Und.	67
08.04	SEÑALES REGLAMENTARIAS	Und.	12
<b>08.01</b>	<b>MARCAS EN EL PAVIMENTO</b>		
08.01.01	PINTURA BLANCA	m2	899.00
08.01.02	PINTURA AMARILLA	m2	348.36
<b>09</b>	<b>PROTECCION AMBIENTAL</b>		
09.01	ACONDICIONAMIENTO DE BOTADEROS	m3	2
09.02	RESTAURACIÓN DE CAMPAMENTO Y PATIO DE MÁQUINAS	ha	1.2

## 11.2 METRADO DETALLADO

<b>01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>	
-----------	------------------------------	--

01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 3.60x 2.40m	Und
-------	--	-----

Metrado :	<b>1</b>
-----------	----------

01.02	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA	m2
-------	-----------------------------------	----

Metrado :	<b>180</b>
-----------	------------

01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb
-------	---	-----

Metrado :	<b>1</b>
-----------	----------

01.04	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO TOPOGRÁFICO	Km
-------	---	----

Metrado :	<b>7.466</b>
-----------	--------------

01.05	FLETÉ TERRESTRE	glb
-------	-----------------	-----

Metrado :	<b>1</b>
-----------	----------

<b>02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	
-----------	------------------------------	--

02.01	DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO	ha
-------	---------------------------------	----

Descripción	Ancho (m)	Largo (m)	TOTAL
Desbroce y Limpieza del Terreno	2	7466.00	<b>1.4932</b>

02.02	CORTE DE MATERIAL SUELTO	m3
-------	--------------------------	----

SUELO	PROGRESIVA	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO
Suelo Limo arcillos	0 + 00.000 - 1 + 00.000	33196.33	1771.25
Suelo Limo arcillos	1 + 00.000 - 2 + 00.000	34082.43	17051.75
Suelo Limo arcillos	2 + 00.000 - 3 + 00.000	68965.77	1002.34
Suelo Limo arcillos	3 + 00.000 - 4 + 00.000	105528.15	82.20
Suelo Limo arcillos	4 + 00.000 - 5 + 00.000	37783.65	1957.60
Suelo Limo arcillos	5 + 00.000 - 6 + 00.000	50862.20	3865.35
Suelo Limo arcillos	6 + 00.000 - 7 + 00.000	75393.20	680.00
Suelo Limo arcillos	7 + 00.000 - 7 + 466.000	20982.88	216.77
<b>TOTAL</b>		<b>426794.61</b>	<b>26627.26</b>

DESCRIPCIÓN	METRADO	UNIDAD
CORTE DE ARENA ARCILLOSA	426794.61	m3
<b>TOTAL CORTE/ESPONJAMIENTO 10%</b>	<b>469474.07</b>	m3

02.03	PERFILADO Y COMPACTACIÓN EN ZONAS DE CORTE	m2
-------	--	----

DESCRIPCIÓN	N° VECES	ANCHO	LONGITUD	PARCIAL	TOTAL
0 + 000 - 7 + 466	1	8.30	7466.00	61967.8	61967.8
0 + 000 - 7 + 466	1	Sobreanchos			1423.00
					<b>63390.80</b>

Perfilado de sobreanchos del 0 + 000 al 7 + 466

N° PI	RADIO	LC	S/A	AREA (m2)
PI 1 - PI 31	-	-	-	1423.00
<b>TOTAL</b>				<b>1423.00</b>

02.04	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3
-------	-----------------------------	----

DESCRIPCIÓN	METRADO	UNIDAD
RELLENO EN ARENA ARCILLOSA	26627.26	
<b>TOTAL RELLENO/COMPACTACIÓN (0.9%)</b>	<b>34615.44</b>	m3

<b>03</b>	<b>SUB - BASES Y BASES</b>	
03.01	CAPA DE SUB - BASE GRANULAR e = 15 cm C/MAQUINARIA	m3

Progresiva	Longitud (m)	Ancho Promedio (m)	Espesor (m)	Área (m2)	Plazoletas (m2)	Área de S/A (m2)	Área Total (m2)	Vol.Total (m3)	Esponjamiento (15%)
00+000 a 7+466	7466.00	8.30	0.15	61967.8	0.00	1423.00	63390.80	9508.62	10934.913
<b>TOTAL</b>									<b>10934.91</b>

03.02	CAPA BASE GRANULAR e = 15 cm C/MAQUINARIA	m3
-------	---	----

Progresiva	Longitud (m)	Ancho Promedio (m)	Espesor (m)	Área (m2)	Plazoletas (m2)	Área de S/A (m2)	Área Total (m2)	Vol.Total (m3)	Esponjamiento (15%)
00+000 a 7+466	7466.00	7.8	0.15	58234.8	0.00	1423.00	59657.80	8948.67	10290.97
<b>TOTAL</b>									<b>10290.97</b>

<b>04</b>	<b>PAVIMENTOS FLEXIBLES</b>	
04.01	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA CON FLUIDIFICANTE MC - 70 - C/MAQUINARIA	m2

Metrado: **52262**

04.02	PREPARACIÓN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA	m3
-------	------------------------------------	----

Metrado: **2613**

04.02	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE e = 2"	m2
-------	--------------------------------------	----

Progresiva	Longitud (m)	Ancho Promedio (m)	Área (m2)	TOTAL (m2)
00+000 a 7+466	7466.00	7	52262	<b>52262</b>

<b>05</b>	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>	
<b>05.01</b>	<b>ALCANTARILLAS DE TUBERÍA METÁLICA CORRUGADA (TMC)</b>	
05.01.01	TRAZO Y NIVELACIÓN DE OBRAS DE ARTE	m2

Metrado: **314.66**

05.01.02	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	m3
----------	-----------------------------	----

Metrado: **293.9**

05.01.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2
----------	-------------------------	----

Metrado: **405**

05.01.04	ACERO CORRUGADO FY = 4200 kg/cm2	kg
----------	----------------------------------	----

Metrado: **1081.08**

PATIDA	DESCRIPCIÓN	Ø	@	# Repet.	Long. Por Elemento	N° de Elementos por Cabeza	Longitud Parcial	Peso Parcial	PESO TOTAL (kg)
05.01.05 Acero Corrugado fy = 4200 kg/cm2 Grado 60	CIMIENTO Cabezal y losa  2.60 ----- 0.80	1/2	0.25	4	2.60	5	52	51.48	1081.08
				4	0.80	7	22.4	22.18	
	ELEVACIONES (CABEZAL) Vertical 0.20  -----  0.20 1.60	1/2	0.20	4	2.00	6	48	47.52	
				Horizontal 0.20  -----  0.20 1.40	1/2	0.25	4	1.80	
	ELEVACIONES (ALETAS) Vertical 0.20  -----  0.20 0.80	1/2	0.25	4	1.20	6	28.8	28.51	
				Horizontal 0.20  -----  0.20 1	1/2	0.25	4	1.40	

05.01.05	CONCRETO F'c = 175Kg/cm2 +30%PM	m3
----------	---------------------------------	----

Metrado: 80.99

05.01.06	EMBOQUILLADO DE PIEDRA EN ALCANTARILLAS e=0.25m	
----------	---	--

Metrado: 91.09

05.01.07	ALCANTARILLA TMC Ø 24" (inc/colocacion)	ml
----------	---	----

Metrado: 112.5

05.01.08	ALCANTARILLA TMC Ø 32" (inc/colocacion)	ml
----------	---	----

Metrado: 38.00

05.01.09	RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MATERIAL PROPIO	m3
----------	--	----

Metrado: 138.73

<b>05.02</b>	<b>CUNETAS</b>	
05.02.01	TRAZO Y REPLANTEO DE CUNETAS	m
	<b>Metrado:</b>	<b>12536</b>
05.02.02	CONFORMACIÓN Y PERFILADO DE CUNETAS	m
	<b>Metrado:</b>	<b>12536</b>
05.02.03	REVESTIMIENTO DE CONCRETO (f'c = 175 kg/cm2)	m3

DESCRIPCION	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO	
Cunetas (0.80 x 0.40m)	0 + 000 - 0 + 040	0 + 000 - 0 + 340	40	340	
	0 + 160 - 0 + 340	0 + 440 - 0 + 760	180	320	
	0 + 380 - 1 + 120	0 + 920 - 1 + 050	740	130	
	1 + 140 - 1 + 580	1 + 080 - 1 + 100	440	20	
	1 + 690 - 1 + 860	1 + 240 - 1 + 360	170	120	
	2 + 000 - 3 + 690	1 + 400 - 1 + 620	1690	220	
	3 + 720 - 5 + 360	1 + 700 - 1 + 800	1640	100	
	5 + 440 - 7 + 466	2 + 020 - 2 + 510	2026	490	
	-	2 + 550 - 2 + 600	-	50	
	-	2 + 780 - 4 + 360	-	1580	
	-	4 + 620 - 4 + 710	-	90	
	-	4 + 840 - 5 + 160	-	320	
	-	5 + 220 - 5 + 300	-	80	
	-	5 + 460 - 6 + 790	-	1330	
	-	6 + 980 - 7 + 400	-	420	
	<b>TOTAL</b>			<b>6926</b>	<b>5610</b>
					<b>12536</b>

VOLUMEN DE CONCRETO f'c = 175kg/cm2			
	Area	largo(ml)	Volumen (m3)
	0.0975	12536	<b>1222.26</b>

<b>06</b>	<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>	
<b>06.01</b>	<b>DEMOLICIONES</b>	
06.01.01	DEMOLICION DE ALCANTARILLAS	Und

**Metrado :** **5**

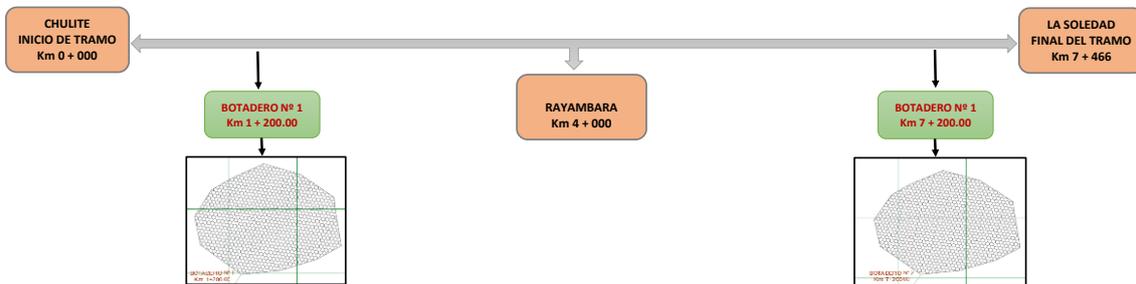
<b>07</b>	<b>TRANSPORTE</b>	
07.01	TRASPORTE DE MATERIAL GRANULAR HASTA 1KM	m3-k
07.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR A MAS DE 1KM	m3-k

## Sustento de metrados de transporte de Subbase y Base Granular

INICIO (km)	FIN (km)	Ecuación Empalme (m)	Código Cantera	Ubicación de Canteras (km)	Participación %	Acceso (km)	D.L.P. 120.00 m (km)	Distancia (km)	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m²)	SA (m²)	Espesor (m)	Volumen (m³)	Momento (m³-km)	D<=1km (m³-km)	D>1km (m³-km)
0+000.00	1+000.00	-	C-1	10.30	100.00%	-	0.12	9.68	1000	8.30	8300.00	88.18	0.30	2516.45	24359.28	2516.45	21842.82
1+000.00	2+000.00	-	C-1	10.30	100.00%	-	0.12	8.68	1000	8.30	8300.00	450.58	0.30	2625.17	22786.50	2625.17	20161.33
2+000.00	3+000.00	-	C-1	10.30	100.00%	-	0.12	7.68	1000	8.30	8300.00	403.25	0.30	2610.98	20052.30	2610.98	17441.32
3+000.00	4+000.00	-	C-1	10.30	100.00%	-	0.12	6.68	1000	8.30	8300.00	164.07	0.30	2539.22	16861.99	2539.22	14422.77
4+000.00	5+000.00	-	C-1	10.30	100.00%	-	0.12	5.68	1000	8.30	8300.00	127.56	0.30	2528.27	14360.57	2528.27	11832.30
5+000.00	6+000.00	-	C-1	10.30	100.00%	-	0.12	4.68	1000	8.30	8300.00	71.83	0.30	2511.55	11754.05	2511.55	9242.50
6+000.00	7+466	-	C-1	10.30	100.00%	-	0.12	4.18	1466	8.30	12167.80	37.39	0.30	3661.56	15305.31	3661.56	11643.76
													18993.20	125380.00	18993.20	106586.80	
													Dist.Medía (km):	6.61			

## Sustento de metrados de transporte de material excedente

07.03	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 1KM	m3-k
08.04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A MAS DE 1KM	m3-k



INICIO (km)	FIN (km)	Ecuación Empalme (m)	Código Botadero	Ubicación de Botaderos (km)	Participación %	Acceso (km)	D.L.P. 120.00 m (km)	Distancia (km)	Volumen (m³)	Momento (m³-km)	D<=1km (m³-km)	D>1km (m³-km)
0+000.00	1+000.00	-	B - 1	1.20	100%	0.70	0.12	1.28	68359.87	87500.63	68359.87	19140.76
1+000.00	2+000.00	-	B - 1	1.20	100%	0.70	0.12	0.88	32715.04	28789.24	28789.24	0.00
2+000.00	3+000.00	-	B - 1	1.20	100%	0.70	0.12	1.88	49424.98	92918.96	49424.98	43493.98
3+000.00	4+000.00	-	B - 1	1.20	100%	0.70	0.12	2.88	16096.37	46357.55	16096.37	30261.18
4+000.00	5+000.00	-	B - 2	7.20	100%	0.70	0.12	3.28	10682.96	35040.11	10682.96	24357.15
5+000.00	6+000.00	-	B - 2	7.20	100%	0.85	0.12	2.43	16182.33	39323.06	16182.33	23140.73
6+000.00	7+466.00	-	B - 2	7.20	100%	0.85	0.12	1.93	9065.84	17497.07	9065.84	8431.23
									202527.39	347426.62	198601.59	148825.03
									Dist.Medía (km):	1.72		

<b>08</b>	<b>SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL</b>	
08.01	HITOS KILOMÉTRICOS	Und

Metrado: 8

08.02	SEÑALES INFORMATIVAS	Und
-------	----------------------	-----

Metrado: 1

08.03	SEÑALES PREVENTIVAS	Und
-------	---------------------	-----

Metrado: 67

09.04	SEÑALES REGLAMENTARIAS	Und
-------	------------------------	-----

Metrado: 12

09.02	<b>MARCAS EN EL PAVIMENTO</b>	
-------	-------------------------------	--

08.01.01	PINTURA BLANCA	m2
----------	----------------	----

Descripción	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)	N° de Veces	Metrado Total
Línea de borde de Calzada	4380.00	0.10	438.00	2.00	876.00
Línea de Pare	5.50	0.50	2.75	4.00	11.00
Flecha: Siga Adelante - Voltee a la Izq.	-	-	1.80	1.00	1.80
Flecha: Siga Adelante - Voltee a la D.	-	-	1.80	1.00	1.80
Flecha: Voltee a la Izq. - Voltee a la D.	-	-	2.10	4.00	8.40
					<b>899.00</b>

08.01.02	PINTURA AMARILLA	m2
----------	------------------	----

Descripción	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)	N° de Veces	Metrado Total
Línea de Centro de Calzada Discontinua	3.00	0.10	0.30	798.00	239.40
Línea de Centro de Calzada Continua	1089.61	0.10	108.96	1.00	108.96
					<b>348.36</b>

09	<b>PROTECCION AMBIENTAL</b>	
----	-----------------------------	--

09.01	ACONDICIONAMIENTO DE BOTADEROS	m3
-------	--------------------------------	----

Metrado:	<b>2</b>
----------	----------

09.02	RESTAURACIÓN DE CAMPAMENTO Y PATIO DE MÁQUINAS	ha
-------	--	----

Metrado:	<b>1.2</b>
----------	------------

PATIO DE MAQUINAS	0.5
ALMACEN DE MATERIALES Y EQUIPOS	0.3
CAMPAMENTO Y OFICINAS	0.4

## SUSTENTO DE METRADOS (GLOBALES)

### A. SUSTENTO DE MANO DE OBRA

ITEM	DESCRIPCION	CATEGORIA		
		OPERARIO	OFICIAL	PEON
1.00	SALARIO BÁSICO	61.40	50.30	44.90
2.00	BONIFICACIÓN UNIFICADA DE CONSTRUCCION (BUC)(32% - 30%)	19.65	15.09	13.47
3.00	BONIFICACIÓN POR MOVILIDAD ACUMULADA	7.20	7.20	7.20
4.00	DOMINICAL	10.78	8.83	7.88
5.00	LIQUIDACIÓN Y UTILIDADES	9.21	7.55	6.74
6.00	VACACIONES	7.08	5.80	5.18
7.00	GRATIFICACIONES	13.65	11.18	9.98
8.00	DIAS FERIADOS	2.30	1.89	1.68
9.00	ASIGNACIÓN ESCOLAR	15.35	12.58	11.23
10.00	PRESTACIONES DE SALUD	10.35	8.37	7.47
11.00	ACCIDENTES DE TRABAJO	1.48	1.21	1.08
12.00	OVEROL (02 unidades anuales)	0.47	0.47	0.47
<b>COSTO DIA HOMBRE (DH) s/.</b>		<b>158.92</b>	<b>130.47</b>	<b>117.28</b>
<b>COSTO HORA HOMBRE (HH) s/.</b>		<b>19.86</b>	<b>16.31</b>	<b>14.66</b>

TOPÓGRAFO

= 125 % Operario

**24.83**

### B. SUSTENTO DE MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS

Equipos	Peso Tn	Cantidad	N° DE VIAJES			
			Cama baja 25 tn	cama baja 16 tn	P.total 19 tn	Semi trailer 35 tn
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR DE 11 P3 -18 HP	0.25	2		2		
SOLDADORA ELECTRICA TRIFASICA 400A	0.02	1		1		
MOTOSIERRA DE 30"	0.01	1		1		
COMPRESORA NEUMATICA 76 HP 125-175 PCM	1.80	1		1		
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101 - 135 HP 10 - 12TN	11.10	1		1		
CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 4-4.1 YD3	16.58	1	1			
TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	20.52	1	1			
EXCAVADORA SOBRE ORUGA DE 115 - 165 HP 0.75 - 1.4 Y3	23.40	2	2			
RETROEXCAVADORA S/LLANTAS 58 HP 1 Yd3	9.00	2	2			
MARTILLO NEUMATICO 25 - 29 Kg.	1.00	1		1		
MOTONIVELADORA DE 125 HP	11.52	1		1		
VIBRADOR DE CONCRETO Diam. 1 1/2", 4 HP	0.01	1		1		
NIVEL TOPOGRAFICO	0.01	1		1		
ESTACIÓN TOTAL	0.01	1		1		
<b>TOTAL DE VIAJES</b>			6	11	0	0
<b>DURACION DEL VIAJE IDA (HM)</b>			4.2	4.2	27	27
<b>FRV: FACTOR DE RETORNO AL VACIO</b>			1.4	1.4	1.4	1.4
<b>COSTO DE ALQUILER DE EQUIPO</b>			220.63	215	216.63	202.41
MOVILIZACION EQUIPO TRANSPORTADO (S/.)			7,783.83	13,906.20	0.00	0.00
DESMOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO (S/.)			7,783.83	13,906.20	0.00	0.00
SEGURO DE TRANSPORTE			778.38	1,390.62	0.00	0.00
<b>MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO</b>			<b>45,549.06</b>			

ORIGEN / DESTINO	DISTANCIA (Km)	VELOCIDAD (Km/h)	TIEMPO HORAS
TRUJILLO - SANTIAGO DE CHUCO	162	50	4
SANTIAGO DE CHUCO - CHULITE	4	25	0.2

#### B. MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE QUIPOS AUTOTRANSPORTADO

EQUIPOS AUTOTRANSPORTADO	CANTIDAD	HM (S/.)	DISTANCIA (KM)	VELOCIDAD	HORAS	PARCIAL
CAMION VOLQUETE 15 M3	4	167.37	162	50	5.00	3,347.40
CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 145-165 HP 2000 gl	1	128.96	162	50	5.00	644.80
CAMIONETA PICK-UP 4x2	1	41.65	162	70	3.00	124.95
MOVILIZACION EQUIPO TRANSPORTADO (S/.)						4,117.15
DESMOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO (S/.)						4,117.15
SEGURO DE TRANSPORTE						411.72
<b>MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO</b>						<b>8,646.02</b>

TOTAL COSTO DE MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO

**54,195.07**

## C. SUSTENTO DE FLETE TERRESTRE

CALCULO DE FLETE				
"DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VECINAL TRAMO: CHULITE – RAYAMBARA – LA SOLEDAD, DISTRITOS DE QUIRUVILCA Y SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"				
<b>1- DATOS GENERALES</b>				
<b>A-POR PESO</b>				
MATERIALES	UNIDAD	CANT.	PESO UNIT.	PESO TOTAL
ACERO, ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8, #16	kg	1,288.58	1.00	1,288.58
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL	2,359.66	42.50	100,285.55
YESO DE 18 Kg	BOL	89.01	18.00	1,602.18
<b>PESO TOTAL</b>				<b>103,176.31</b> KG
<b>2- FLETE TERRESTRE</b>				
UNIDAD DE TRANSPORTE				
UNIDAD QUE DA COMPROBANTE			UNIDAD QUE NO DA COMPROBANTE	
CAPACIDAD DEL CAMION ( M3 )		15.00	CAPACIDAD DEL CAMION ( M3 )	
COSTO POR VIAJE S/.		3,000.00	COSTO POR VIAJE S/.	
CAPACIDAD DEL CAMION (KG)		20,000.00	CAPACIDAD DEL CAMION (KG)	
FLETE POR KG		0.15		
NUMERO DE VIAJES		5.00	VIAJES	
FLETE POR PESO	MATERIALES	15,000.00		
FLETE POR VOLUMEN	TUBERIA	0.00		
<b>COSTO TOTAL FLETE TERR.</b>		<b>15,000.00</b>		
FLETE POR PESO =Peso Total * Flete por peso				
FLETE POR VOLUMEN=No viajes*costo por viaje				
<b>RESUMEN FLETE</b>				
FLETE TERRESTRE		15,000.00		
FLETE FLUVIAL				
FLETE EN ACEMILA				
<b>FLETES TOTALES S/.</b>		<b>15,000.00</b>		
<b>FLETE TOTAL SIN IGV S/.</b>		<b>12,711.86</b>		

## A. SUSTENTO DE GASTOS GENERALES

SUSTENTO DE GASTOS GENERALES			
PRESUPUESTO			MONEDA NACIONAL S/.
1.-	COSTO DIRECTO		5,635,511.77
2.-	GASTOS GENERALES	: 9.44%	532,216.23
	A.- GASTOS FIJOS	: 0.87%	49,136.23
	B.- GASTOS VARIABLES	: 8.57%	483,080.00
	Directamente relacionados con el tiempo		
3.-	UTILIDAD	: 5.00%	281,775.59
4.-	SUB TOTAL (1+2+3)		6,449,503.59
5.-	I.G.V.	: 18.00%	1,160,910.65
<b>TOTAL PRESUPUESTO INC IGV</b>			<b>7,610,414.23</b>

---

**CAPITULO - XIII**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

---

## 13.1 CONCLUSIONES

- ✓ El Levantamiento Topográfico, se efectuó en tramos de terreno accidentado (tipo 3), presentando pendientes transversales entre 51% y 100% y pendientes longitudinales predominantes entre 6% y 8%, además este estudio permitió obtener el trazo y longitud de la trocha carrozable existente, las cuales se ha mejorado con el nuevo Diseño Geométrico, obteniendo una pendiente máxima de 10%, de acuerdo al reglamento establecido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones DG – 2014.
  
- ✓ En el estudio de Mecánica de suelos se determinó las características físico-mecánicas de los suelos, mediante los ensayos de SUCS y AASHTO los cuales dieron como resultado, que gran parte del suelo está compuesto por suelo limoso (ML), de plasticidad media y arcilla ligera con arena (CL) de plasticidad entre alta y mediana, y en menor proporción compuesto por un suelo de arena limosa (SM) la cual no presenta plasticidad, con un contenido de humedad entre 16.63% al 38.71%. El CBR al 95% arroja valores de 8.79%, 19.83% y 8.16%, del cual se consideró el valor más bajo (CBR = 8.16 %) y se interpreta como un S<sub>2</sub> (subrasante Regular) según el Manual de Carreteras: Sección Suelos y Pavimentos.
  
- ✓ De acuerdo a la información brindada por el Senamhi y habiendo realizado el Estudio Hidrológico, se determinó, que en la zona de estudio del proyecto, se presentan fuertes precipitaciones, mayormente en los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo las cuales originan avenidas de considerable magnitud, así mismo este estudio permitió determinar la ubicación, dimensiones y los caudales de diseño que serán captados por las obras de drenaje (Cunetas y alcantarillas).  
Alcantarillas de paso (TMC 32”) = 5  
Alcantarillas de alivio (TMC 24”) = 15  
Cunetas de sección = 80 x 40m

- ✓ En el Diseño Geométrico se determinó, una velocidad de diseño de 30 Km/h debido a que es una carretera de tercera clase y un terreno accidentado (tipo 3), con lo cual se determinó los demás parámetros; según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2014) y de acuerdo al Manual de carreteras “Suelos, Geotecnia y Pavimentos”, se definió el espesor de las capas de Subbase y base granular de  $e = 15\text{cm}$  y la carpeta de rodadura de  $e = 5\text{cm}$ .
  
- ✓ El estudio de Impacto Ambiental del proyecto en estudio, determinó impactos tanto positivos como negativos, siendo los impactos ambientales de mayor significancia más probables de ocurrir, los impactos positivos los cuales se van a producir en la etapa de operación de la vía, así como: Generación de Ingresos a la Población, debido a la Contratación de la Mano de Obra, Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular y el ingreso de unidades móviles de transporte masivo provenientes de Santiago de Chuco ,generando mejores condiciones de viaje para las personas de la zona, favoreciendo los flujos poblacionales y la comercialización contribuyendo de esta manera a la mejora de la calidad de vida. Los impactos potenciales negativos, son aquellos que se producirán sobre los componentes de suelo, agua, aire, pérdida de la cobertura vegetal, etc. Los cuáles serán originados durante las diferentes etapas a seguir para el mejoramiento de la carretera vecinal (movimiento de tierras, circulación de maquinaria, etc.).La significancia de estos impactos es baja.
  
- ✓ Se realizaron los Costos y Presupuestos en base a los metrados del proyecto en estudio, y acorde a los precios de mercado, se obtuvo:
 

Costo directo	: 5, 635,511.77
Gastos generales (10%)	: 535,373.26
Utilidad (5%)	: 281,775.59
Sub Total	: 6, 452,660.98
IGV (18%)	: 1, 161,478.98
Presupuesto total	: 7, 614,139.96

Siete millones seiscientos catorce mil ciento treintinueve y 96/100 nuevos soles.

## 12.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda enfocarse a los lineamientos indicados en el proyecto, utilizando las normas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).
- ✓ Dar oportunidad de trabajo al personal de la zona, en mano de obra calificada y no calificada, de acuerdo a la eficiencia del personal requerido.
- ✓ Se recomienda que el tiempo de ejecución de la obra deberá llevarse a cabo en los meses de estiaje a fin de no tener problemas de lluvias y saturación de materiales (Afirmado - Asfalto), para obtener la compactación requerida y de esta manera llegar a la máxima eficiencia.
- ✓ Considerando que en el desarrollo de los diferentes trabajos programados se generarán residuos provenientes de los excedentes de corte y de las excavaciones para las obras de drenaje, así como excedente de mezclas contaminantes de concreto y bituminosas, estas deberán ser trasladadas a los botaderos asignados a lo largo del tramo de la vía en estudio, para no afectar el entorno ambiental que los rodea.

---

**CAPITULO - XIV**  
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

## 14.1 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ **Ministerio de Transportes y Comunicaciones(2014)**. Manual de Diseño de Carreteras, DG - 2014. Lima : s.n., 2014.
- ✓ **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)**. Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Lima : s.n., 2013.
- ✓ **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)**, Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos. Lima : s.n., 2013.
- ✓ **CONESA Fernandez, Vicente (2010)**. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental.
- ✓ **MUELAS Rodriguez, Angel (2010)**. Manual de Mecanica del Suelo y Cimentaciones. 2010.
- ✓ **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016)**. Manual de Dispositivos de Control del Tránsito automotor para Calles y Carreteras.
- ✓ **ALVA & -VÁSQUEZ (2014)**.Diseño Para El Mejoramiento De La Carretera a Nivel De Afirmado Entre Los Caseríos Pueblo Libre – Independencia, Distrito De Agallpampa – Otuzco – La Libertad.
- ✓ **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2012)**.Glosario de Partidas aplicables a Obras de Rehabilitación, Mejoramiento y Construcción de Carreteras y Puentes.
- ✓ **Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)**. Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, DG – 2013.
- ✓ **WALTER Ibáñez (2011)**. Costos y Tiempos en Carreteras.

---

## **CAPITULO - XV**

**ANEXOS**

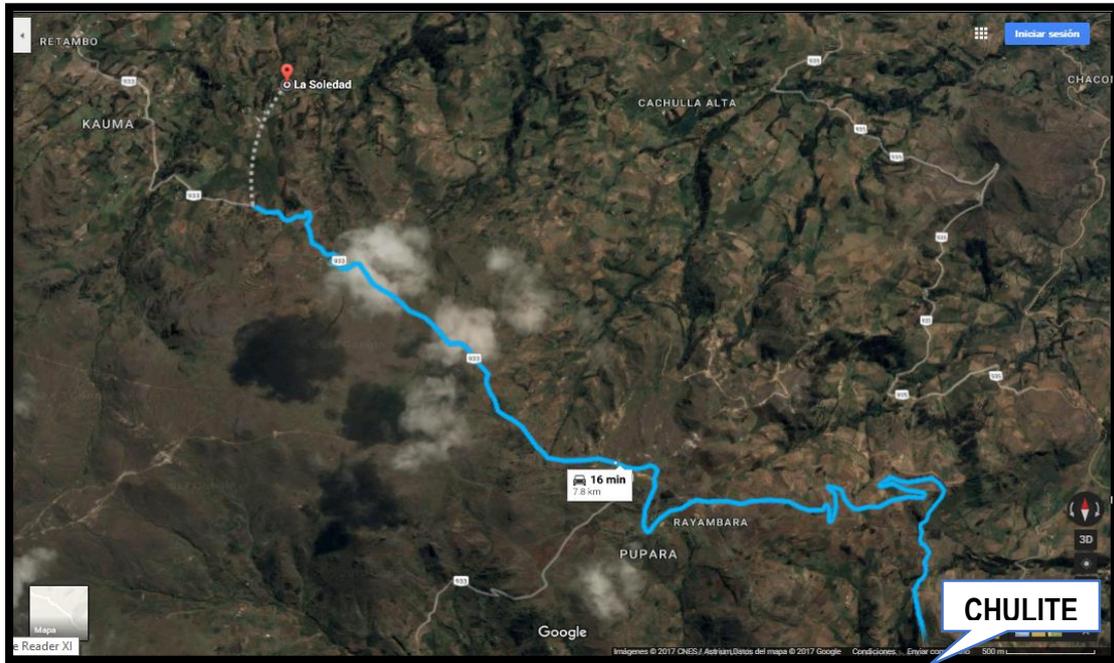
---

## ANEXO A

“Estado actual de la Carretera Chulite –  
Rayambara – La Soledad”

➤ **PANEL FOTOGRÁFICO: PUNTO DE TESIS**

**FOTO N° 01: “RUTA CHULITE – RAYAMBARA – LA SOLEDAD”**



*Fuente: Google Maps*

**FOTO N° 02: “INICIO DE LA CARRETERA ENTRDA CHULITE”**



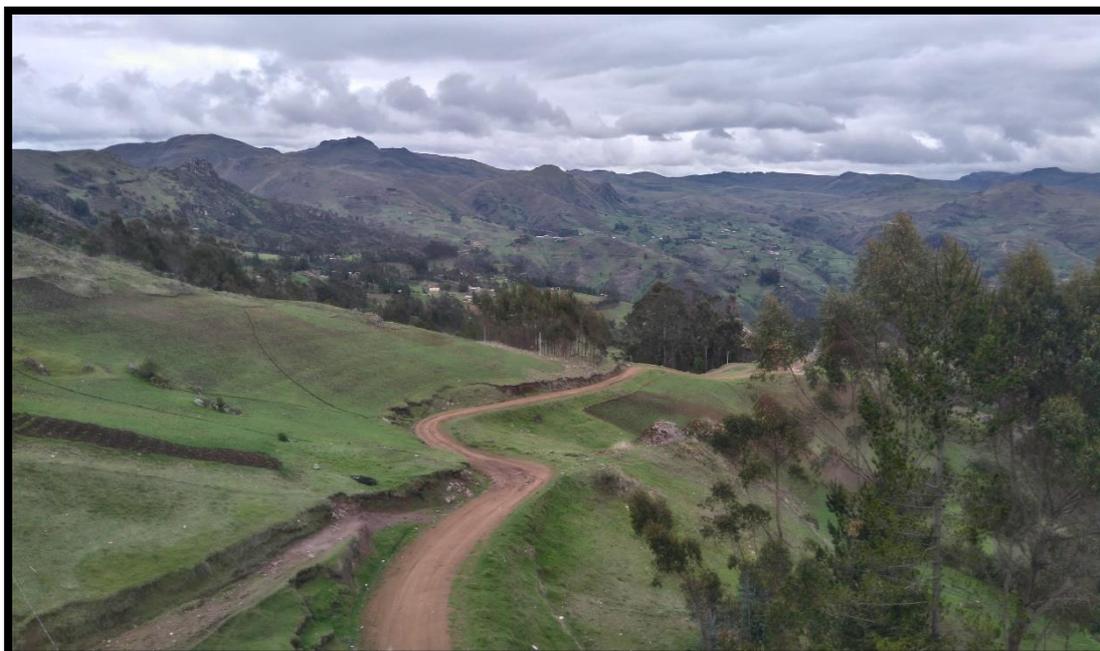
*Fuente: Investigador*

**FOTO N° 03 “TROCHA CARROZABLE EN MAL ESTADO”**



*Fuente: Investigador*

**FOTO N° 04: “CURVAS DEMASIADO CERRADAS”**



*Fuente: Investigador*

**ANEXO B**  
**“Levantamiento Topográfico”**

➤ **PANEL FOTOGRAFICO: LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO**

**FOTO N° 5: “EQUIPO UTILIZADO PARA LA TOPOGRAFIA (ESTACION TOTAL)”**



*Fuente: Investigador*

**FOTO N° 6: “LEVANTAMIENTO DE LOS PUNTOS CON LA AYUDA DE PRISMAS”**



*Fuente: Investigador*

ANEXO C  
“Toma de Muestras de las Calicatas”

➤ **PANEL FOTOGRAFICO : REALIZACION DE CALICATAS**

**FOTO N° 7: "TOMA DE MUETRAS C-06, C-05, C-04, C-03 (e, f, g, h) Y CBR (Km04+000)"**



(e)



(f)



(g)



(h)

*Fuente: Investigador*

ANEXO D  
“ESTUDIO DE TRÀFICO VIAL”

FOTO N° 8: Formato de Clasificación vehicular (Estudio de Tráfico)

TRAMO DE LA CARRETERA		CHULITE - RAYAMBARA - LA SOLEDAD	
SENTIDO		E ←	S →
UBICACIÓN		PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD	
DÍAS	7		

ESTACION		CHULITE		
CODIGO DE LA ESTACION		E-01		
DIA Y FECHA	INICIO	18	Febrero	2017

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL PARCIAL DE VEHICULOS		TOTAL DIARIO					
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	LIGEROS	PESADOS						
00-01	E S	V. LIGEROS							V. PESADOS																	LIGEROS	PESADOS	
1	E S	1 1	1 1	1 2	1 1	1 1				2 1													8	3	11			
2	E S		1 1	1 1	1 1	1 1				1 1													6	2	8			
3	E S	1 1		1 1	1 1	1 1				2 2													8	4	12			
4	E S	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1				1 1													8	2	10			
5	E S	1 1	1 1	2 1	1 1	1 1				2 3													11	5	16			
6	E S	1 1	1 1	2 1	1 1	1 1				1 1													11	2	13			
7	E S	1 1	2 2	2 2	1 1	2 2				1 1													16	2	18			
<b>PARCIAL:</b>		12	13	19	8	16	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	5	18			
<b>TOTAL =</b>		68						20																	TOTAL		88	

Fuente: Investigador

ANEXO E  
“CALCULO DE LA POLIGONAL”

### FOTO N° 9: Cálculo de la poligonal

AZIMUT INICIAL	GRAD	MIN	SEG	GRAD
	323	56	27.60	323.94100

	ESTE	NORTE
coordenadas de A	810054.737	9100095.326
coordenadas de B	805761.763	9102976.512

PI	Lado	Dist.	ÁNGULO						Azimut					Proyecciones		Coordenadas		Correccion		Proyec.		Coordenadas correg.			
			GRA.	MIN.	SEG.	segs.	Rad.	sentido	GRA.	MIN.	SEG.	segs.	Rad.	Este	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este	Norte		
PI0	PI0 - PI1	95.17800							323° 56' 28"	323.9410	5.654	-56.02	76.94			810054.737	9100095.326							810054.737	9100095.326
PI1	PI1 - PI2	302.71200	34	24	7.20	34.402	0.60043	D	358° 20' 35"	358.3430	6.254	-8.75	302.59			809998.714	9100172.269	0.001	0.001	-56.02	76.94			809998.714	9100172.270
PI2	PI2 - PI3	214.33400	13	46	1.20	13.767	0.24028	D	372° 06' 36"	372.1100	6.495	44.96	209.56			809989.960	9100474.854	0.002	0.003	-8.75	302.59			809989.963	9100474.859
PI3	PI3 - PI4	133.67400	16	37	44.40	16.629	0.29023	I	355° 28' 52"	355.4810	6.204	-10.53	133.26			810034.925	9100684.419	0.001	0.002	44.97	209.57			810034.929	9100684.425
PI4	PI4 - PI5	307.60200	26	15	32.40	26.259	0.45831	D	381° 44' 24"	381.7400	6.663	113.93	285.72			810024.393	9100817.677	0.001	0.001	-10.53	133.26			810024.398	9100817.685
PI5	PI5 - PI6	88.50400	82	27	32.40	82.459	1.43918	I	299° 16' 52"	299.2810	5.223	-77.20	43.29			810138.327	9101103.401	0.002	0.003	113.94	285.73			810138.334	9101103.412
PI6	PI6 - PI7	282.88000	30	35	20.40	30.589	0.53388	I	268° 41' 31"	268.6920	4.690	-282.81	-6.46			810061.131	9101146.687	0.001	0.001	-77.20	43.29			810061.138	9101146.700
PI7	PI7 - PI8	30.00000	89	44	6.00	89.735	1.56617	I	178° 57' 25"	178.9570	3.123	0.55	-30.00			809778.325	9101140.230	0.002	0.003	-282.80	-6.45			809778.334	9101140.246
PI8	PI8 - PI9	85.85800	90	15	50.40	90.264	1.57540	I	88° 41' 35"	88.6930	1.548	85.84	1.96			809778.871	9101110.235	0.000	0.000	0.55	-29.99			809778.880	9101110.251
PI9	PI9 - PI10	144.37900	18	34	44.40	18.579	0.32426	D	107° 16' 19"	107.2720	1.872	137.87	-42.87			809864.707	9101112.194	0.001	0.001	85.84	1.96			809864.716	9101112.211
PI10	PI10 - PI11	30.00000	89	31	44.40	89.529	1.56258	D	196° 48' 04"	196.8010	3.435	-8.67	-28.72			810002.575	9101069.326	0.001	0.002	137.87	-42.87			810002.586	9101069.345
PI11	PI11 - PI12	83.20400	90	28	8.40	90.469	1.57898	D	287° 16' 12"	287.2700	5.014	-79.45	24.70			809993.904	9101040.607	0.000	0.000	-8.67	-28.72			809993.914	9101040.626
PI12	PI12 - PI13	270.71400	16	7	44.40	16.129	0.28150	I	271° 08' 28"	271.1410	4.732	-270.66	5.39			809914.451	9101065.308	0.001	0.001	-79.45	24.70			809914.462	9101065.328
PI13	PI13 - PI14	201.78000	18	23	31.20	18.392	0.32100	D	289° 31' 59"	289.5330	5.053	-190.17	67.47			809643.791	9101070.699	0.002	0.003	-270.66	5.39			809643.803	9101070.721

PI14				118	22	1.20	118.367	2.06589	I					809453.623	9101138.164	0.001	0.002	-190.17	67.47	809453.637	9101138.189
	PI14 - PI15	235.71900								171° 09' 58"	171.1660	2.987	36.20	-232.92							
PI15			90	0	0.00	90.000	1.57080	D						809489.823	9100905.241	0.001	0.003	36.20	-232.92	809489.838	9100905.269
	PI15 - PI16	30.00000								261° 09' 58"	261.1660	4.558	-29.64	-4.61							
PI16			90	0	0.00	90.000	1.57080	D						809460.179	9100900.634	0.000	0.000	-29.64	-4.61	809460.194	9100900.662
	PI16 - PI17	95.99600								351° 09' 58"	351.1660	6.129	-14.74	94.86							
PI17			89	46	48.00	89.780	1.56696	I						809445.437	9100995.491	0.001	0.001	-14.74	94.86	809445.453	9100995.520
	PI17 - PI18	121.06100								261° 23' 10"	261.3860	4.562	-119.70	-18.13							
PI18			31	32	2.40	31.534	0.55037	D						809325.741	9100977.359	0.001	0.001	-119.69	-18.13	809325.758	9100977.389
	PI18 - PI19	132.88500								292° 55' 12"	292.9200	5.112	-122.39	51.75							
PI19			22	3	57.60	22.066	0.38512	I						809203.348	9101029.110	0.001	0.001	-122.39	51.75	809203.365	9101029.142
	PI19 - PI20	523.86800								270° 51' 14"	270.8540	4.727	-523.81	7.81							
PI20			32	21	14.40	32.354	0.56468	I						808679.538	9101036.918	0.003	0.006	-523.81	7.81	808679.559	9101036.956
	PI20 - PI21	345.49100								238° 30' 00"	238.5000	4.163	-294.58	-180.52							
PI21			72	43	26.40	72.724	1.26927	D						808384.958	9100856.400	0.002	0.004	-294.58	-180.51	808384.981	9100856.441
	PI21 - PI22	58.93900								311° 13' 26"	311.2240	5.432	-44.33	38.84							
PI22			72	47	52.80	72.798	1.27056	D						808340.628	9100895.241	0.000	0.001	-44.33	38.84	808340.651	9100895.283
	PI22 - PI23	376.62100								384° 01' 19"	384.0220	6.702	153.32	344.00							
PI23			107	59	9.60	107.986	1.88471	I						808493.946	9101239.242	0.002	0.004	153.32	344.01	808493.971	9101239.289
	PI23 - PI24	671.92400								276° 02' 10"	276.0360	4.818	-668.20	70.66							
PI24			38	32	24.00	38.540	0.67265	D						807825.747	9101309.897	0.004	0.007	-668.19	70.66	807825.776	9101309.951
	PI24 - PI25	400.22800								314° 34' 34"	314.5760	5.490	-285.09	280.90							
PI25			26	20	45.60	26.346	0.45982	D						807540.656	9101590.799	0.002	0.004	-285.09	280.91	807540.688	9101590.857
	PI25 - PI26	297.54000								340° 55' 19"	340.9220	5.950	-97.25	281.20							
PI26			36	38	49.20	36.647	0.63961	I						807443.404	9101871.997	0.002	0.003	-97.25	281.20	807443.438	9101872.058
	PI26 - PI27	242.76900								304° 16' 30"	304.2750	5.311	-200.61	136.72							
PI27			11	22	4.80	11.368	0.19841	D						807242.793	9102008.716	0.001	0.003	-200.61	136.72	807242.828	9102008.780
	PI27 - PI28	680.21300								315° 38' 35"	315.6430	5.509	-475.56	486.35							
PI28			20	56	34.80	20.943	0.36552	I						806767.238	9102495.067	0.004	0.008	-475.55	486.36	806767.277	9102495.138
	PI28 - PI29	293.16200								294° 42' 00"	294.7000	5.143	-266.34	122.50							
PI29			25	50	42.00	25.845	0.45108	D						806500.898	9102617.569	0.002	0.003	-266.34	122.51	806500.939	9102617.644
	PI29 - PI30	180.14900								320° 32' 42"	320.5450	5.595	-114.48	139.10							
PI30			36	7	58.80	36.133	0.63064	I						806386.418	9102756.667	0.001	0.002	-114.48	139.10	806386.460	9102756.743
	PI30 - PI31	590.76500								284° 24' 43"	284.4120	4.964	-572.17	147.04							
PI31			39	44	52.80	39.748	0.69373	D						805814.244	9102903.704	0.004	0.007	-572.17	147.04	805814.290	9102903.787
	PI31 - B	89.71000								324° 09' 36"	324.1600	5.658	-52.53	72.72							
B														805761.717	9102976.428	0.001	0.001	-52.53	72.72	805761.763	9102976.512
	TOTAL =	7637.85900														0.046	0.084				

ERROR	ESTE	0.046
	NORTE	0.084

Fuente: Investigador

FOTO N° 10: Cálculo de Elementos de Curva

Curva Nº	ANGULO			Sent.	Radio	Tan.	L	LC	Exte.	Flec.	P	S/A
	grad	min	seg		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(%)	(m)
PI1	34°	24'	07"	D	80.00	24.77	48.03	47.32	3.75	3.58	2.5%	0.70
PI2	13°	46'	01"	D	80.00	9.66	19.22	19.18	0.58	0.58	2.5%	0.70
PI3	16°	37'	44"	D	80.00	11.69	23.22	23.14	0.85	0.84	2.5%	0.70
PI4	26°	15'	32"	I	80.00	18.66	36.66	36.34	2.15	2.09	2.5%	0.70
PI5	82°	27'	32"	D	35.00	30.67	50.37	46.14	11.54	8.68	3.2%	1.60
PI6	30°	35'	20"	D	50.00	13.67	26.69	26.38	1.84	1.77	2.5%	1.10
PI7	89°	44'	06"	D	15.00	14.93	23.49	21.16	6.16	4.37	12.0%	3.70
PI8	90°	15'	50"	D	15.00	15.07	23.63	21.26	6.26	4.42	12.0%	3.70
PI9	18°	34'	44"	I	80.00	13.09	25.94	25.83	1.06	1.05	2.5%	0.70
PI10	89°	31'	44"	I	15.00	14.88	23.44	21.13	6.13	4.35	12.0%	3.70
PI11	90°	28'	08"	D	15.00	15.12	23.68	21.30	6.30	4.44	12.0%	3.70
PI12	16°	07'	44"	D	80.00	11.34	22.52	22.45	0.80	0.79	2.5%	0.70
PI13	18°	23'	31"	I	100.00	16.19	32.10	31.96	1.30	1.29	2.5%	0.60
PI14	118°	22'	01"	I	35.00	58.67	72.31	60.12	33.32	17.07	3.2%	1.60
PI15	90°	00'	00"	D	15.00	15.00	23.56	21.21	6.21	4.39	12.0%	3.70
PI16	90°	00'	00"	I	15.00	15.00	23.56	21.21	6.21	4.39	12.0%	3.70
PI17	89°	46'	48"	I	35.00	34.87	54.84	49.40	14.40	10.20	3.2%	1.60
PI18	31°	32'	02"	I	80.00	22.59	44.03	43.48	3.13	3.01	2.5%	0.70
PI19	22°	03'	58"	D	80.00	15.60	30.81	30.62	1.51	1.48	2.5%	0.70
PI20	32°	21'	14"	I	80.00	23.21	45.17	44.58	3.30	3.17	2.5%	0.70
PI21	72°	43'	26"	I	40.00	29.45	50.77	47.43	9.67	7.79	0.7%	1.40
PI22	72°	47'	53"	D	40.00	29.49	50.82	47.47	9.70	7.80	0.7%	1.40
PI23	107°	59'	10"	I	35.00	48.16	65.96	56.63	24.54	14.42	3.2%	1.60
PI24	38°	32'	24"	D	80.00	27.97	53.81	52.80	4.75	4.48	2.5%	0.70
PI25	26°	20'	46"	I	80.00	18.72	36.79	36.46	2.16	2.11	2.5%	0.70
PI26	36°	38'	49"	D	80.00	26.49	51.17	50.30	4.27	4.06	2.5%	0.70
PI27	11°	22'	05"	I	80.00	7.96	15.87	15.85	0.40	0.39	2.5%	0.70
PI28	20°	56'	35"	D	80.00	14.79	29.24	29.08	1.35	1.33	2.5%	0.70
PI29	25°	50'	42"	I	80.00	18.36	36.09	35.78	2.08	2.03	2.5%	0.70
PI30	36°	07'	59"	D	80.00	26.10	50.45	49.62	4.15	3.94	2.5%	0.70
PI31	39°	44'	53"	D	50.00	18.07	34.69	34.00	3.17	2.98	2.5%	1.10

Fuente: Investigador

FOTO N° 11: Cálculo de las coordenadas de los PC, PI y PT

PROGRESIVAS (Km.)			COORDENADAS					
PC	PI	PT	PC		PI		PT	
			ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
00+070.41	00+095.18	00+118.44	810013.29	9100152.25	809998.71	9100172.27	809998.00	9100197.02
00+386.73	00+396.39	00+405.95	809990.24	9100465.20	809989.96	9100474.85	809991.99	9100484.30
00+598.94	00+610.63	00+622.16	810032.47	9100672.99	810034.93	9100684.42	810034.00	9100696.07
00+725.48	00+744.14	00+762.14	810025.86	9100799.08	810024.39	9100817.68	810031.30	9100835.01
01+020.41	01+051.08	01+070.78	810126.97	9101074.91	810138.33	9101103.40	810111.57	9101118.40
01+114.94	01+128.61	01+141.63	810073.06	9101140.00	810061.13	9101146.69	810047.46	9101146.38
01+395.90	01+410.83	01+419.39	809793.25	9101140.57	809778.33	9101140.23	809778.60	9101125.30
01+419.39	01+434.46	01+443.02	809778.60	9101125.30	809778.87	9101110.24	809793.94	9101110.58
01+500.73	01+513.81	01+526.67	809851.62	9101111.90	809864.71	9101112.19	809877.20	9101108.31
01+643.08	01+657.96	01+666.52	809988.37	9101073.74	810002.58	9101069.33	809998.28	9101055.08
01+666.52	01+681.65	01+690.20	809998.28	9101055.08	809993.90	9101040.61	809979.46	9101045.10
01+746.95	01+758.28	01+769.47	809925.28	9101061.94	809914.45	9101065.31	809903.12	9101065.53
02+012.66	02+028.85	02+044.76	809659.98	9101070.40	809643.79	9101070.72	809628.53	9101076.13
02+171.67	02+230.35	02+243.98	809508.92	9101118.57	809453.62	9101138.19	809462.63	9101080.21
02+406.03	02+421.03	02+429.59	809487.52	9100920.09	809489.82	9100905.27	809475.00	9100902.97
02+429.59	02+444.59	02+453.15	809475.00	9100902.97	809460.18	9100900.66	809457.88	9100915.48
02+499.28	02+534.14	02+554.12	809450.79	9100961.04	809445.44	9100995.49	809410.96	9100990.27
02+617.73	02+640.31	02+661.76	809348.07	9100980.74	809325.74	9100977.36	809304.94	9100986.16
02+756.45	02+772.05	02+787.26	809217.71	9101023.04	809203.35	9101029.11	809187.75	9101029.34
03+272.33	03+295.53	03+317.50	808702.74	9101036.57	808679.54	9101036.92	808659.75	9101024.79
03+610.33	03+639.78	03+661.10	808410.07	9100871.79	808384.96	9100856.40	808362.81	9100875.81
03+661.10	03+690.59	03+711.92	808362.81	9100875.81	808340.63	9100895.24	808352.63	9100922.18
04+010.89	04+059.05	04+076.85	808474.34	9101195.25	808493.95	9101239.24	808446.05	9101244.31
04+672.65	04+700.61	04+726.46	807853.56	9101306.96	807825.75	9101309.90	807805.82	9101329.53
05+079.99	05+098.71	05+116.78	807553.99	9101577.66	807540.66	9101590.80	807534.54	9101608.50
05+369.10	05+395.60	05+420.27	807452.06	9101846.96	807443.40	9101872.00	807421.51	9101886.92
05+628.59	05+636.55	05+644.46	807249.37	9102004.23	807242.79	9102008.72	807237.23	9102014.41
06+301.92	06+316.71	06+331.16	806777.58	9102484.49	806767.24	9102495.07	806753.80	9102501.25
06+591.18	06+609.54	06+627.27	806517.57	9102609.90	806500.90	9102617.57	806489.23	9102631.74
06+762.97	06+789.06	06+813.42	806403.00	9102736.52	806386.42	9102756.67	806361.14	9102763.16
07+360.01	07+378.09	07+394.70	805831.75	9102899.21	805814.24	9102903.70	805803.66	9102918.36

Fuente: Investigador

ANEXO F  
“ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS ”

ANEXO G  
“COSTOS Y PRESUPUESTOS”

