



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -TARAPOTO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Diseño del pavimento flexible del camino vecinal San Juan de Tangumi-Santo Domingo, en los distritos de Habana y Calzada, provincia de Moyobamba, región de San Martín.**

**Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

**Llesel Sangama Ramirez**

**ASESOR:**

**Ing. Iván Gustavo Reátegui Acedo**

**Tarapoto – Perú**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN -TARAPOTO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



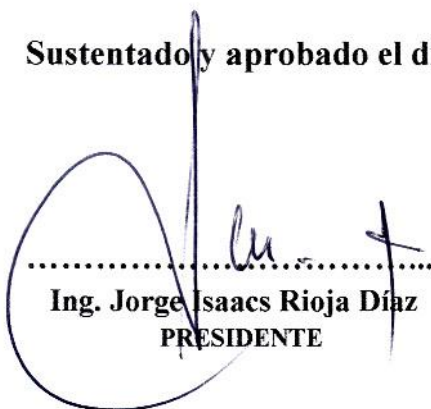
**Diseño del pavimento flexible del camino vecinal San Juan de Tangumi-Santo Domingo, en los distritos de Habana y Calzada, provincia de Moyobamba, región de San Martín.**

**Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

**Llesel Sangama Ramirez**

**Sustentado y aprobado el día 02 de enero del 2019, ante el honorable jurado**

  
.....  
**Ing. Jorge Isaacs Rioja Díaz**  
**PRESIDENTE**

  
.....  
**Ing. Juvenal Vicente Díaz Agip**  
**SECRETARIO**

  
.....  
**Ing. M.Sc. Enrique Napoleón Martínez Quiroz**  
**VOCAL**

  
.....  
**Ing. Iván Gustavo Reátegui Acedo**  
**ASESOR**

## Declaratoria de Autenticidad

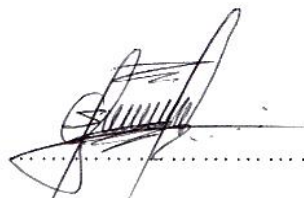
**Llesel Sangama Ramirez** identificado con el DNI N° 70061946, egresado de la facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada: **Diseño del pavimento flexible del camino vecinal San Juan de Tangumi-Santo Domingo, en los distritos de Habana y Calzada, provincia de Moyobamba, región de San Martín.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 02 de enero del 2019

A handwritten signature in black ink, written over a horizontal dotted line.

Bach. Llesel Sangama Ramirez

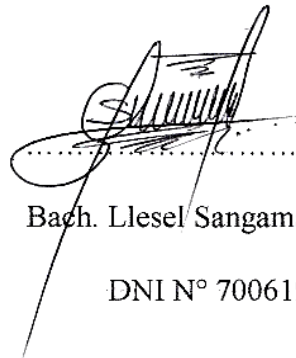
DNI N° 70061946

## Declaración jurada

**Llesel Sangama Ramirez** identificado con el DNI N° 70061946 con domicilio legal Jr. Ovalo del Sur Mz. 4 Lote 20 – Banda de Shilcayo, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, **DECLARO BAJO JURAMENTO**, que todos los documentos, datos e información de la presente tesis y/o Informe de Ingeniería, son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por la cual me someto a lo dispuesto en las Normas Académicas de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 02 de enero del 2019



Bach. Llesel Sangama Ramirez

DNI N° 70061946



**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.**

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres: SANGAMA RAMIREZ, LLESEL	
Código de alumno : 083132	Teléfono: 979673512
Correo electrónico : ing.lleselsangama@gmail.com	DNI: 70061946

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de: INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de: INGENIERIA CIVIL

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título: "DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL CAMINO VECINAL SAN JUAN DE TANGUMI - SANTO DOMINGO, EN LOS DISTRITOS DE HABANA Y CALZADA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, REGION DE SAN MARTIN"
Año de publicación:

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

## 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".


  
Firma del Autor

## 8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento:

26/06/2019



  
Firma del Responsable de Repositorio  
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso  
Abierto de la UNSM - T.

\***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

\*\* **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

## **Dedicatoria**

Este Trabajo se la dedico primeramente a DIOS, ya que sin él nada podemos hacer. Dios es quien nos concede el privilegio de la vida y nos ofrece lo necesario para lograr nuestras metas. Gracias por las pruebas que me hacen crecer como persona y me permiten dar lo mejor de mí.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido un privilegio ser su hijo, son los mejores padres.

A mis hermanos por el apoyo incondicional en esto momento y al mismo tiempo dedico este trabajo a la ingeniería Nitsa Fiorella Isminio Vargas, por su apoyo incondicional y económico

Al ing. Iván Gustavo Reátegui Acedo por el apoyo y orientación para poder realizar este proyecto de tesis.

Gracias a todos.

**Llesel**



## **Agradecimiento**

A la Universidad Nacional de San Martín, por brindarme la oportunidad de realizarme como profesional a través de los conocimientos impartidos que con paciencia y perseverancia supieron darme la formación sólida para esta carrera en dicha casa superior de estudios.

A todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil, por su constante y dedicada labor en la enseñanza y formación de los futuros profesionales.

Al Ingeniero Iván Gustavo Reátegui Acedo, por su constante apoyo y asesoramiento brindado para el desarrollo del presente proyecto de tesis.

A todos mis compañeros de la FIC de la UNSM, con quienes compartí experiencias muy elocuentes dentro y fuera de esta casa superior de estudios gracias a todo ellos.

**Llesel**

## Índice

<b>Dedicatoria.....</b>	<b>vi</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>vii</b>
<b>Índice.....</b>	<b>viii</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>xv</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>xvi</b>
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>2</b>
1.1 Generalidades.....	2
1.2 Exploración preliminar orientado a la investigación.....	2
1.3 Ubicación del proyecto .....	3
1.4 Aspectos generales de la zona de estudio.....	4
1.4.1 Altitud.....	4
1.4.2 Clima.....	4
1.4.3 Topografía y sismología.....	5
1.4.3.1 Topografía.....	5
1.4.3.2 Sismología.....	5
1.5 Ubicación y accesibilidad.....	5
1.5.1 Ubicación .....	5
1.5.2 Accesibilidad.....	5
1.6 Características socio económicas.....	5
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
2.1 Antecedentes, planteamiento, delimitación, formulación del problema a resolver.....	6
2.1.1 Antecedentes del Problema.....	6
2.1.2 Planteamiento del Problema.....	7
2.1.3 Delimitación del Problema.....	8
2.1.4 Formulación del Problema a Resolver.....	8
2.2 Objetivos.....	8
2.2.1 Objetivos Generales.....	8

2.2.2	Objetivos Específicos.....	8
2.3	Justificación de la Investigación.....	9
2.4	Delimitación de la Investigación.....	10
2.5	Marco teórico.....	10
2.5.1	Antecedentes de la investigación.....	10
2.5.2	Fundamentación teórica de la investigación.....	11
2.5.2.1	Clasificación de carreteras.....	11
2.5.2.1.1	Según su función.....	11
2.5.2.1.2	Según el servicio.....	11
2.5.2.2	Derecho de vía.....	11
2.5.2.2.1	Ancho normal.....	11
2.5.2.2.2	Ancho mínimo.....	11
2.5.2.3	Previsión de ensanche.....	12
2.5.2.4	Diseño Geométrico.....	12
2.5.2.4.1	Distancia de visibilidad.....	12
2.5.2.4.2	Visibilidad de parada.....	12
2.5.2.5	Elementos del diseño geométrico.....	12
2.5.2.6	Alineamiento Horizontal.....	12
2.5.2.6.1	Consideraciones para el alineamiento horizontal.....	13
2.5.2.6.2	Curvas Horizontales.....	13
2.5.2.6.3	El peralte de la carretera.....	14
2.5.2.7	Alineamiento vertical.....	15
2.5.2.7.1	Consideraciones para el alineamiento vertical.....	15
2.5.2.8	Pendiente.....	16
2.5.2.9	Sección Transversal.....	17
2.5.2.9.1	Calzada.....	17
2.5.2.9.2	Bermas.....	18
2.5.2.9.3	Ancho de la plataforma.....	19
2.5.2.9.3.1	Sobreechancho.....	19
2.5.2.9.4	Plazoletas.....	19
2.5.2.9.5	Dimensiones en los pasos inferiores.....	19
2.5.2.9.6	Taludes.....	20
2.5.2.9.7	Sección transversal típica.....	21

2.5.2.10 Composición de tráfico.....	22
2.5.2.11 Capacidad portante del suelo de rasante.....	23
2.5.2.12 Especificaciones para material de lastrado.....	23
2.5.2.12.1 Granulometría.....	23
2.5.2.12.2 Requisito para el material de lastrado.....	24
2.5.2.13 Estudio de pavimentos.....	24
2.5.2.14 Diseño estructural.....	26
2.5.2.15 Tipos de tránsito.....	28
2.5.3 Marco conceptual: Definición de términos básicos.....	31
2.5.4 Marco histórico.....	31
2.6 Hipótesis.....	32
<b>CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>33</b>
3.1 Materiales.....	33
3.1.1 Recursos humanos.....	33
3.1.2 Recursos materiales y servicios.....	33
3.1.3 Recursos de equipos.....	33
3.2 Metodología de la investigación.....	33
3.2.1 Universo y/o muestra.....	33
3.2.2 Sistema de variables.....	33
3.2.3 Tipos y nivel de la investigación.....	34
3.2.3.1 Diseño del método de la investigación.....	34
3.2.4 Diseño de instrumentos.....	35
3.2.4.1 Fuentes técnicas e instrumentos de selección de datos.....	35
3.2.5 Procesamiento de la información.....	35
3.2.6 Análisis e interpretación de datos y resultados.....	35
<b>CAPÍTULO IV RESULTADO Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>36</b>
4.1 Estudios de topografía.....	36
4.1.1 Objetivos.....	36
4.1.2 Metodología de trabajo.....	36
4.1.3 Recopilación de información.....	37
4.1.4 Evaluación de área del proyecto.....	37

4.1.5 Clasificación de la carretera y tipo de obra.....	37
4.1.6 Secciones transversales.....	43
4.2. Estudio de mecánica de suelos .....	44
4.2.1 Tipos de suelo de la subrasante.....	44
4.3 Estudio de canteras.....	55
4.4 Estudio de drenaje.....	56
4.5 Diseño de la capa de afirmado.....	59
4.6 Impacto ambiental.....	61
4.7 Criterios de diseño utilizados en el proyecto.....	62
4.8 Señalización.....	63
4.9 Costos, presupuestos y programación.....	65
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>66</b>
Conclusiones.....	66
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>67</b>
Recomendaciones.....	67
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICOS.....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>69</b>
<b>ESTUDIO DE SUELOS.....</b>	<b>70</b>
<b>PLANOS.....</b>	<b>71</b>

## Índice de tablas

Tabla 1 : Elementos de curvas simples.....	14
Tabla 2 : Radios mínimos y peraltes máximos en curvas.....	15
Tabla 3 : Ancho mínimo de calzada en tangente.....	17
Tabla 4 : Sobreancho de calzada (m).....	18
Tabla 5 : Taludes de corte .....	21
Tabla 6 : Taludes de relleno.....	21
Tabla 7 : Granulometría para material de afirmado .....	23
Tabla 8 : Estudio de IMDA.....	27
Tabla 9 : La clase de tráfico que circula por el tramo en estudio.....	28
Tabla 10 : Poblados, accesos y desvíos .....	39
Tabla 11 : Coordenadas de los PI del poligonal tramo: Gobernador – Santa Catalina – Acceso Puente Motilones.....	39
Tabla 12 : Inventario de fuentes de aguas definidas y obras de arte proyectadas.....	58

## Índice de figuras

Figura 1:	Ubicación del proyecto.....	4
Figura 2:	Elementos de una curva simple.....	13
Figura 3:	Altura libre en túneles.....	20
Figura 4:	Sección típica de una carretera a media ladera.....	22
Figura 5:	Determinación de espesor.....	29
Figura 6:	Catálogo de capas de revestimiento granular.....	30
Figura 7:	Subrasante compactado.....	44

## Índice de planos

Plano de ubicación.....	PU – 01
Plano clave.....	PCL – 01
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 0+000 – 1+000 km.....	PPL – 01
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 1+000 – 2+000 km.....	PPL – 02
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 2+000 – 3+000 km.....	PPL – 03
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 3+000 – 4+000 km.....	PPL – 04
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 4+000 – 5+000 km.....	PPL – 05
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 5+000 – 5+964 km.....	PPL – 06
Plano de secciones transversales Prog. 0+000 – 1+000 km.....	ST – 01
Plano de secciones transversales Prog. 1+000 – 2+000 km.....	ST – 02
Plano de secciones transversales Prog. 2+000 – 3+000 km.....	ST – 03
Plano de secciones transversales Prog. 3+000 – 4+000 km.....	ST – 04
Plano de secciones transversales Prog. 4+000 – 5+000 km.....	ST – 05
Plano de secciones transversales Prog. 5+000 – 5+964 km.....	ST – 06



## Resumen

El presente trabajo de tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, se ha desarrollado con la finalidad de efectuar un aporte técnico-científico para contribuir a determinar el diseño de un pavimento flexible a nivel de afirmado de una carretera.

La investigación es de tipo aplicada y se ha llevado a cabo por la facultad de ingeniería civil y arquitectura, escuela profesional de ingeniería civil de la Universidad Nacional de San Martín, desarrollando el proyecto en los distritos de Habana y Calzada, pertenecientes a la provincia de Moyobamba, región San Martín.

El objetivo del estudio es el diseño del pavimento flexible a nivel de afirmado del camino vecinal San Juan de Tangumi – Santo Domingo, en los distritos de Habana y Calzada, provincia de Moyobamba, región San Martín., en base a las consideraciones técnicas establecidas en las normas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y la norma AASTHO 93.

Este trabajo se ha desarrollado aplicando sobre el terreno las teorías y normas existentes de topografía, mecánica de suelos, estudio de tráfico, diseño geométrico y diseño de pavimento y otros afines, que han permitido contar con el diseño de pavimento flexible a nivel de afirmado del camino vecinal San Juan de Tangumi – Santo Domingo, en los distritos de Habana y Calzada, provincia de Moyobamba, región San Martín.

Los resultados evidencian a todas luces que es posible lograr, a partir de la correcta aplicación de las teorías, estudios y diseños correspondientes al pavimento flexible a nivel de afirmado.

Este diseño del pavimento flexible a nivel de afirmado del camino vecinal San Juan de Tangumi – Santo Domingo, en los distritos de Habana y Calzada, provincia de Moyobamba, región San Martín, nos servirá para el expediente a nivel de ejecución de dicha vía y cuando se ejecute dicho proyecto beneficiará a los pobladores de dicha provincia y por ende a la región San Martín.

**Palabras clave:** diseño, pavimento, Habana, Calzada [distritos], Moyobamba [Provincia], región San Martín.

## Abstract

This thesis work to choose the professional title of civil engineer, has been developed with the purpose of making a technical-scientific contribution to help determine the design of a flexible pavement at the level of a road.

The research is of applied type and has been carried out by the faculty of civil engineering and architecture, professional school of civil engineering of the National University of San Martín, developing the project in the districts of Havana and Calzada, belonging to the province of Moyobamba, San Martín region.

The objective of the study is the design of the flexible pavement at the level of the San Juan de Tangumi neighborhood road - Santo Domingo, in the districts of Havana and Calzada, province of Moyobamba, San Martín region, based on the technical considerations established in the regulations of the Ministry of Transport and Communications and the AASTHO 93 standard.

This work has been developed applying on the ground the existing theories and norms of topography, soil mechanics, traffic study, geometric design and pavement design and other related, which have allowed the design of flexible pavement at the level of the San Juan de Tangumi neighborhood road - Santo Domingo, in the districts of Havana and Calzada, province of Moyobamba, San Martín region.

The results show clearly that it is possible to achieve, from the correct application of the theories, studies and designs corresponding to the flexible pavement at the level of affirmed. This design of the flexible pavement at the level of the San Juan de Tangumi neighborhood road - Santo Domingo, in the districts of Havana and Calzada, province of Moyobamba, San Martín region, will be useful for the file at the level of execution of said road and when This project will benefit the residents of that province and therefore the San Martin region.

**Keywords:** design, pavement, Habana, Calzada [districts], Moyobamba [Province], San Martín region



## **Introducción**

Desde comienzos del siglo pasado y con notorio desempeño, se van construyendo carreteras y ferrocarriles, en pro del avance y desarrollo económico y cultural de estos pueblos ante el mundo, desafiando a la diversidad geográfica del Perú, complejidad primordial que acontece para el desarrollo del transporte.

El tramo de estudio es parte de una vía que data de los años 1990, año en el que se realiza la apertura a nivel de trocha, financiado por los propios agricultores de la zona, con la finalidad de transportar la producción agrícola generada en dicha zona, hacia los mercados y centros de consumo local, obteniéndose una vía a nivel de Subrasante, que permitió el tránsito limitado de ciertos tipos de vehículos y de acuerdo a las condiciones climáticas.

En 1993 por las constantes demandas de la población y autoridades de los distritos de Habana y Calzada recurren ante instancias pertinentes a fin de mejorar y ampliar esta vía, debido a la insuficiente capacidad de tránsito y acceso de vehículos mayores. Ante esta demanda, la Municipalidad Provincial de Moyobamba, intervino con maquinaria pesada, realizando limpieza y ampliación de la longitud de la vía, construcción de pequeñas obras de arte de madera, recuperando en cierto modo la transitabilidad.

Actualmente, la política económica en nuestro país está orientada a lograr de forma integral el desarrollo productivo, económico y social de las regiones, para lo cual esta tesis propone una solución que dote de una mayor eficiencia y calidad en los servicios de tal forma que se asegure y promuevan las inversiones privadas que muchos beneficios generan en todos los campos de la actividad económica y social.

Las condiciones sociales y de producción en general y particularmente de la zona rural en estudio, se han visto sumamente afectadas por motivos del deterioro de los accesos viales a zona de producción agrícola con respecto a los mercados de consumo, este efecto va afectando también la calidad de vida de las familias de los productores de la zona, con el alza incontrolable de tarifas y fletes, pérdidas de la producción agropecuaria, reducción de ingreso y empleo rural, incremento de la pobreza, etc. las que son generadas por el deterioro y mal estado del camino vecinal.

Con el presente proyecto se pretende dar una propuesta para el mejoramiento del estado de la vía, a nivel de afirmado y construcción de alcantarillas y cunetas para garantizar el buen servicio de transitabilidad a los productores en el distrito de Moyobamba, mejorando la calidad de vida de las familias de la zona en estudio.

# CAPÍTULO I

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1. Generalidades

Esta Tesis se desarrolló en la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto como una contribución a la sociedad, debido a la problemática vial de nuestro departamento, y las localidades que requieren desarrollarse.

El aporte consiste en diseñar el pavimento flexible a nivel de afirmado en el sector rural de la provincia de Moyobamba, donde se aprecia el mal estado de los caminos vecinales, es así que nace la idea de elaborar el proyecto de tesis denominado **Diseño del pavimento flexible del camino vecinal San Juan de Tangumi-Santo Domingo, en los distritos de Habana y Calzada, provincia de Moyobamba, región de San Martín**, el mismo que nos permitirá utilizarlo cuando se elabore el expediente técnico del proyecto y de esta manera colaborar al desarrollo de las localidades que se encuentran ubicadas a lo largo del proyecto, y al mismo tiempo poner a disposición de la Universidad una investigación que servirá como base para futuros proyectos de desarrollo.

### 1.2. Exploración preliminar orientado a la investigación

En la actualidad el país busca un desarrollo integral en base a la eficiencia y calidad de servicios, garantizando para ello la seguridad a los inversionistas privados a fin de facilitar las condiciones de invertir en todos los campos de la actividad económica, y por tanto, el departamento de San Martín no está ajeno a esta realidad, por lo que es necesario e imprescindible estar acorde a la dinámica de desarrollo a fin de no quedarnos marginados, social, cultural y económicamente, y siempre estar a la vanguardia de los cambios estructurales que sufre el país en su conjunto.

El desarrollo de una nación depende en gran medida, de la extensión y el estado de su red vial. Los caminos y las carreteras condicionan a la capacidad y velocidad de movilización de personas y mercaderías, aspectos que repercuten directamente en el progreso social, político y económico.

En el departamento de San Martín, es necesario un plan de desarrollo de la red vial tanto en las carreteras de carácter nacional, así como las carreteras del sistema departamental y vecinal; para que integren la unidad del país, de manera que los pueblos interconectados

por la red vial, puedan satisfacer sus necesidades de consumo, además de elevar el nivel social, cultural y económico de sus habitantes.

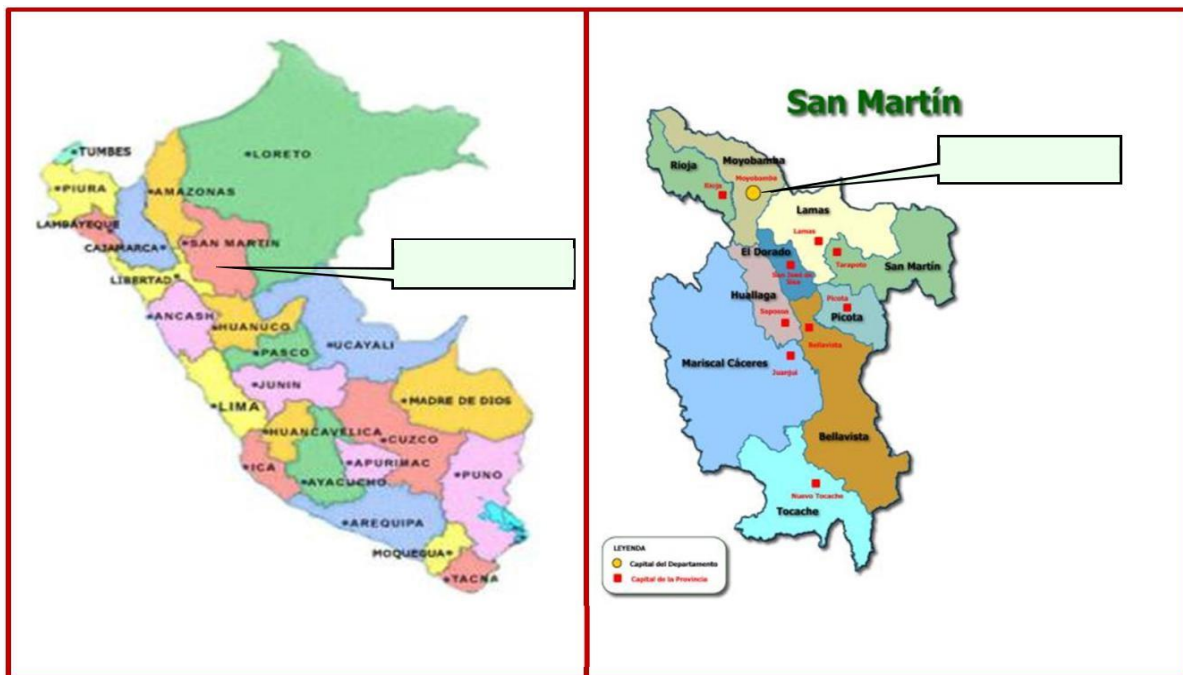
En nuestra región se puede apreciar que aún existen distritos, centros poblados que no cuentan con sus carreteras y en el mejor de los casos si existen estas, en su mayor parte son caminos vecinales que se encuentran en malas condiciones y que no cumplen con las condiciones mínimas para un eficiente servicio.

Entendiendo así la trascendental importancia de las redes viales y frente a la imperiosa necesidad de contar con un sistema vial eficiente que genere progreso y bienestar social, se ha elaborado el presente trabajo de tesis, denominado **Diseño del pavimento flexible del camino vecinal San Juan de Tangumi-Santo Domingo, en los distritos de Habana y Calzada, provincia de Moyobamba, región de San Martín.**

### 1.3 Ubicación del proyecto

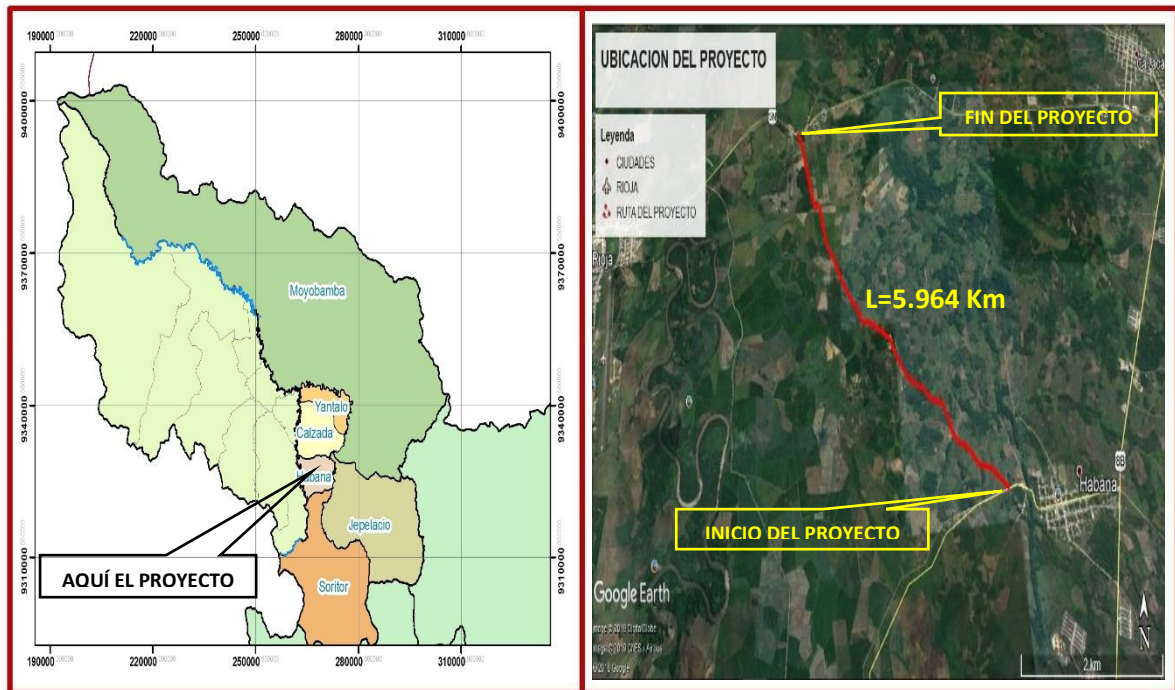
Esta Tesis se desarrolló en el espacio geográfico ubicado en:

- Región : San Martín  
 Departamento : San Martín  
 Distritos : Habana, Calzada  
 Sectores : San Juan de Tangumi, Santo Domingo



UBICACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE  
SAN  
MARTIN EN EL PERU

UBICACIÓN DE LA PROVINCIA DE MOYOBAMBA  
EN  
EL DPTO. DE SAN MARTIN



*Figura 1:* Ubicación del proyecto

## 1.4 Aspectos generales de la zona de estudio

### 1.4.1. Altitud

<b>Punto Inicial</b>	:	Habana (Plaza de Armas)
Altitud	:	834.00 msnm
Coordenadas UTM Norte	:	9327584.7090
Coordenadas UTM Este	:	267779.6820
<b>Punto Final</b>	:	San Juan de Tangumí (Emp. Carretera Fernando Belaunde Terry)
Altitud	:	814.00 msnm
Coordenadas UTM Norte	:	9330162.9620
Coordenadas UTM Este	:	262828.5000

### 1.4.2. Clima

El Distrito de Habana, posee un clima cálido, que abarca toda la extensión del valle de dicho Distrito. La temperatura promedio máximo de todos los meses es de los 33° Celsius y promedio mínimo de los 23° Celsius; las precipitaciones superan los 1200 mm. En el Valle de este Distrito se encuentran gran cantidad de plantas cultivables y útiles; como también una gran variedad de maderas que necesitan un alto porcentaje de calor y humedad.

### **1.4.3. Topografía y sismología**

#### **1.4.3.1. Topografía**

El área de estudio, tiene una topografía con pequeñas ondulaciones por las diferentes formaciones geológicas de la zona, gran parte del tramo es de topografía plana, ya que es una zona de terrenos agrícolas de cultivo de arroz.

#### **1.4.3.1. Sismología**

Según el Decreto Supremo N° 003 – 2016 - Vivienda, Decreto Supremo que modifica la norma técnica E.030 del RNE, la zona del proyecto se encuentra en la zonificación de peligro sísmico: **zona sísmica 3**.

### **1.5. Ubicación y accesibilidad**

#### **1.5.1 Ubicación**

El camino vecinal en estudio, forma parte de la red vial de la provincia de Moyobamba, específicamente del distrito de Moyobamba. El Área de Estudio, está conformado por un tramo con una longitud de 5.964 Km.

#### **1.5.2. Accesibilidad**

Para acceder al camino se tiene el siguiente acceso:

Se realiza en la intersección con la carretera asfaltada Fernando Belaúnde Terry, vía principal de comunicación nacional, tramo de carretera que conduce a Rioja, partiendo desde la ciudad de Moyobamba, desplazándonos 10.00km en dirección Norte hasta llegar al Km 473+800 , hasta ubicarnos en el punto de inicio de la vía en estudio (km. 00+000) ubicada en la intersección hacia **Santo Domingo** avanzando 2.0 km aprox. de distancia hasta la altura del cementerio, nos encontramos con el punto de inicio del tramo (**km 0+000**), una vez allí avanzando hasta llegar al Caserío **San Juan de Tangumí**, que es el punto final del tramo en estudio (**Km. 05+964**).

### **1.6. Características socio económicas**

La población beneficiada son gente de la ciudad, casi el 90% tiene acceso a los servicios de agua potable, desagüe y salud.

En términos generales la producción agropecuaria actual está orientada a la explotación de pequeñas extensiones de cultivos transitorios y permanentes, tales como: plátano, yuca, arroz, etc.; cuya producción está destinada en su mayor parte al autoconsumo. Por otro lado, la actividad pecuaria y piscicultura tiene carácter empresarial, circunscribiéndose básicamente a una crianza de ganado vacuno y porcino los cuales están aclimatados a la zona.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes, planteamiento, delimitación, formulación del problema a resolver**

##### **2.1.1 Antecedentes del problema**

Para poder desarrollar esta Tesis debemos de tener en cuenta los conocimientos adquiridos en las distintas asignaturas desarrolladas en pre grado como Topografía, Caminos I, Caminos II, Pavimentos y Mecánica de Suelos, la integración de estas Asignaturas nos dará como resultado el diseño del pavimento a nivel de afirmado del Proyecto en mención,

La Red Vial Nacional, Departamental, Vecinal y la infraestructura vial urbana del Perú, tiene especial importancia como base para el progreso y bienestar económico y social de los distritos, constituyéndose en integrador y facilitador del intercambio social, cultural y económico de los pueblos, asimismo facilita enormemente la implementación de otros proyectos en Salud, Educación, y Producción.

Las vías nacionales, departamentales, vecinales e infraestructura vial urbana entonces, son un valioso patrimonio nacional que se debe promover, cuidar y preservar mediante políticas adecuadas de gestión y mantenimiento adecuado y oportuno que permita una transitabilidad satisfactoria para los usuarios.

Se ha demostrado, que un apropiado diseño y mantenimiento de la red vial nacional, departamental, vecinal y urbana disminuye significativamente los costos de operación de los vehículos, reduce los tiempos de recorrido, mejora la comodidad para la circulación vehicular y aminora los accidentes de tráfico por causa del mal estado de la vía, todo lo cual facilita el acceso de los bienes producidos en las localidades apartadas hacia los centros consumidores y ayuda a expandir los servicios públicos de diferente índole en las zonas rurales.

Se ha encontrado, dentro del ámbito de la Región San Martín, la realización del Proyecto **Diseño del pavimento flexible del camino vecinal San Juan de Tangumi-Santo Domingo, en los distritos de Habana y Calzada, provincia de Moyobamba, región de San Martín.**



En el Departamento de San Martín, como en todas las regiones de nuestro territorio, uno de los grandes problemas que atrasa el desarrollo integral, es entre otros, principalmente la falta y la transitabilidad de las vías de comunicación, lo que impide el desarrollo de los pueblos.

El distrito de Moyobamba como el sector San Juan de Tangumi, por años han tratado de lograr su desarrollo Socio - Económico, y uno de los problemas que afrontan los pobladores de las mencionadas localidades, es la transitabilidad de la carretera de acceso que les permita comercializar sus productos agrícolas con los principales mercados de abastos de una forma rápida. Por lo tanto, es de vital importancia el mejoramiento de la carretera que integre los pueblos antes mencionados con la red vial principal Arq. Fernando Belaúnde Ferry, para que logren desarrollar sus objetivos socio - económicos ansiados y postergados.

### **2.1.2 Planteamiento del problema**

En la solución de los problemas sociales y económicos del País, y en particular para aumentar la calidad de vida de la población rural y urbana, así como para un mejor desarrollo en la comunicación entre el campo y la ciudad, y de esta manera propiciando que la población rural y urbana cuente con un sistema vial rápido, económico y seguro hacia los mercados de consumo a nivel nacional e internacional. Es por ello que, al mejorar una superficie de rodadura, trae mejores oportunidades para el desarrollo de un pueblo, ciudad y el país entero.

En la Región San Martín, es necesario un plan de mejoramiento de la red vial, tanto en las carreteras de carácter Nacional, así como las carreteras del sistema Departamental y Vecinal y de igual manera el sistema vial urbano, para que integren la unidad del país, de manera que los pueblos interconectados por carreteras puedan satisfacer sus necesidades de consumo, además de elevar el nivel social, cultural y económico de sus habitantes.

El problema que actualmente existe en las carreteras e infraestructura vial urbana es el deterioro continuo del pavimento, ya que esto se da por motivos de mal diseño o por problemas geológicos que puede tener la zona. Es por eso que debemos tener en cuenta la gran importancia que tienen los estudios de suelos, la geología, la geotecnia, la topografía, el índice de tránsito y el tipo de tráfico para un buen diseño estructural del pavimento.

El tramo de carretera existente entre la localidad de San Juan de Tangumi y el Santo Domingo, presenta en la actualidad problemas de transitabilidad; por el mal estado que se encuentra dicha víasolamente es transitable en época de verano, no permitiendo sacar sus productos a los mercados regionales y nacionales.

### **2.1.3 Delimitación del problema**

En el presente estudio del proyecto **diseño del pavimento flexible del camino vecinal San Juan de Tangumi - Santo Domingo, en los distritos de Habana y Calzada, provincia de Moyobamba, región de San Martín**, se limita a plantear una solución frente a los problemas de transporte, conservación, mejores condiciones de vida y mejoramiento del camino vecinal a nivel de afirmado, construcción del sistema de drenaje y colocación de señales de tránsito.

### **2.1.4 Formulación del problema a resolver**

Los pobladores de las localidades de San Juan Tangumi y Santo Domingo, del distrito de Habana y Calzada tienen la necesidad de contar con una vía de acceso rápida, que pueda integrarse con la carretera Fernando Belaunde Terry, y por ende con los principales mercados para comercializar sus productos y elevar cuantitativamente el comercio y el movimiento económico de la zona en estudio.

De manera que es necesario responder la siguiente interrogante: **¿En qué manera el diseño del pavimento flexible del camino vecinal San Juan de Tangumi-Santo Domingo, en los distritos de Habana y Calzada, provincia de Moyobamba, región de San Martín, será utilizado en la elaboración del estudio definitivo a nivel de afirmado y cuando se ejecute mejorará las condiciones socioeconómicas de la población de estas localidades y anexos?**

## **2.2.Objetivos**

### **2.2.1. Objetivo general.**

Realizar el diseño del pavimento flexible del camino vecinal San Juan de Tangumi-Santo Domingo, en los distritos de Habana y Calzada, provincia de Moyobamba, región de San Martín.

### **2.2.2. Objetivos específicos.**

Ejecutar los estudios de Topografía, Mecánica de Suelos, Canteras y Fuentes de Agua para el diseño del pavimento del tramo propuesto.

Elaborar el estudio de tráfico en el área del proyecto.

Diseñar el Pavimento flexible a nivel de afirmado por el Método AASTHO 93.

Diseñar las obras de arte de la vía.

Dotar a la vía de un buen sistema de señalización.

### **2.3. Justificación de la investigación**

La infraestructura vial existente se encuentra en pésimas condiciones, debido a la falta de una capa de afirmado, obviado en la etapa inicial de apertura del camino vecinal, y por las condiciones climatológicas adversas como son; las fuertes precipitaciones que se dan en la zona, así como también la acumulación de agua de lluvia en ciertos tramos, convierte esta carretera en intransitable en épocas de invierno, creando un ambiente inadecuado de traslado de los grandes volúmenes de producción hacia los mercados de consumo y su integración tanto regional como nacional.

En forma general, se puede afirmar que el camino vecinal San Juan de Tangumi-Santo Domingo, en los distritos de Habana y Calzada, provincia de Moyobamba, región de San Martín, se encuentra afectada en todo su Longitud, motivo por el cual la transitabilidad, resulta inadecuada, puesto que los costos de transporte y los tiempos de viaje aumentan, bajo las condiciones indicadas en el párrafo anterior. Asimismo, en algunas ocasiones originan un flujo vehicular restringido, lo que conlleva a que los productos de la zona no lleguen oportunamente al mercado, y la producción tienda a perderse, así como también se tiene la pérdida de horas hombre por los largos tiempos de viaje y por consiguiente la población referenciada presenta dificultad para acceder a servicios básicos como son: educación y salud.

Es de interés para la población que esta situación sea corregida o solucionada, demandando trabajos de Mejoramiento de su vía, con la finalidad de garantizar el flujo vehicular constante, durante todo el año y por consiguiente asegurar mejores ingresos económicos a sus familias.

Entendida así la trascendental importancia de las redes viales y dadas las condiciones socio - económicas actuales de las Localidades de San Juan de Tangumi y Santo Domingo debido a que entre otros factores no cuenta con una carretera de acceso rápida, que le permita lograr su desarrollo integral está debidamente Justificado la materialización del presente Proyecto de Tesis que va a ser utilizado en el estudio definitivo de dicho camino vecinal.

## **2.4. Delimitación de la investigación**

La investigación se limita a efectuar el **Diseño del pavimento flexible del camino vecinal San Juan de Tangumi-Santo Domingo, en los distritos de Habana y Calzada, provincia de Moyobamba, región de San Martín.**, lo que demanda encontrar todos los argumentos justificatorios tanto sociales, económicos y técnicos, que permiten tener un proyecto sustentable para que sea utilizado en el estudio definitivo de dicho camino vecinal.

## **2.5. Marco Teórico**

### **2.5.1 Antecedentes de la investigación**

**Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, ha elaborado el “Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito”, documento básico que proporciona la normativa a considerar para la elaboración del presente trabajo de tesis.

**Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, también ha elaborado las “Especificaciones Técnicas de Rehabilitación Mejoramiento y Mantenimiento de Caminos Vecinales”, documento que proporciona información referente al detalle de las especificaciones técnicas consideradas que se usan en el presente trabajo.

**Valle Rodas, Raúl** en su Texto de Carreteras, Calles y Aeropistas, nos presenta información sobre los principios generales de mecánica de suelos aplicados a la pavimentación, así como métodos de cálculo de pavimentos flexibles.

**Ríos Vargas, Caleb** en el año 2000, presentó un trabajo denominado: “Diseño Geométrico y Asfaltado de La Avenida Circunvalación - Tarapoto”, por el cual define el diseño de una vía, pero no elabora el Costo del Presupuesto.

**Cosavalente Vela, Nery**, en el año 2005, presentó un trabajo denominado “Asfaltado Jr. Alfonso Ugarte Tarapoto: Presupuesto y Programación, Tramo I: Km 0+000 - Km 1+122.683”.

**Ponce Torres, Juan** en el año 2010, presentó un trabajo denominado “Estudio definitivo a nivel de ejecución del Camino Vecinal Calzada - Sector Potrerillo Tramo: Km 0+000 - Km 2+920”.

**Bardales Bartra, Jorge Luis** en su tesis: Estudio Definitivo para el Mejoramiento del Camino Vecinal Tioyacu – La Victoria tramo: km 0 + 000 – km 4 + 520, nos indica los criterios para el diseño de pavimentos en una infraestructura.

## **2.5.2 Fundamentación teórica de la investigación**

### **2.5.2.1 Clasificación de carreteras**

#### **2.5.2.1.1 Según su función**

**Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)**, en el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, vías que conforman el mayor porcentaje del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), establece que “*por su función las carreteras se clasifican en:*

- a) Carreteras de la Red Vial Nacional.
- b) Carreteras de la Red Vial Departamental o Regional.
- c) Carreteras de la Red Vial Vecinal o Rural”.

#### **2.5.2.1.2 Según el servicio**

Asimismo, el **Ministerio de Transportes y Comunicaciones**, según norma establece que, a pesar que las Normas peruanas para Diseño de Carreteras no considera una subclasificación de los Caminos Vecinales, “la Oficina de Asesoría Técnica del Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha emitido el proyecto de Normas para el Diseño de Caminos Vecinales que complementa a las Normas Viales vigentes con el propósito de lograr un aprovechamiento más racional de las inversiones”.

A continuación, se detalla la subclasificación de los caminos vecinales y según la cual se considera al presente proyecto como un Camino Vecinal Tipo CV - 3

Camino CV - 1 tráfico de diseño con un IMD entre 100 y 200 veh/día.

Camino CV - 2 tráfico de diseño con un IMD entre 30 y 100 veh/día.

Camino CV - 3 tráfico de diseño con un IMD hasta 30 veh/día.

Trochas carrozables - Sin IMD definido”.

### **2.5.2.2 Derecho de vía**

#### **2.5.2.2.1 Ancho normal**

El **MTC**, establece que “La faja de dominio o derecho de vía, dentro de la que se encuentra la carretera y sus obras complementarias, se extenderá hasta 5.00 m más allá del borde de los cortes, del pie de los terraplenes o de borde más alejado de las obras de drenaje que eventualmente se construyen”.

#### **2.5.2.2.2 Ancho mínimo**

El **MTC** también precisa que “en zona Urbana el ancho necesario no será menor de 10.00 mts, es decir 5.00 mts. a cada lado del eje.

En zona de Cultivo el ancho requerido no será menor de 15 m.

En zona de Montaña el ancho requerido será de 20 m”.

### **2.5.2.3 Previsión de ensanche**

Asimismo, que “en zonas donde es frecuente el tránsito de animales de carga y ganado que no pueda ser desviado por caminos de herradura, se ampliará la faja de dominio en un ancho suficiente”.

### **2.5.2.4 Diseño geométrico**

#### **2.5.2.4.1 Distancia de visibilidad**

El MTC establece que “Distancia de visibilidad es la longitud continua hacia delante de la carretera que es visible al conductor del vehículo. En diseño, se consideran tres distancias: la de visibilidad suficiente para detener el vehículo; la necesaria para que un vehículo adelante a otro que viaja a velocidad inferior en el mismo sentido; y la distancia requerida para cruzar o ingresar a una carretera de mayor importancia”.

#### **2.5.2.4.2 Visibilidad de parada**

Para el MTC “Distancia de visibilidad de parada es la longitud mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad directriz, antes de que alcance un objeto que se encuentra en su trayectoria. Para efecto de la determinación de la visibilidad de parada se considera que el objetivo inmóvil tiene una altura de 0.60 m y que los ojos del conductor se ubican a 1.10 m por encima de la rasante de la carretera”.

#### **2.5.2.5 Elementos del diseño geométrico**

El Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, elaborado por el MTC, indica lo siguiente:

Los elementos que definen la geometría de la carretera son:

- a) La velocidad de diseño seleccionada.
- b) La distancia de visibilidad necesaria.
- c) La estabilidad de la plataforma de la carretera, de las superficies de rodadura, de puentes de obras de arte y de los taludes.
- d) La preservación del medio ambiente”.

#### **2.5.2.6 Alineamiento horizontal**

El Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (en adelante el Manual), elaborado por el MTC, indica lo siguiente:

### 2.5.2.6.1 Consideraciones para el alineamiento horizontal

El Manual establece que “el alineamiento horizontal deberá permitir la circulación ininterrumpida de los Vehículos, tratando de conservar la misma velocidad directriz en la mayor longitud de carretera que sea posible.

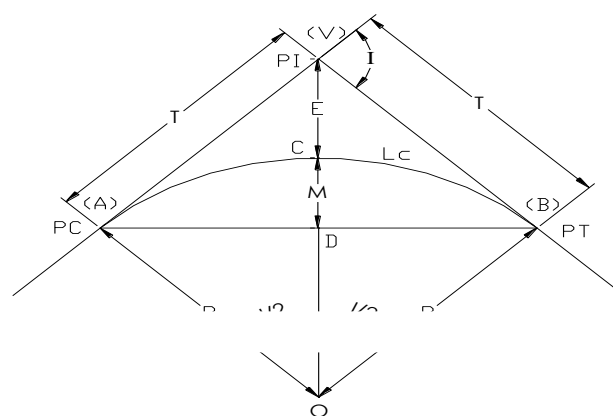
El alineamiento carretero se hará tan directo como sea conveniente adecuándose a las condiciones del relieve y minimizando dentro de lo razonable el número de cambios de dirección. El trazado en planta de un tramo carretero está compuesto de la adecuada sucesión de rectas (tangentes), curvas circulares y curvas de transición”.

### 2.5.2.6.2 Curvas horizontales

También el Manual indica que “el mínimo radio de curvatura es un valor límite que está dado en función del valor máximo del peralte y del factor máximo de fricción para una velocidad directriz determinada”. En la Tabla 3 se muestran los radios mínimos y los peraltes máximos elegibles para cada velocidad directriz.

“En el alineamiento horizontal de un tramo carretero diseñado para una velocidad directriz, un radio mínimo y un peralte máximo, como parámetros básicos, debe evitarse el empleo de curvas de radio mínimo”. En general, se tratará de usar curvas de radio amplio, reservando el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas.

**Elementos de curvas horizontales.** Los elementos de curvas horizontales que permiten su ubicación y trazo en el campo, son:



ELEMENTOS DE UNA CURVA SIMPLE

**Figura 2:** Elementos de una curva simple

**Tabla 1***Elementos de curvas simples.*

<b>Elemento</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Fórmula</b>
Tangente	T	$T = R \tan ( I / 2 )$
Longitud de curva	Lc	$Lc = \square RI / 180^\circ$
Cuerda	C	$C = 2 R \text{ Sen } ( I / 2 )$
Externa	E	$E = R [ \text{Sec } ( I / 2 ) - 1 ]$
Flecha	F	$f = R [ 1 - \text{Cos } ( I / 2 ) ]$

**Fuente:** Diseño Geométrico de Carreteras**2.5.2.6.3 El Peralte de la carretera**

El Manual, elaborado por el MTC, indica lo siguiente: Se denomina **peralte** a la sobre elevación de la parte exterior de un tramo de la carretera en curva con relación a la parte interior del mismo con el fin de contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga. Las curvas horizontales deben ser peraltadas.

El mínimo radio ( $R_{\min}$ ) de curvatura es un valor límite que está dado en función del valor máximo del peralte ( $e_{\max}$ ) y el factor máximo de fricción ( $f_{\max}$ ) seleccionados para una velocidad directriz ( $V$ ). El valor del radio mínimo puede ser calculado por la expresión:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127 (0.01 e_{\max} + f_{\max})}$$



**Tabla 2***Radio mínimos y peraltes máximos en curvas*

<b>Velocidad directriz (km/h)</b>	<b>Peralte máximo e(%)</b>	<b>Valor límite de fricción fmx</b>	<b>Calculado radio mínimo (m)</b>	<b>Redondeo radio mínimo (m)</b>
20	4.0	0.18	14.3	15
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150
20	6.0	0.18	13.1	15
30	6.0	0.17	30.8	30
40	6.0	0.17	54.7	55
50	6.0	0.16	89.4	90
60	6.0	0.15	134.9	135
20	8.0	0.18	12.1	10
30	8.0	0.17	28.3	30
40	8.0	0.17	50.4	50
50	8.0	0.16	82.00	80
60	8.0	0.15	123.2	125
20	10.0	0.18	11.2	10
30	10.0	0.17	26.2	25
40	10.0	0.17	46.6	45
50	10.0	0.16	75.7	75
60	10.0	0.15	113.3	115
20	12.0	0.18	10.5	10
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105

**Fuente:** Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

### **2.5.2.7 Alineamiento vertical**

#### **2.5.2.7.1 Consideraciones para el alineamiento vertical**

El Manual establece que “en el diseño vertical, el perfil longitudinal conforma la rasante, la misma que está constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos a los cuales dichas rectas son tangentes.

Para fines de proyecto, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, siendo positivas aquellas que implican un aumento de cota y negativas las que producen una pérdida de cota.

Las curvas verticales entre dos pendientes sucesivas permiten conformar una transición entre pendientes de distinta magnitud, eliminando el quiebre brusco de la rasante. El diseño de estas curvas asegurará distancias de visibilidad adecuadas.

El sistema de cotas del proyecto se referirá en lo posible al nivel medio del mar, para lo cual se enlazarán los puntos de referencia del estudio con los B.M. de nivelación del Instituto Geográfico Nacional.

A efectos de definir el perfil longitudinal, se considerarán como muy importantes las características funcionales de seguridad y comodidad que se deriven de la visibilidad disponible, de la deseable ausencia de pérdidas de trazado y de una transición gradual continua entre tramos con pendientes diferentes.

Para la definición del perfil longitudinal se adoptarán los siguientes criterios, salvo casos suficientemente justificados:

En carreteras de calzada única, el eje que define el perfil coincidirá con el eje central de la calzada.

Salvo casos especiales en terreno llano, la rasante estará por encima del terreno a fin de favorecer el drenaje.

En terreno ondulado, por razones de economía, la rasante se acomodará a las inflexiones del terreno, de acuerdo con los criterios de seguridad, visibilidad y estética.

En terreno montañoso y en terreno escarpado, también se acomodará la rasante al relieve del terreno evitando los tramos en contra pendiente cuando debe vencerse un desnivel considerable, ya que ello conduciría a un alargamiento innecesario del recorrido de la carretera.

Es deseable lograr una rasante compuesta por pendientes moderadas que presente variaciones graduales entre los alineamientos, de modo compatible con la categoría de la carretera y la topografía del terreno.

Los valores especificados para pendiente máxima y longitud crítica podrán emplearse en el trazado cuando resulte indispensable. El modo y oportunidad de la aplicación de las pendientes determinarán la calidad y apariencia de la carretera.

Rasantes de lomo quebrado (dos curvas verticales de mismo sentido, unidas por una alineación corta), deberán ser evitadas siempre que sea posible. En casos de curvas convexas, se generan largos sectores con visibilidad restringida y cuando son cóncavas, la visibilidad del conjunto resulta antiestética y se generan confusiones en la apreciación de las distancias y curvaturas”.

#### **2.5.2.8 Pendiente**

El Manual indica que “en los tramos en corte, se evitará preferiblemente el empleo de pendientes menores a 0.5%. Podrá hacerse uso de rasantes horizontales en los casos en

que las cunetas adyacentes puedan ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje y la calzada cuente con un bombeo igual o superior a 2%”.

### 2.5.2.9 Sección transversal

#### 2.5.2.9.1 Calzada

El Manual indica que “en el diseño de carreteras de muy bajo volumen de tráfico IMDA < 50, la calzada podrá estar dimensionada para un solo carril. En los demás casos, la calzada se dimensionará para dos carriles”.

En la Tabla 3, se indican los valores apropiados del ancho de la calzada en tramos rectos para cada velocidad directriz en relación al tráfico previsto y a la importancia de la carretera.

**Tabla 3**

*Ancho mínimo de calzada en tangente.*

Tráfico IMDA	<15	16 á 50	51 á 100	101 á 200
Velocidad Km/h	*	**	**	**
25	3.50	3.50	5.00	5.50
30	3.50	4.00	5.50	5.50
40	3.50	5.50	5.50	6.00
50	3.50	5.50	6.00	6.00
60		5.50	6.00	6.00

\* Calzada de un solo carril, con plazoleta de cruce y/o adelantamiento.

\*\* Carreteras con predominio de tráfico pesado.

**Fuente:** MTC: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

Asimismo, el Manual precisa que “en los tramos en recta, la sección transversal de la calzada presentará inclinaciones transversales (bombeo) desde el centro hacia cada uno de los bordes para facilitar el drenaje superficial y evitar el empozamiento del agua.

Las carreteras no pavimentadas estarán provistas de bombeo con valores entre 2% y 3%. En los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte. En las carreteras de bajo volumen de tránsito con IMDA inferior a 200 veh/día, se puede sustituir el bombeo por una inclinación transversal de la superficie de rodadura de 2.5% a 3% hacia uno de los lados de la calzada”.

Para determinar el ancho de la calzada en un tramo en curva, deberán considerarse las secciones indicadas en la tabla 3. Estarán provistas de sobre anchos, en los tramos en curva, de acuerdo a lo indicado en la Tabla 4.

**Tabla 4***Sobreancho de calzada (m)*

Velocidad directriz Km/h	Radio de curva (m)																
	10	15	20	30	40	50	60	80	100	125	150	200	300	400	500	750	1000
20	*	6.52	4.73	3.13	2.37	1.92	1.62	1.24	1.01	0.83	0.70	0.55	0.39	0.30	0.25	0.18	0.14
30			4.95	3.31	2.53	2.06	1.74	1.35	1.11	0.92	0.79	0.62	0.44	0.35	0.30	0.22	0.18
40					2.68	2.20	1.87	1.46	1.21	1.01	0.87	0.69	0.50	0.40	0.34	0.25	0.21
50								1.57	1.31	1.10	0.95	0.76	0.56	0.45	0.39	0.29	0.24
60									1.41	1.19	1.03	0.83	0.62	0.50	0.43	0.33	0.27

\* Para radio de 10 m se debe usar plantilla de la maniobra del vehículo de diseño

**Fuente:** MTC: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

### 2.5.2.9.2 Bermas

El Manual indica que “a cada lado de la calzada, se proveerán bermas con un ancho mínimo de 0.50 m. Este ancho deberá permanecer libre de todo obstáculo incluyendo señales y guardavías.

Cuando se coloque guardavías se construirá un sobre ancho de min. 0.50 m.

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 este 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.

La diferencia algebraica entre las pendientes transversales de la berma superior y la calzada será siempre igual o menor a 7%. Esto significa que cuando la inclinación del peralte es igual a 7%, la sección transversal de la berma será horizontal y cuando el peralte sea mayor a 7%, la berma superior quedará inclinada hacia la calzada con una inclinación igual a la inclinación del peralte menos 7%”.

### 2.5.2.9.3 Ancho de la plataforma

El ancho de la plataforma a rasante terminada resulta de la suma del ancho en calzada y del ancho de las bermas.

La plataforma a nivel de la subrasante tendrá un ancho necesario para recibir sobre ella la capa o capas integrantes del afirmado y la cuneta de drenaje.

### 2.5.2.9.3.1 Sobreancho

Según el Manual para Diseño Geométrico de Carreteras, “se define al Sobreancho, como el ancho adicional que se debe dar a la superficie de rodadura en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido, al contrarrestar la fuerza centrífuga que se genera en los vehículos”.

El sobreancho varía según el tipo de vehículo considerado, ya que es función de la distancia entre ejes del mismo. Para el tramo en estudio se ha tomado un valor de 6.00 mts., que corresponde a la distancia entre ejes de un camión, ya que este es el medio de transporte más utilizado en las zonas de cultivo.

El sobreancho se obtiene de la fórmula:

$$S = n \times \left( R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{Vd^2}{10\sqrt{R}} \quad \dots\dots (2)$$

**Donde:**

S = Sobreancho

n = Número de carriles

Vd = Velocidad Directriz

L = Distancia entre ejes del vehículo

R = Radio de la curva

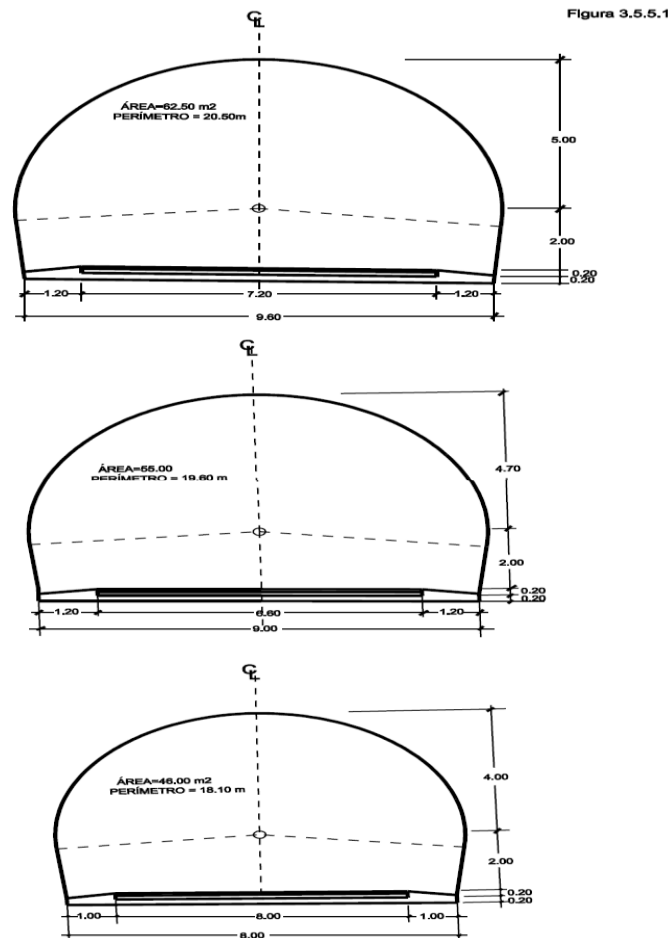
### 2.5.2.9.4 Plazoletas

El Manual establece que “en carreteras de un solo carril con dos sentidos de tránsito, se construirán ensanches en la plataforma, cada 500 m como mínimo para que puedan cruzarse los vehículos opuestos o adelantarse aquellos del mismo sentido.

La ubicación de las plazoletas se fijará de preferencia en los puntos que combinen mejor la visibilidad a lo largo de la carretera con la facilidad de ensanchar la plataforma”.

### 2.5.2.9.5 Dimensiones en los pasos inferiores

El Manual establece que “la altura libre deseable sobre la carretera será de por lo menos 5.00 m. En los túneles, la altura libre no será menor de 5.50. Ver figura 3 (figura 3.5.5.1). Cuando la carretera pasa debajo de una obra de arte vial, su sección transversal permanece inalterada y los estribos o pilares de la obra debajo de la cual pasa deben encontrarse fuera de las bermas o de las cunetas eventuales agregándose una sobre berma no menor a 0.50 (1.50 deseable)”.



**Figura 3:** Altura Libre en Túneles. (Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito)

#### 2.5.2.9.6 Taludes

Según el Manual “los taludes para las secciones en corte y relleno variarán de acuerdo a la estabilidad de los terrenos en que están practicados. Las alturas admisibles del talud y su inclinación se determinarán en lo posible, por medio de ensayos y cálculos o tomando en cuenta la experiencia del comportamiento de los taludes de corte ejecutados en rocas o suelos de naturaleza y características geotécnicas similares que se mantienen estables ante condiciones ambientales semejantes”.

Los valores de la inclinación de los taludes en corte y relleno serán de un modo referencial los indicados en la Tabla 7 y Tabla 8 respectivamente, como se indica:

**Tabla 5***Taludes de corte*

Clase de terreno	TALUD V:H		
	H < 5	5 < H < 10	H > 10
Roca fija	10 : 1	(*)	(**)
Roca suelta	6 : 1 - 4 : 1	(*)	(**)
Conglomerados comunes	4 : 1	(*)	(**)
Suelos consolidados compactos	4 : 1		
Tierra compacta	3 : 1	(*)	(**)
Tierra suelta	2 : 1 - 1 : 1	(*)	(**)
Arenas sueltas	1 : 1	(*)	(**)
Zonas blandas con abundante arcillas o zonas humedecidas	1 : 2	(*)	(**)
por filtraciones	hasta 1 : 3	(*)	(**)

(\*) Requiere banquetta o análisis de estabilidad

(\*\*) Requiere análisis de estabilidad

**Fuente:** MTC Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito**Tabla 6***Taludes de relleno*

Clase de terreno	Taludes de relleno		
	TALUD V:H		
	H < 5	5 < H < 10	H > 10
Enrocado	1 : 1	(*)	(**)
Suelos diversos compactados (mayoría de suelos)	1 : 1.5	(*)	(**)
Conglomerados comunes	1 : 2	(*)	(**)

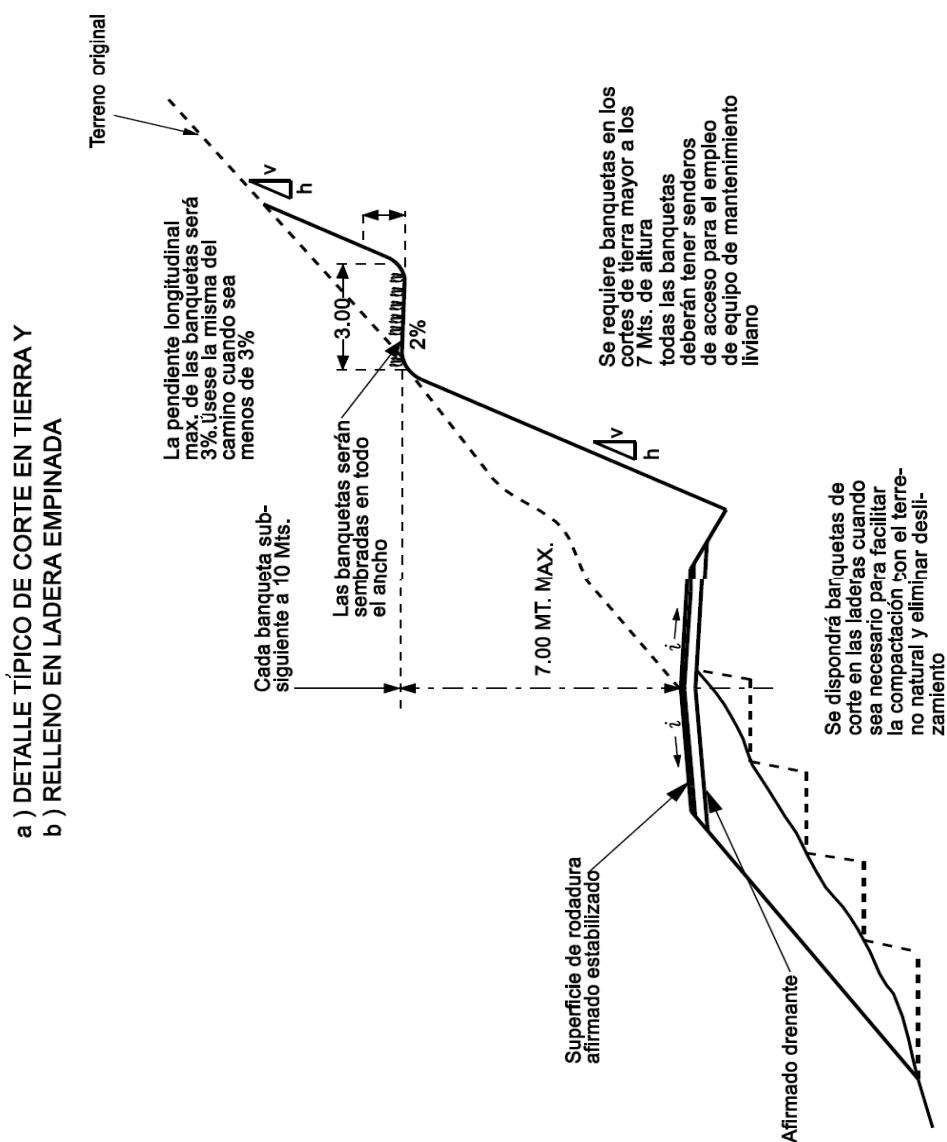
(\*) Requiere banquetta o análisis de estabilidad

(\*\*) Requiere análisis de estabilidad

**Fuente:** MTC Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito**2.5.2.9.7 Sección transversal típica**

Según el Manual en “la figura 4 ilustra una sección transversal típica de la carretera, a media ladera, que permite observar hacia el lado derecho la estabilización del talud de corte y hacia el lado izquierdo, el talud estable de relleno.

Ambos detalles por separado, grafican en el caso de presentarse en ambos lados, la situación denominada, en el primer caso carreteras en cortes cerrados y, en el segundo caso de carreteras en relleno”.



**Figura 4:** Sección Típica de una Carretera a Media Ladera (Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito)

### 2.5.2.10 Composición de tráfico

Según el Manual, “el método aproximado consiste en determinar un factor de composición de tráfico (M) basado en tres categorías de porcentajes de camiones (Bajo, Mediano y Alto) y tres categorías de rango probable de la distribución de ejes de carga (Liviano, Mediano y Pesado), de los camiones. Los valores del factor de composición de tráfico (M); están tabulados en el cuadro N° 03

Una vez estimado el factor M, el cálculo de N de ejes equivalentes a 18 kips, durante el



primer año y durante el periodo de diseño (en función de la tasa de crecimiento), se realiza en forma convencional”.

### 2.5.2.11 Capacidad portante del suelo de rasante

Para el Manual, “el suelo de rasante es la capa superficial de las explanaciones y sobre el que se construye la estructura del pavimento.

El diseño del espesor del pavimento se basa en el valor de la resistencia mecánica de este suelo. Las curvas de diseño mostrados en la Fig. SHNE-04 se basan en el indicador de la resistencia del suelo más difundido y que es el Valor Soporte de California o **C.B.R.** (California Bearing Ratio)”.

### 2.5.2.12 Especificaciones para material de lastrado

#### 2.5.2.12.1 Granulometría

Se podrán utilizar los usos granulométricos de los materiales a emplearse como lastrado, siendo estos los siguientes:

**Tabla 7**

*Granulometría para material de afirmado*

MALLA N°	A	B	C	D
2	100	100	--	--
1	--	75-95	100	100
3/8	30-65	40-75	50-85	60-100
4	25-55	30-60	35-65	50-85
10	15-40	20-45	25-50	40-70
40	8-20	15-30	15-30	25-45
200	2.8	5-15	5-15	8-15

**Fuente:** MTC (Especificaciones Técnicas de Rehabilitación Mejoramiento y Mantenimiento de Caminos Vecinales.)

Tendrá una tolerancia de:

6% máximo deberá retener la malla de 2”

40% máximo deberá pasar la malla de 4”

#### **Resultados:**

CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca = 45%

El valor calculado Indica que los materiales a usarse en la construcción del pavimento deberán tener un CBR al 100% de la Densidad Máxima del 65% como mínimo.

### 2.5.2.12.2 Requisito para el material de lastrado

En general, los materiales granulares que conforman las capas del pavimento lastrado deberán tener las siguientes características:

“El tamaño máximo del agregado debe tener entre 2” con el objetivo de facilitar el mantenimiento, aumentar la resistencia y la durabilidad de capa, así como para mejorar el rodamiento de los vehículos.

El porcentaje pasante del tamiz N<sup>o</sup> 200 debe de estar entre 10 y 25% según sea el tamaño máximo del agregado, con la finalidad de reducir la permeabilidad de la capa y disminuir la infiltración de agua de las capas inferiores.

Los finos en una capa granular de rodadura sin revestimiento deben poseer un índice de plasticidad adecuado ya que los finos plásticos sirven como material cementante y ligante de la matriz granular, aumentando la durabilidad de la capa y reduciendo la pérdida del material de rodadura.

La capa del pavimento afirmado estará constituida por gravas naturales sin triturar, mezclados con la cantidad necesaria de finos locales para satisfacer la granulometría y plasticidad requeridas. Estas mezclas deberán experimentarse valores de CBR mayores de 65%, para ensayos de laboratorio en muestras moldeados al 100% de la máxima densidad Próctor (AASHTO 1-180), y dentro de un rango de contenido de humedad del 3% así mismo las pérdidas observadas en los ensayos de abrasión en la Máquina de los Ángeles no deberán tener pérdida al desgaste mayores al 50%.

En cuanto a las consideraciones constructivas de compactación, la capa de pavimento deberá tener una densidad mayor o Igual al 95% de la densidad máxima obtenida según el ensayo Próctor Modificado (Norma AASHTO 1-1 80-D)”.

### 2.5.2.13 Estudio de pavimentos

**Método del Naasra:** Según **Ozroads**, señala que Naasra hoy Austroads “es el órgano principal en Australia para el transporte por carretera. Austroads produce los estándares de Australia para la construcción de carreteras y el diseño, así como directrices para la planificación urbana.

Una conferencia de la Commonwealth y Ministros de Estado de Transportes, en Melbourne en 1933 decidió que debía haber una conferencia anual de la autoridad estatal de carreteras ejecutivos. Como resultado, el Comisionado de NSW para Carreteras

principales instigó la Primera Conferencia Anual de Autoridades carretera estatal (COSRA) y escribió en su invitación que "sería una buena cosa para que nos reunamos los hombres carretera interesados en el desarrollo de nuestros estados y de transporte instalaciones, y hay muchos problemas que se cree podría tratarse mejor en forma conjunta.

La primera reunión COSRA tuvo lugar en Melbourne durante 3 días en febrero de 1934. El programa se ocupa de asuntos como la organización de la conferencia, las finanzas carreteras y la legislación, la coordinación de la investigación y la difusión de información, junto con una serie de cuestiones técnicas. El principal beneficio de COSRA es que se dio a las autoridades de carreteras del Estado la oportunidad de descubrir lo que otros estados estaban haciendo. En lugar de cada estado tratando de resolver los mismos problemas, podrían hacer una contribución independiente pero coordinada a la solución.

Hubo dos reuniones cada año, uno de los cuales los responsables de las autoridades de tráfico del estado asistieron y el otro que era una reunión de sus oficiales técnicos. Las reuniones técnicas abordan cuestiones de ingeniería y prácticas de política en detalle, ayudando a crear innovaciones que luego se convirtieron en algo común, como un método estándar para el uso de hitos o cuestiones más complejas como la carga de diseño de puentes.

En 1939, la conferencia fue pospuesta indefinidamente debido a la Segunda Guerra Mundial y no se reanudó hasta 1945.

Según el MTC después de la guerra, COSRA se reanudó y una de las cuestiones clave abordadas por la Conferencia fue la de señalamiento de la ruta. COSRA trabajó para elaborar un plan maestro para un esquema de la ruta nacional marcado en 1954, diseñado para producir un sistema de navegación que fue consistente a través de todo el país, independientemente de las fronteras estatales. La primera ruta que se firmó como un ensayo fue la Ruta Nacional 31 (Hume Highway) en 1954 y el plan fue ampliamente exitosa. Para mantener el sistema nacional, COSRA fue inculcado como la autoridad de coordinación - todas las propuestas de cambios en el sistema de la Ruta Nacional tenían que ser aprobados por COSRA. La Secretaría de COSRA lleva un registro de las rutas nacionales aprobadas, sin embargo, este registro parece haber sido destruidos o perdidos como parece que no puede recuperarlo.

El nombre de la conferencia fue cambiado a la Asociación Nacional de Autoridades Australia State Road '(NAASRA) en octubre de 1959 para reflejar su crecimiento en una organización, no sólo a una conferencia. En 1960 NAASRA creó la Junta de Investigación del Camino australiano (ARRB) para coordinar mejor y fomentar la investigación en todos los aspectos de la carretera de decisiones, la planificación y la gestión.

NAASRA continuó en COSRA dejó en la coordinación de los sistemas de señalización de ruta a través de Australia. Se establecieron directrices para garantizar la uniformidad en la señalización del sistema nacional de ruta y directrices desarrolladas para el establecimiento de un sistema de marcado de la ruta estatal”.

Tomando en consideración los criterios precedentes, los resultados de los ensayos de laboratorio, las observaciones de campo la experiencia acumulada en estudios anteriores para el análisis del CBR de la subrasante se tomará un CBR Promedio de 3.33 % diseño.

#### **2.5.2.14 Diseño estructural**

En el diseño de un pavimento moderno, es de primera importancia evaluar las cantidades y los pesos de las cargas por eje supuestos a aplicarse al pavimento durante un período de tiempo dado. Las investigaciones nos muestran que el efecto sobre el comportamiento del pavimento, de una carga por eje de mayor, puede representarse por una cantidad equivalente a 8.2 Tn de aplicación de carga por eje simple.

Como referencia del cálculo se presenta la tabla siguiente, para períodos de 5 y 10 años

**Tabla 8***Estudio de IMDA*

IMDA (total ambos sentidos)	Veh. Pesados (carril de diseño)	5 años (carril de diseño)		10 años (carril de diseño)	
		N°	N°	N°	N°
		Repeticiones EE 8.2 tn	Repeticiones EE 8.2 tn	Repeticiones EE 8.2 tn	Repeticiones EE 8.2 tn
10	3	13,565	1.36E+04	15,725	1.57E+04
20	6	27,130	2.71E+04	31,451	3.15E+04
30	9	40,695	4.07E+04	47,176	4.72E+04
40	12	56,197	5.62E+04	65,148	6.51E+04
50	15	67,824	6.78E+04	78,627	7.86E+04
60	17	75,576	7.56E+04	87,613	8.76E+04
70	20	96,892	9.69E+04	112,324	1.12E+05
80	23	104,643	1.05E+05	121,310	1.21E+05
90	26	122,084	1.22E+05	141,528	1.42E+05
100	28	131,773	1.32E+05	152,761	1.53E+05
110	31	147,275	1.47E+05	170,733	1.71E+05
120	34	160,840	1.61E+05	186,458	1.86E+05
130	37	172,467	1.72E+05	199,937	2.00E+05
140	40	187,970	1.88E+05	217,909	2.18E+05
150	43	203,473	2.03E+05	235,881	2.36E+05
160	45	209,286	2.09E+05	242,620	2.43E+05
170	48	226,727	2.27E+05	262,838	2.63E+05
180	51	236,416	2.36E+05	274,071	2.74E+05
190	54	253,856	2.54E+05	294,289	2.94E+05
200	56	265,483	2.65E+05	307,768	3.08E+05
250	71	335,245	3.35E+05	388,641	3.89E+05
300	84	399,194	3.99E+05	462,775	4.63E+05
350	99	468,956	4.69E+05	543,648	5.44E+05
400	112	529,029	5.29E+05	613,289	6.13E+05

**Fuente:** Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito

Interpolando del cuadro anterior se obtiene: **Nrep de EE<sub>8.2 Tn</sub> = 7.46 x 10<sup>4</sup>**

### 2.5.2.15 Tipos de tránsito

Según el autor del Libro Carretera, Calles y Aeropistas del Ing. Raúl Valles Rodas:

Los diferentes tipos de tránsito que se considera para el método de espesores de afirmado son los siguientes:

**Tránsito Ligero (Liviano):** Es aquel que tiene un tránsito comercial menor de 50 camiones y autobuses diarios.

**Tránsito Mediano:** Aquel cuyo tránsito comercial está comprendido entre 50 y 300 camiones y autobuses diarios.

**Tránsito Pesado:** Aquel que tiene un tránsito comercial mayor de 300 camiones y autobuses diarios.

En todo el caso que se vienen de describir, se supone que un máximo del 15% de vehículos, tiene una carga por rueda de 9,000 las. (5.364 Kilogramos).

**Tabla 9**

*La clase de tráfico que circula por el tramo en estudio*

CLASE	T0	T1	T2	T3
IMDA (Total vehículos ambos sentidos)	< 15	16 - 50	51 - 100	101 - 200
Vehículos pesados (carril de diseño)	< 6	6 - 15	16 - 28	29 - 56
Nº Rep. EE (carril de diseño)	< 2.5x10 <sup>4</sup>	2.6x10 <sup>4</sup> - 7.8x10 <sup>4</sup>	7.9x10 <sup>4</sup> - 1.5x10 <sup>5</sup>	1.6x10 <sup>5</sup> - 3.1x10 <sup>5</sup>

**Fuente:** Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

Para el dimensionamiento de los espesores de la capa de grava o afirmado, se desarrolló el método de NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities (hoy AUSTROADS)).

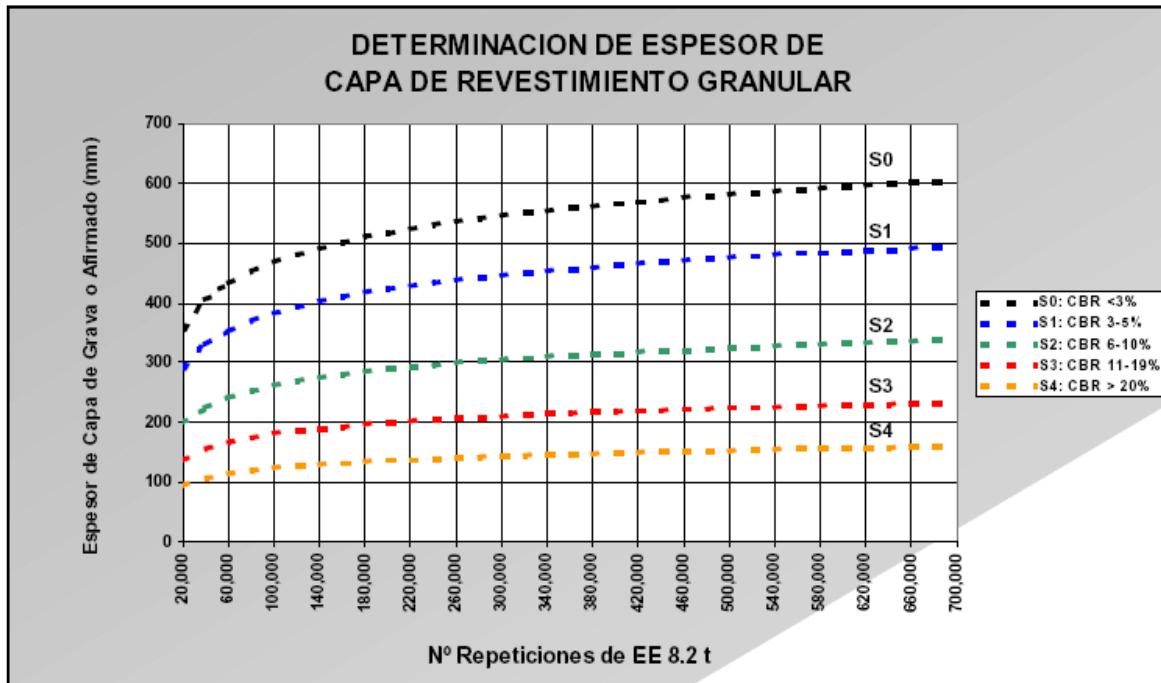
#### Método NAASRA

Basada en la ecuación empírica que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado expresado en Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes:

$$e = \left[ 219 - 211 * (\log_{10} CBR) + 58 * (\log_{10} CBR)^2 \right] * \log_{10} * (N_{rep} / 120)$$

**Dónde:**

- e = Espesor de la capa de afirmado en mm.  
 CBR = Valor del CBR de la subrasante.  
 Nrep = Número de repeticiones de EE para el carril de Diseño



**Figura 5:** Determinación de espesor (Fuente: Elaboración en base a la ecuación de diseño del método Naasra)

Para los tráficos tipo T2, T3 y T4 el espesor total determinado, está compuesto por dos capas: una capa superficial que es una grava estabilizada con finos ligantes y una capa inferior de grava drenante, cuya diferencia depende del tamaño máximo de los agregados y el porcentaje de material fino o arcilla.

En todo caso se podrá optimizar las secciones de pavimento propuestas, para lo cual se analizará las condiciones de la subrasante, la calidad de los materiales de las canteras, la demanda específica de tráfico en el tramo y se determinarán los espesores necesarios de la nueva estructura del pavimento; en caso, de que el tramo tenga una capa de afirmado, se aprovechará el aporte estructural de la capa existente, solo se colocará el espesor de afirmado necesario o el mínimo constructivo (100mm) para completar el espesor obtenido según la metodología de diseño adoptada.

Según la gráfica del método, para determinar el espesor de la capa granular de rodadura, se deberá conocer la capacidad soporte del suelo (C.B.R.) del terreno de fundación, la intensidad del tráfico, en número de ejes equivalentes al eje estándar de 18,000 libras de carga, en el periodo de diseño y la calidad de material a emplear como capa granular.

**Calculo de Esal:** Según **Cuevadelcivil.Com** “se utiliza para determinar el efecto destructivo, dependiendo de las cargas y tipo de ejes de los vehículos.

Es la cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips (8,16 t = 80 kN) para un periodo determinado, utilizamos esta carga equivalente por efectos de cálculo ya que el transito está compuesto por vehículos de diferente peso y numero de ejes.

Los ejes equivalentes se los denominara ESAL’s (equivalent simple axial load – sencilla carga axial equivalente)”.

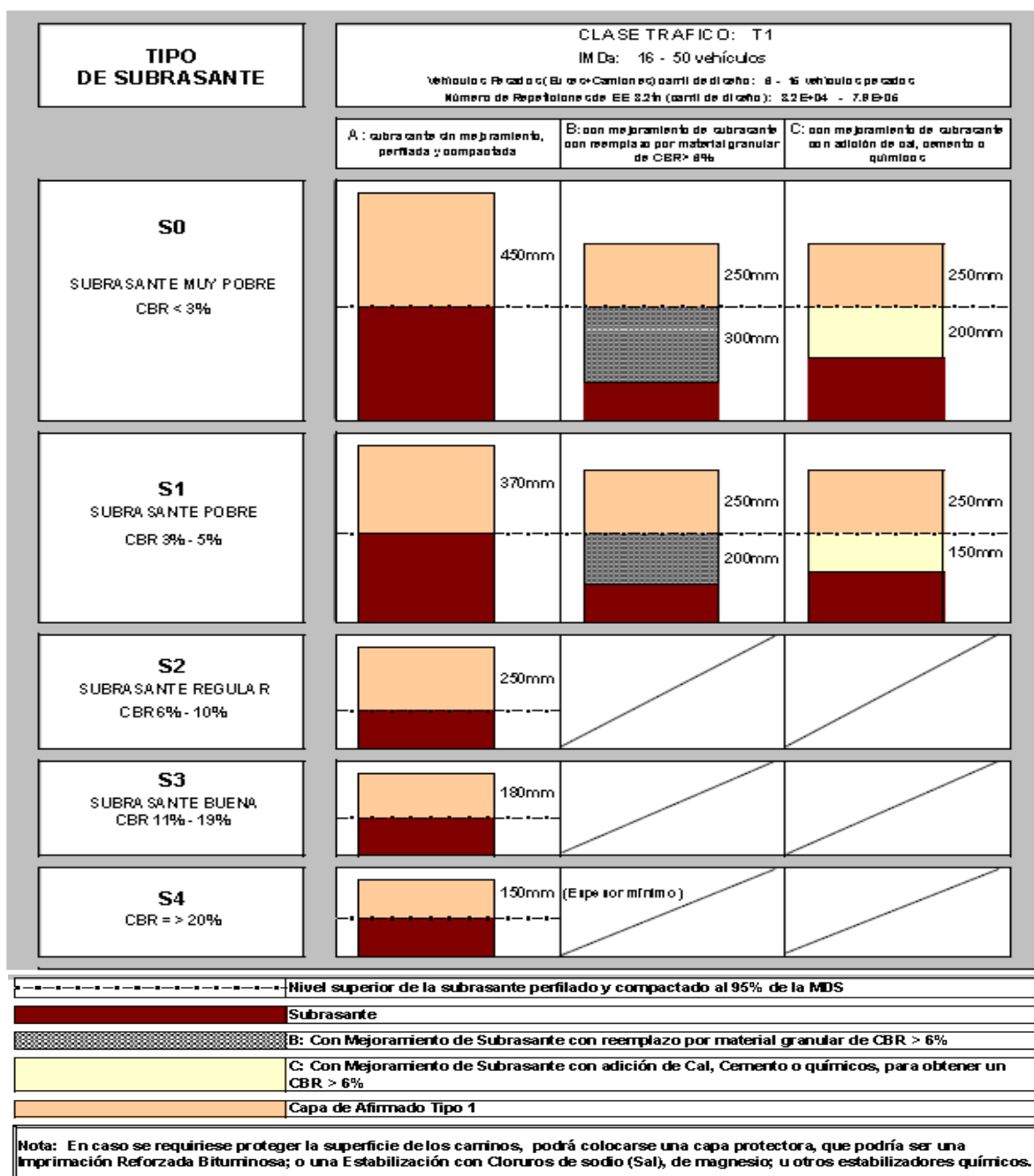


Figura 6: Catálogo de capas de revestimiento granular



### 2.5.3 Marco conceptual: Definición de términos básicos

El Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, elaborado por el MTC, define lo siguiente:

**Sistema Nacional.** - Que corresponde a la red de carreteras de interés Nacional y que une los puntos principales de la Nación con sus Puertos y Fronteras.

**Sistema Departamental.** - Compuesto Por aquellas carreteras que constituyen la red vial circunscripta a la zona de un Departamento.

**Sistema Vecinal.** - Es el conformado por aquellas carreteras de carácter local y que une las aldeas y pequeñas Poblaciones entre sí.

**Carreteras Duales.** - Para IMD mayor de 4,000 Veh. /día, consisten en carreteras de calzadas separadas

**Carreteras de 1° Clase.** - Para IMD comprendido entre 2,000 y 4,000 Veh/día

**Carreteras de 2° Clase.** - Para IMD comprendido entre 400 y 2,000 Veh/día.

**Carreteras de 3° Clase.** - Para IMD hasta 400 Veh. /día

**Trocha Carrozable.** - No identifica IMD, constituye una clasificación aparte, pudiéndosele definir como aquellos caminos a los que les falta requisitos para poder ser clasificados en tercera clase.

**Visibilidad de Parada.** - Es la mínima requerida para que se detenga un vehículo a una velocidad directriz.

**Pendiente.** - Cuesta o declive de un terreno, Angulo que forma un plano o línea con los horizontes.

**Alcantarilla.** - Paso bajo conducto para circular las aguas, acueducto subterráneo para recoger las aguas.

**Cantera.** - Sitio al aire libre o subterráneo de donde se extrae agregados grueso o fino otros materiales para la construcción.

**Cubicación de Tierras.** - En base a las secciones transversales se procede al areado de las mismas, separando las áreas de corte, de relleno y de muro. Luego se realiza la cubicación de tierras mediante el método de volúmenes mixtos.

### 2.5.4 Marco histórico

Sabemos que las vías de comunicación terrestre son requisitos indispensables para la realización de las principales actividades humanas y para el desarrollo de los pueblos. En ese sentido, el desarrollo de una nación depende en gran medida de la extensión y el estado de su red vial. En efecto, los caminos y carreteras condicionan a la capacidad y

velocidad de movilización de personas y carga, que repercuten directamente en el progreso social, político y social.

En el Departamento de San Martín, como en todas las regiones de nuestro territorio, uno de los grandes problemas que atrasa el desarrollo integral, es entre otros, la falta y la intransitabilidad de las vías de comunicación. El tramo del Camino Vecinal Gobernador – Santa Catalina (L= 13+000 km), en el Distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba, Región San Martín presenta en la actualidad los problemas que generan atraso, que dan origen a que los pobladores de las localidades de Gobernador y Santa Catalina, tengan la necesidad urgente de contar con una vía de acceso rápida, que pueda integrarse con la carretera Arq. Fernando Belaunde Terry, y por ende con los principales mercados para comercializar sus productos y elevar cuantitativamente el comercio y el movimiento económico de la zona en estudio.

Este proyecto ha sido largamente acariciado por los pobladores de las distintas localidades que se encuentra en el tramo en estudio. Desde mi punto de vista, considero que a fin de extender nuestro accionar social desde la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de nuestra Universidad Nacional de San Martín hoy estamos tomando acciones en la línea de lograr un proyecto que permita elaborar el expediente técnico correspondiente y por ende buscar el financiamiento para atender esta necesidad de dichas localidades.

## **2.6 Hipótesis**

La ejecución del **Diseño del pavimento flexible del camino vecinal San Juan de Tangumi-Santo Domingo, en los distritos de Habana y Calzada, provincia de Moyobamba, región de San Martín.**, a nivel de afirmado, nos permitirá elaborar el Expediente Técnico y por ende buscar el financiamiento correspondiente para atender la necesidad de los pobladores del lugar.

# CAPÍTULO III

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 Materiales

Para el presente trabajo se ha hecho uso de lo siguiente:

#### 3.1.1 Recursos humanos

Tesista

Asesor

Técnico de Laboratorio de Mecánica de Suelos

Digitador

Ayudantes

#### 3.1.2 Recursos materiales y servicios

Ensayos de Laboratorio

Material bibliográfico

Material de escritorio

Movilidad y viáticos

#### 3.1.3 Recursos de equipos

01 Computadora

01 Estación Total, marca TOPCON, modelo GPT-3005 LW, completos.

01 Nivel Topográfico, marca TOPCON, modelo AT-G7, Completos.

02 GPS GARMIN.

01 computador portátil.

01 Plotter

### 3.2 Metodología de la investigación

#### 3.2.1 Universo y/o Muestra

**Universo:** Carreteras y Caminos de la Región San Martín

**Población:** Carreteras y Caminos de la provincia de Moyobamba.

**Muestra:** Camino Vecinal San Juan de Tangumi, Santo Domingo.

#### 3.2.2 Sistema de variables

Para probar la Hipótesis planteada, será necesario obtener los siguientes datos:

**Variable independiente:**

Estudio Topográfico.

Estudio de Mecánica de Suelos.

Estudio de Tráfico.

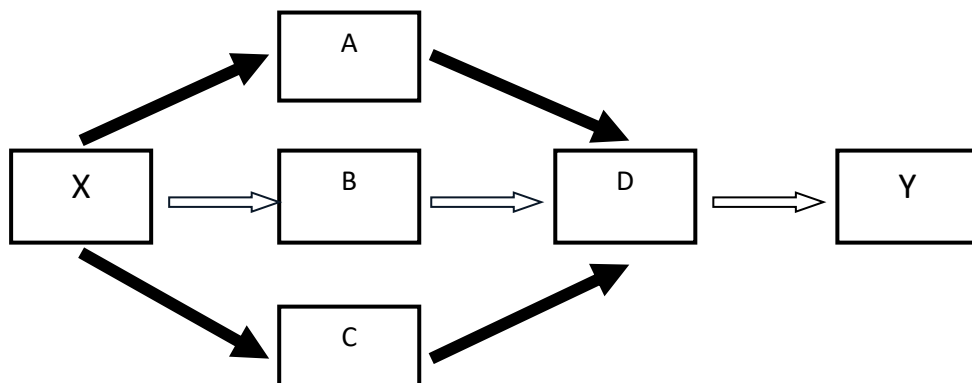
**Variables dependientes:**

**Diseño del pavimento flexible del camino vecinal San Juan de Tangumi-Santo Domingo**

**3.2.3 Tipos y Nivel de la investigación**

**Tipo:** Investigación aplicada

**Nivel:** Básico

**3.2.3.1 Diseño del método de la investigación**

**X:** Situación inicial problematizada que requiere la intervención de estudio.

A: Estudio Topográfico.

B: Estudio de Mecánica de Suelos.

C: Estudio de Tráfico.

D: Estudios de compatibilidad de procesos y alternativas que respaldan la toma de decisión para definir la alternativa de solución.

**Y:** Resultado de la intervención que presenta la alternativa de solución del diseño del pavimento flexible a nivel de afirmado.

### **3.2.4 Diseño de instrumentos**

El levantamiento topográfico del camino vecinal será utilizado en la elaboración de los planos de planta, perfil y secciones del tramo en estudio.

#### **3.2.4.1 Fuentes técnicas e instrumentos de selección de datos**

Se utilizará Bibliografía Variada y adecuada para la Investigación, las cuáles se detallan en el marco teórico y en las referencias bibliográficas.

### **3.2.5. Procesamiento de la información**

Los Procesamientos y presentación de Datos se realizará de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas de Diseño de Carreteras, y utilizando cálculos estadísticos adecuados con la finalidad de obtener resultados satisfactorios.

Con respecto al estudio de suelos realizado se utilizará el CBR en el diseño del espesor del pavimento y la calidad del agregado en la conformación de la subrasante y afirmado, los cuales se presentan en los diferentes anexos del presente estudio.

### **3.2.6 Análisis e interpretación de datos y resultados**

El análisis se hará a través del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito”, aprobado con Resolución Ministerial N\* 303-2008-MTC/02 del 04/04/2008, así como la interpretación de los distintos ensayos a realizarse, se utilizará las Normas ASTM.

**Método del Naasra:** Según **Ozroads** , señala que Naasra hoy Austroads “es el órgano principal en Australia para el transporte por carretera. Austroads produce los estándares de Australia para la construcción de carreteras y el diseño, así como directrices para la planificación urbana.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADO Y DISCUSIÓN**

#### **4.1 Estudios de topografía.**

La localización de una ruta entre dos puntos, uno inicial y otro terminal, establecidos como condición previa, implica encontrar una franja de terreno cuyas características topográficas y factibilidad de uso, permita asentar en ella una carretera de condiciones operativas previamente determinadas.

La localización empieza, con la determinación de un trazado tentativo mediante la señalización de una línea de banderas a través del terreno, cuando éste es de topografía plana u ondulada y de una línea de gradiente, cuando el terreno es accidentado o escarpado, en este caso, el trazo resulta controlado por las inclinaciones del terreno, Manual de Diseño (CBVT-2008).

El plano topográfico es la representación gráfica del terreno, de sus accidentes, del sistema hidrográfico, de las instalaciones y edificaciones existentes, puestas por el hombre. El relevamiento topográfico muestra las distancias horizontales y las diferentes cotas de los elementos representados en el plano mediante curvas de nivel a escalas de adecuadas, para la interpretación del plano por el ingeniero proyectista y para la adecuada representación de la carretera y de las diversas estructuras que lo componen.

##### **4.1.1. Objetivo**

El objetivo del Estudio de Topografía ha sido elaborar la representación gráfica del terreno, de sus accidentes, del sistema hidrográfico, de las instalaciones y edificaciones existentes, puestas por el hombre. Esta información es de vital importancia para el desarrollo del Diseño Geométrico.

Asimismo, replantear en lo posible el trazo desarrollado en la etapa del Estudio de Factibilidad, y ejecutar en esta etapa las variantes necesarias del alineamiento del eje, tal que permita la optimización de las inversiones considerando además la seguridad y serviciabilidad, teniendo como marco de referencia la normatividad actual.

##### **4.1.2 Metodología de trabajo**

Para elaborar la metodología de trabajo se ha considerado el objetivo del presente estudio, estableciéndose los siguientes pasos:

Recopilación de información  
Evaluación de área del proyecto.  
Trabajo de campo – primera etapa.  
Control planimétrico  
Control altimétrico  
Trazado de poligonal de apoyo  
Levantamiento topográfico de franja.  
Trabajo de gabinete.  
Trazado de alineamiento horizontal.  
Trazado de Alineamiento Vertical.  
Secciones transversales.  
Trabajo de campo – segunda etapa  
Replanteo de alineamiento horizontal  
Levantamientos especiales: Quebradas, canteras, botaderos, etc.

#### **4.1.3. Recopilación de información**

Consiste en la obtención de todo tipo de información, de fuentes confiables, que aporte directa e indirectamente para la elección de los parámetros.

Para el presente estudio se ha considerado:

Informe de estudios anteriores, etapa del estudio de factibilidad.

Cartas Nacionales de la zona.

Revisión de la información obtenida en el estudio de tráfico, tipos de suelos, características geotécnicas, hidrología del área, etc.

#### **4.1.4. Evaluación de área del proyecto**

Comprende en establecer conclusiones en base a la información recopilada, así como el reconocimiento de campo considerando el objetivo del proyecto a y la normatividad actual.

#### **4.1.5. Clasificación de la carretera y tipo de obra**

Entre los parámetros básicos que rigen el diseño de la geometría de una vía se tienen:

Clase

Orografía del terreno

Tipo

**Clase**

El índice medio diario es uno de los parámetros a tomar en cuenta para determinar la clase de la carretera.

Del Estudio de Tráfico se ha obtenido el Índices Medio Diario para los Tramos del Camino Vecinal, así como sus proyecciones.

Con los datos proporcionados por el Estudio de Tráfico y la Tabla de Clasificación de Carreteras en el Perú, según el Manual de Diseño Geométrico DG-2013 del MTC, Sección 101: Clasificación de acuerdo a la demanda, corresponde a una carretera de **Tercera Clase**.

Considerando que se trata de una vía vecinal Según el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (CBVT-2008), corresponde a una vía **Clase T2**.

**Tipo de obra**

Corresponde al Mejoramiento del Camino Vecinal, utilizando una solución básica, es decir la capa de Afirmado, estará protegida por un Cape Seal como superficie de rodadura, consistente en un Tratamiento Superficial Simple y un mortero asfáltico como acabado.

**Velocidad directriz**

La velocidad de diseño condiciona todas las características ligadas a la seguridad de tránsito, por tanto, el alineamiento horizontal y vertical, distancia de visibilidad y peralte, variarán apreciablemente con la velocidad directriz. En ese sentido, considerando la Clase de Carretera y Orografía del Terreno, se determinó la Velocidad Directriz para el proyecto en 30 Km/h.

**Velocidad directriz para todo el proyecto: 30 Km./Hr.**



**Tabla 10***Poblados, accesos y desvíos*

<b>Descripción</b>	<b>Progresiva</b>
<b>Tramo I: Gobernador – Santa Catalina</b>	
Acceso A Gobernador	5+051.00
Acceso A Zapote	7+184.50
Cruce Pto. Los Ángeles - Los Ángeles	8+833.30
Acceso Puerto Guillermo	11+810.00
Acceso A El Milagros	11+879.00
Acceso A Nueva Sullana	15+133.00
Acceso A Nuevo Piura	15+720.88
Acceso A Ochame	16+690.00
Santa Catalina	17+700.00

**Fuente:** Elaboración propia.**Tabla 11***Coordenadas de los PI del poligonal tramo: Gobernador – Santa Catalina – Acceso Puente Motilones*

Nº	Sent.	Delta	P.I.	Norte	Este
0			0 + 000.000	9345864.000	269707.330
1	D	10°27'30"	0 + 072.250	9345932.231	269731.091
2	I	10°19'40"	0 + 131.130	9345983.450	269760.258
3	I	32°13'30"	0 + 247.680	9346093.484	269798.858
4	D	53°59'00"	0 + 338.250	9346182.516	269778.477
5	I	6°36'10"	0 + 365.500	9346204.497	269797.644
6	D	5°28'20"	0 + 506.100	9346320.413	269877.271
7	D	34°53'50"	0 + 553.080	9346356.440	269907.458
8	I	11°02'30"	0 + 609.770	9346371.454	269962.934
9	D	7°04'40"	0 + 678.200	9346401.683	270024.406
10	D	56°07'20"	0 + 777.320	9346434.140	270118.095
11	I	2°27'20"	0 + 879.650	9346371.231	270201.533

12	I	8°52'10"	0 + 945.800	9346333.706	270256.013
13	I	19°54'30"	0 + 998.850	9346310.682	270303.875
14	D	27°28'10"	1 + 075.010	9346302.986	270379.894
15	D	12°56'50"	1 + 127.720	9346273.775	270424.446
16	I	14°48'40"	1 + 302.800	9346147.345	270545.699
17	I	6°35'20"	1 + 437.800	9346076.960	270661.068
18	I	20°42'50"	1 + 517.400	9346043.564	270733.351
19	D	22°51'30"	1 + 578.650	9346039.184	270794.684
20	D	17°20'20"	1 + 615.680	9346022.260	270827.983
21	I	24°24'30"	1 + 693.070	9345968.098	270883.522
22	D	21°03'30"	1 + 757.060	9345946.212	270944.071
23	I	9°13'10"	1 + 824.200	9345902.005	270995.049
24	D	7°19'40"	1 + 891.400	9345866.645	271052.275
25	I	80°20'30"	2 + 101.500	9345734.290	271215.490
26	D	70°33'40"	2 + 166.860	9345782.152	271269.965
27	D	8°16'30"	2 + 237.000	9345745.627	271335.160
28	I	40°53'10"	2 + 638.620	9345500.925	271653.672
29	D	75°48'10"	2 + 707.950	9345505.054	271724.157
30	I	62°51'50"	2 + 776.550	9345434.069	271746.606
31	I	7°43'10"	2 + 989.900	9345398.016	271960.062
32	D	44°15'00"	3 + 049.350	9345396.078	272019.517
33	I	3°20'20"	3 + 143.100	9345327.624	272085.352
34	I	7°55'00"	3 + 221.850	9345274.136	272143.159
35	I	21°28'10"	3 + 354.950	9345198.031	272252.408
36	D	26°54'40"	3 + 513.950	9345161.142	272407.344
37	D	21°21'00"	3 + 552.400	9345135.986	272437.004
38	D	4°33'20"	3 + 627.300	9345069.759	272472.733
39	I	48°18'30"	3 + 775.330	9344934.285	272532.459
40	D	58°55'40"	3 + 839.200	9344914.158	272594.772
41	I	5°36'50"	3 + 883.200	9344868.354	272605.491
42	D	24°47'50"	4 + 019.150	9344739.631	272649.276
43	I	36°24'00"	4 + 095.530	9344663.260	272641.233
44	I	16°05'30"	4 + 179.800	9344589.799	272684.313
45	I	26°21'50"	4 + 263.750	9344531.888	272745.296
46	I	14°10'30"	4 + 372.130	9344499.771	272849.328

47	D	14°15'50"	4 + 395.261	9344498.563	272872.529
48	I	10°36'10"	4 + 419.940	9344491.216	272896.198
49	I	10°22'40"	4 + 673.040	9344461.933	273147.662
50	D	32°25'50"	4 + 714.280	9344464.624	273188.884
51	D	9°47'00"	4 + 764.840	9344439.973	273233.919
52	D	5°19'10"	4 + 856.750	9344382.749	273305.916
53	D	6°06'10"	4 + 952.180	9344316.686	273374.811
54	I	48°30'30"	5 + 017.910	9344266.392	273417.161
55	D	65°22'10"	5 + 104.200	9344264.230	273506.149
56	I	22°54'20"	5 + 142.450	9344223.198	273523.768
57	I	60°59'50"	5 + 212.830	9344174.211	273574.752
58	I	3°52'40"	5 + 342.400	9344213.401	273701.818
59	D	6°49'30"	5 + 412.500	9344238.548	273767.263
60	D	17°39'00"	5 + 506.350	9344261.567	273858.275
61	I	17°46'00"	5 + 562.500	9344258.170	273914.520
62	D	2°40'50"	5 + 666.600	9344283.951	274015.584
63	D	35°51'20"	5 + 848.350	9344320.591	274193.607
64	D	14°37'00"	5 + 962.620	9344273.267	274298.783
65	D	10°11'30"	6 + 112.100	9344179.429	274415.318
66	I	15°51'20"	6 + 172.730	9344133.605	274455.105
67	I	13°50'50"	6 + 249.300	9344091.585	274519.371
68	D	8°20'50"	6 + 315.060	9344069.777	274581.535
69	D	18°22'00"	6 + 444.680	9344009.550	274696.356
70	I	17°12'50"	6 + 560.540	9343925.985	274776.928
71	D	11°44'10"	6 + 658.500	9343878.668	274862.885
72	D	13°33'50"	6 + 719.980	9343838.629	274909.654
73	I	14°48'40"	6 + 793.090	9343779.294	274952.557
74	I	9°17'20"	6 + 849.640	9343743.369	274996.417
75	D	16°58'50"	7 + 004.860	9343665.659	275130.845
76	I	12°58'50"	7 + 232.450	9343499.035	275286.162
77	D	7°49'50"	7 + 381.150	9343415.750	275409.491
78	I	8°09'30"	7 + 521.750	9343321.895	275514.236
79	I	23°38'10"	7 + 578.430	9343290.419	275561.426

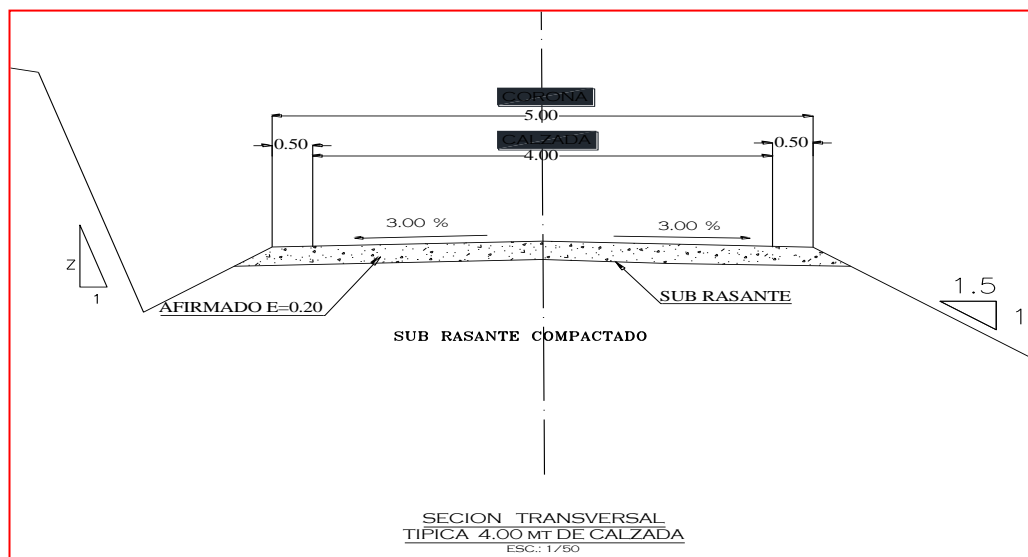
80	D	5°13'30"	7 + 649.500	9343277.934	275631.753
81	I	5°54'10"	7 + 734.100	9343255.617	275713.373
82	D	33°10'50"	7 + 827.880	9343240.314	275805.919
83	I	12°25'00"	7 + 926.200	9343173.348	275878.820
84	I	11°28'30"	7 + 983.680	9343144.423	275928.611
85	I	8°53'20"	8 + 070.400	9343116.619	276010.859
86	I	28°28'20"	8 + 186.500	9343096.868	276125.329
87	D	40°21'00"	8 + 224.950	9343109.386	276162.349
88	D	59°10'40"	8 + 290.350	9343084.843	276224.125
89	I	75°04'20"	8 + 370.550	9343003.128	276237.294
90	I	7°19'30"	8 + 477.650	9342991.786	276349.482
91	D	8°29'40"	8 + 555.230	9342993.888	276427.068
92	D	6°25'40"	8 + 617.050	9342986.411	276488.476
93	D	10°30'40"	8 + 731.460	9342959.950	276599.808
94	I	31°28'20"	8 + 863.900	9342906.308	276720.966
95	I	11°31'50"	8 + 942.940	9342916.843	276800.020
96	D	49°30'20"	8 + 993.850	9342933.547	276848.198
97	I	15°34'30"	9 + 115.780	9342870.995	276954.885
98	D	21°13'50"	9 + 368.800	9342806.272	277199.696
99	I	12°07'30"	9 + 486.550	9342736.792	277295.188
100	D	4°17'20"	9 + 539.500	9342715.289	277343.679
101	D	27°05'10"	9 + 662.880	9342656.975	277452.421
102	I	18°40'50"	9 + 706.950	9342620.229	277477.874
103	D	7°26'30"	9 + 814.980	9342555.666	277564.780
104	I	21°11'30"	9 + 858.030	9342525.709	277595.748
105	D	25°32'10"	9 + 906.730	9342506.658	277640.938
106	D	10°01'20"	9 + 995.140	9342440.212	277699.941
107	I	11°03'30"	10 + 037.500	9342404.069	277722.162
108	D	30°50'40"	10 + 097.750	9342359.696	277763.024
109	I	3°20'00"	10 + 162.320	9342295.834	277776.362
110	I	14°35'40"	10 + 243.000	9342217.944	277797.422
111	I	4°29'00"	10 + 344.750	9342129.438	277847.955
112	I	46°26'30"	10 + 416.120	9342070.403	277888.087

113	D	52°29'50"	10 + 455.280	9342063.809	277928.133
114	D	65°27'50"	10 + 513.250	9342010.846	277956.474
115	I	5°41'20"	10 + 597.200	9341940.665	277902.988
116	D	7°07'20"	10 + 665.350	9341882.613	277867.242
117	I	21°18'00"	10 + 748.400	9341817.808	277815.240
118	I	10°57'20"	10 + 853.880	9341716.848	277783.514
119	I	11°12'10"	10 + 895.050	9341675.854	277778.851
120	D	13°39'50"	10 + 972.500	9341598.573	277785.222
121	I	64°05'20"	11 + 120.000	9341452.734	277762.253
122	D	6°45'50"	11 + 248.500	9341376.616	277871.521
123	I	22°15'40"	11 + 459.800	9341236.236	278029.494
124	I	89°30'20"	11 + 556.050	9341204.157	278120.767
125	D	66°12'10"	11 + 587.670	9341243.787	278135.081
126	D	34°00'00"	11 + 608.170	9341245.450	278159.233
127	D	30°00'00"	11 + 631.831	9341233.372	278180.102
128	D	37°54'30"	11 + 665.400	9341203.642	278197.223
129	I	66°11'30"	11 + 766.460	9341102.558	278183.071
130	I	33°07'20"	11 + 818.850	9341072.625	278231.390
131	I	15°47'20"	11 + 970.480	9341076.208	278384.143
132	I	2°23'40"	12 + 035.500	9341095.424	278446.480
133	I	15°14'40"	12 + 155.350	9341135.486	278559.439
134	D	87°30'00"	12 + 217.150	9341170.839	278610.360
135	D	4°33'50"	12 + 339.400	9341065.848	278690.259
136	D	1°23'10"	12 + 537.340	9340899.280	278797.226
137	D	11°10'00"	12 + 599.550	9340846.136	278829.566
138	I	38°07'50"	12 + 651.500	9340797.285	278847.496
139	I	39°09'20"	12 + 709.950	9340765.883	278898.312
140	D	17°53'10"	12 + 780.600	9340775.214	278969.750
141	I	33°53'30"	12 + 964.300	9340741.864	279150.657

#### 4.1.6. Secciones transversales

Las secciones transversales fueron tomadas en el campo con eclímetro sobre el estacado del eje entre 25 m. a 30 m. a cada lado del eje.

Sobre el estacado se procedió a realizar el seccionamiento con dos cuadrillas provistas con eclímetros, winchas y estacas, seccionando cada 20 m en tangentes y cada 10 m en curvas. Todos estos trabajos han servido para ejecutar el relleno topográfico (Generación de Curvas de Nivel) a lo largo de todo el trazado, con el programa computarizado AutoCAD Civil 3D 2015.



*Figura 7:* Subrasante compactado.

## 4.2. Estudio de mecánica de suelos

### 4.2.1. Tipos de suelo de la subrasante

#### Descripción del terreno de fundación.

En base a los trabajos de exploración de campo, ensayos de laboratorio y al recorrido integral del tramo en estudio, se deduce lo siguiente:

**Tramo: Gobernador – Santa Catalina (km 0+000 – km 13+000).**

**Calicata c - 1 (km. 00 + 000)**

**De 0.00 m. a 0.15 m. (Afirmado)**

Mezcla pobremente gradada, A-2-4 (0), conformada por grava T.M. 2”, arena gruesa a fina, de color gris, alta resistencia en seco, ninguna dilatancia, tenacidad media, ninguna reacción al ácido clorhídrico; y elevada cantidad de partículas finas menores al tamiz N° 200, exenta de plasticidad. El estrato se encuentra húmedo; medianamente denso, fuerte cementación, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**De 0.15 m. a 1.50 m.**

Arcilla inorgánica, A-7-6 (17), de mediana plasticidad, de color negro, alta resistencia en seco, muy lenta dilatancia, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y presenta escasa proporción de gravilla (0.34 %). El estrato se encuentra medianamente consolidada, muy húmedo, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**Calicata c - 2 (km. 00 + 500)****De 0.00 m. a 0.10 m. (Afirmado)**

Mezcla pobremente gradada, A-2-4 (0), conformada por grava T.M. 2", arena gruesa a fina, de color gris, alta resistencia en seco, ninguna dilatancia, tenacidad media, ninguna reacción al ácido clorhídrico; y elevada cantidad de partículas finas menores al tamiz N° 200, exenta de plasticidad. El estrato se encuentra húmedo; medianamente denso, fuerte cementación, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**De 0.10 m. a 0.70 m.**

Arcilla inorgánica, A-7-6 (23), de mediana plasticidad, de color rojizo con tonalidades marrones, alta resistencia en seco, muy lenta dilatancia, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y presenta escasa proporción de gravilla (0.21 %). El estrato se encuentra consolidada, húmedo, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**De 0.70 m. a 1.50 m.**

Arcilla arenosa inorgánica, A-6 (12), de mediana plasticidad, de color blanquecino, media resistencia en seco, muy lenta dilatancia, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y presenta escasa proporción de gravilla (0.16 %). El estrato se encuentra medianamente consolidada, húmedo, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**Calicata C - 3 (Km. 01 + 000)****De 0.00 m. a 0.20 m.**

Materia orgánica, con raíces y palos, de color negro con tonalidades grises, en un espesor aproximado de 0.20 m.

**De 0.20 m. a 1.50 m.**

Arcilla arenosa inorgánica, A-6 (5), de mediana plasticidad, de color marrón rojizo, media resistencia en seco, muy lenta dilatancia, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y presenta escasa proporción de gravilla (0.21 %). El estrato se encuentra consolidado, húmedo, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**Calicata C - 4 (Km. 01 + 500)****De 0.00 m. a 0.15 m. (Afirmado)**

Mezcla pobremente gradada, A-2-4 (0), conformada por grava T.M. 2", arena gruesa a fina, de color gris, alta resistencia en seco, ninguna dilatancia, tenacidad media, ninguna reacción al ácido clorhídrico; y elevada cantidad de partículas finas menores al tamiz N° 200, exenta de plasticidad. El estrato se encuentra húmedo; medianamente denso, fuerte cementación, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**De 0.15 m. a 0.60 m.**

Arcilla inorgánica, A-7-6 (14), de mediana plasticidad, de color amarillento, alta resistencia en seco, muy lenta dilatancia, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y exenta de gravilla. El estrato se encuentra consolidado, húmedo, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas

**De 0.60 m. a 1.50 m.**

Arcilla arenosa inorgánica, A-6 (11), de mediana plasticidad, de color amarillento, media resistencia en seco, muy lenta dilatancia, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y escasa proporción de gravilla (0.15 %). El estrato se encuentra medianamente consolidado, húmedo, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**Calicata C - 5 (Km. 02 + 000)****De 0.00 m. a 0.10 m. (Afirmado)**

Mezcla pobremente gradada, A-2-4 (0), conformada por grava T.M. 2", arena gruesa a fina, de color gris, alta resistencia en seco, ninguna dilatancia, tenacidad media, ninguna reacción al ácido clorhídrico; y elevada cantidad de partículas finas menores al tamiz N° 200, exenta de plasticidad. El estrato se encuentra húmedo; medianamente denso, fuerte cementación, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.



**De 0.10 m. a 1.50 m.**

Arcilla inorgánica, A-7-6 (13), de mediana plasticidad, de color marrón, alta resistencia en seco, muy lenta dilatancia, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y exenta de gravilla. El estrato se encuentra consolidado, húmedo, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**Calicata C - 6 (Km. 02 + 500)****De 0.00 m. a 0.10 m. (Afirmado)**

Mezcla pobremente gradada, A-2-4 (0), conformada por grava T.M. 2", arena gruesa a fina, de color gris, alta resistencia en seco, ninguna dilatancia, tenacidad media, ninguna reacción al ácido clorhídrico; y elevada cantidad de partículas finas menores al tamiz N° 200, exenta de plasticidad. El estrato se encuentra húmedo; medianamente denso, fuerte cementación, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**De 0.10 m. a 0.70 m.**

Arcilla arenosa inorgánica, A-6 (7), de mediana plasticidad, de color blanquecino, media resistencia en seco, muy lenta dilatancia, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y escasa proporción de gravilla (0.02 %). El estrato se encuentra medianamente consolidado, húmedo, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**De 0.70 m. a 1.50 m.**

Arcilla inorgánica, A-7-6 (26), de mediana plasticidad, de color marrón, alta resistencia en seco, muy lenta dilatancia, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y escasa proporción de gravilla (0.86 %). El estrato se encuentra consolidado, húmedo, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**Calicata C - 7 (Km. 03 + 000)****De 0.00 m. a 0.10 m.**

Materia orgánica, con raíces y palos, de color negro con tonalidades grises, en un espesor aproximado de 0.10 m.

**De 0.10 m. a 0.70 m.**

Arcilla arenosa inorgánica, A-6 (1), de baja plasticidad, de color amarillento con tonalidades blanquecinas, media resistencia en seco, muy lenta dilatancia, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y escasa

proporción de gravilla (0.09 %). El estrato se encuentra consolidado, húmedo, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**De 0.70 m. a 1.50 m.**

Arcilla arenosa inorgánica, A-6 (5), de baja plasticidad, de color amarillento, media resistencia en seco, muy lenta dilatancia, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y escasa proporción de gravilla (0.29 %). El estrato se encuentra poco consolidado, húmedo, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**Calicata C - 8 (Km. 03 + 500)**

**De 0.00 m. a 0.10 m.**

Materia orgánica, con raíces y palos, de color negro con tonalidades grises, en un espesor aproximado de 0.10 m.

**De 0.10 m. a 1.50 m.**

Limo arenoso inorgánico, A-4 (1), de baja plasticidad, de color marrón, baja resistencia en seco, baja dilatancia, nula tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y presenta también escasa proporción de gravilla (0.38 %). El estrato se encuentra húmedo; presenta una compresibilidad baja, moderada cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**Calicata C - 9 (Km. 04 + 000)**

**De 0.00 m. a 0.20 m.**

Materia orgánica, con raíces y palos, de color negro con tonalidades grises, en un espesor aproximado de 0.20 m.

**De 0.20 m. a 1.50 m.**

Arcilla arenosa inorgánica, A-7-6 (12), de mediana plasticidad, de color marrón, media resistencia en seco, muy lenta dilatancia, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y escasa proporción de gravilla (0.13 %). El estrato se encuentra medianamente consolidado, muy húmedo, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**Calicata C - 10 (Km. 04 + 500)**

**De 0.00 m. a 0.25 m.**

Materia orgánica, con raíces y palos, de color negro con tonalidades grises, en un espesor aproximado de 0.25 m.

**De 0.25 m. a 1.50 m.**

Arcilla arenosa inorgánica, A-6 (11), de mediana plasticidad, de color amarillento, media resistencia en seco, muy lenta dilatancia, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y escasa proporción de gravilla (0.21 %). El estrato se encuentra medianamente consolidado, húmedo, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**Calicata C - 11 (Km. 05 + 000)****De 0.00 m. a 0.10 m.**

Materia orgánica, con raíces y palos, de color negro con tonalidades grises, en un espesor aproximado de 0.10 m.

**De 0.10 m. a 1.50 m.**

Arcilla arenosa inorgánica, A-7-6 (13), de mediana plasticidad, de color marrón oscuro a negro, media resistencia en seco, muy lenta dilatancia, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y escasa proporción de gravilla (0.26 %). El estrato se encuentra consolidado, húmedo, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**Calicata C - 12 (Km. 05 + 500)****De 0.00 m. a 0.40 m.**

Materia orgánica, con raíces y palos, de color negro con tonalidades grises, en un espesor aproximado de 0.40 m.

**De 0.40 m. a 1.50 m.**

Limo arenoso inorgánico, A-4 (1), de baja plasticidad, de color blanquecino, baja resistencia en seco, baja dilatancia, nula tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y escasa proporción de gravilla (0.16 %). El estrato se encuentra húmedo; presenta una compresibilidad baja, moderada cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**Calicata C - 13 (Km. 06 + 000)****De 0.00 m. a 0.15 m.**

Materia orgánica, con raíces y palos, de color negro con tonalidades grises, en un espesor aproximado de 0.15 m.

**De 0.15 m. a 1.50 m.**

Arcilla inorgánica, A-7-6 (24), de mediana plasticidad, de color gris, alta resistencia en seco, muy lenta dilatación, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y escasa proporción de gravilla (0.04 %). El estrato se encuentra poco consolidado, muy húmedo, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**Calicata C - 14 (Km. 06 + 500)****De 0.00 m. a 0.10 m.**

Materia orgánica, con raíces y palos, de color negro con tonalidades grises, en un espesor aproximado de 0.10 m.

**De 0.10 m. a 1.50 m.**

Arcilla inorgánica, A-7-6 (17), de mediana plasticidad, de color marrón con tonalidades blanquecinas, alta resistencia en seco, muy lenta dilatación, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y escasa proporción de gravilla (0.13 %). El estrato se encuentra medianamente consolidado, muy húmedo, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**Calicata C - 15 (Km. 07 + 000)****De 0.00 m. a 0.10 m.**

Materia orgánica, con raíces y palos, de color negro con tonalidades grises, en un espesor aproximado de 0.10 m.

**De 0.10 m. a 0.70 m.**

Arcilla inorgánica, A-7-6 (15), de mediana plasticidad, de color marrón oscuro a negro, alta resistencia en seco, muy lenta dilatación, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y escasa proporción de gravilla (3.18 %). El estrato se encuentra poco consolidado, muy húmedo, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**De 0.70 m. a 1.50 m.**

Arcilla inorgánica, A-7-6 (22), de mediana plasticidad, de color marrón oscuro, alta resistencia en seco, muy lenta dilatación, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y escasa proporción de gravilla (0.67 %). El estrato se encuentra poco consolidado, muy húmedo, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**Calicata C - 16 (Km. 07 + 500)****De 0.00 m. a 0.15 m.**

Materia orgánica, con raíces y palos, de color negro con tonalidades grises, en un espesor aproximado de 0.15 m.

**De 0.15 m. a 0.80 m.**

Arcilla inorgánica, A-7-6 (20), de mediana plasticidad, de color marrón oscuro, alta resistencia en seco, muy lenta dilatancia, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y escasa proporción de gravilla (0.03 %). El estrato se encuentra medianamente consolidado, muy húmedo, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**De 0.80 m. a 1.50 m.**

Arcilla inorgánica, A-7-6 (18), de mediana plasticidad, de color amarillento, alta resistencia en seco, muy lenta dilatancia, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y exenta de gravilla. El estrato se encuentra consolidado, húmedo, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**Calicata C - 17 (Km. 08 + 000)****De 0.00 m. a 0.15 m.**

Materia orgánica, con raíces y palos, de color negro con tonalidades grises, en un espesor aproximado de 0.15 m.

**De 0.15 m. a 0.70 m.**

Arcilla inorgánica, A-7-6 (16), de alta plasticidad, de color amarillento, media resistencia en seco, lenta dilatancia, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y escasa proporción de gravilla (3.57 %). El estrato se encuentra medianamente consolidado, húmedo, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**De 0.70 m. a 1.50 m.**

Arcilla inorgánica, A-7-6 (20), de alta plasticidad, de color blanquecino, media resistencia en seco, lenta dilatancia, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y exenta de gravilla. El estrato se encuentra medianamente consolidado, húmedo, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**Calicata C - 18 (Km. 08 + 500)****De 0.00 m. a 0.20 m.**

Materia orgánica, con raíces y palos, de color negro con tonalidades grises, en un espesor aproximado de 0.20 m.

**De 0.20 m. a 1.50 m.**

Arcilla inorgánica, A-7-6 (22), de mediana plasticidad, de color marrón, alta resistencia en seco, muy lenta dilatancia, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y exenta de gravilla. El estrato se encuentra medianamente consolidado, húmedo, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**Calicata C - 19 (Km. 09 + 000)****De 0.00 m. a 0.15 m.**

Materia orgánica, con raíces y palos, de color negro con tonalidades grises, en un espesor aproximado de 0.15 m.

**De 0.15 m. a 1.50 m.**

Arcilla inorgánica, A-7-6 (17), de alta plasticidad, de color marrón claro, alta resistencia en seco, muy lenta dilatancia, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y escasa proporción de gravilla (0.22 %). El estrato se encuentra consolidado, húmedo, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**Calicata C - 20 (Km. 09 + 500)****De 0.00 m. a 0.15 m.**

Materia orgánica, con raíces y palos, de color negro con tonalidades grises, en un espesor aproximado de 0.15 m.

**De 0.15 m. a 1.50 m.**

Arcilla inorgánica, A-7-6 (17), de mediana plasticidad, de color marrón claro, alta resistencia en seco, muy lenta dilatancia, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y escasa proporción de gravilla (0.31 %). El estrato se encuentra consolidado, húmedo, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**Calicata C - 21 (Km. 10 + 000)****De 0.00 m. a 0.15 m.**

Materia orgánica, con raíces y palos, de color negro con tonalidades grises, en un espesor aproximado de 0.15 m.

**De 0.15 m. a 1.50 m.**

Arcilla inorgánica, A-7-6 (12), de mediana plasticidad, de color gris, alta resistencia en seco, muy lenta dilatación, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y escasa proporción de gravilla (2.57 %). El estrato se encuentra poco consolidado, muy húmedo, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**Calicata C - 22 (Km. 10 + 500)****De 0.00 m. a 0.20 m.**

Materia orgánica, con raíces y palos, de color negro con tonalidades grises, en un espesor aproximado de 0.20 m.

**De 0.20 m. a 1.50 m.**

Mezcla pobremente gradada, A-2-4 (0), conformada por arena fina a gruesa (83.90 %), de color gris claro, alta resistencia en seco, ninguna dilatación, tenacidad media, ninguna reacción al ácido clorhídrico; apreciable proporción de partículas finas menores al tamiz N° 200 (15.30 %), de baja plasticidad, y escasa cantidad de gravilla (0.80 %), El estrato se encuentra húmedo; medianamente denso, fuerte cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**Calicata C - 23 (Km. 11 + 000)****De 0.00 m. a 0.10 m.**

Materia orgánica, con raíces y palos, de color negro con tonalidades grises, en un espesor aproximado de 0.10 m.

**De 0.10 m. a 1.50 m.**

Mezcla pobremente gradada, A-2-4 (0), conformada por arena fina a gruesa (75.87 %), de color gris, alta resistencia en seco, ninguna dilatación, tenacidad media, ninguna reacción al ácido clorhídrico; apreciable proporción de partículas finas menores al tamiz N° 200 (23.57 %), de baja plasticidad, y elevada cantidad de gravilla (0.56 %). El estrato se encuentra húmedo; medianamente denso, fuerte cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**Calicata C - 24 (Km. 11 + 500)****De 0.00 m. a 0.20 m.**

Materia orgánica, con raíces y palos, de color negro con tonalidades grises, en un espesor aproximado de 0.20 m.

**De 0.20 m. a 1.50 m.**

Mezcla pobremente gradada, A-2-4 (0), conformada por arena fina a gruesa (79.01 %), de color gris, alta resistencia en seco, ninguna dilatancia, tenacidad media, ninguna reacción al ácido clorhídrico; apreciable proporción de partículas finas menores al tamiz N° 200 (20.24 %), de baja plasticidad, y escasa cantidad de gravilla (0.75 %). El estrato se encuentra húmedo; medianamente denso, fuerte cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**Calicata C - 25 (Km. 12 + 000)****De 0.00 m. a 0.25 m.**

Materia orgánica, con raíces y palos, de color negro con tonalidades grises, en un espesor aproximado de 0.25 m.

**De 0.25 m. a 1.50 m.**

Mezcla pobremente gradada, A-2-4 (0), conformada por arena fina a gruesa (82.92 %), de color gris, alta resistencia en seco, ninguna dilatancia, tenacidad media, ninguna reacción al ácido clorhídrico; apreciable proporción de partículas finas menores al tamiz N° 200 (16.92 %), de baja plasticidad, y escasa cantidad de gravilla (0.16 %). El estrato se encuentra húmedo; medianamente denso, fuerte cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

**Calicata C - 26 (Km. 12 + 500)****De 0.00 m. a 0.25 m.**

Materia orgánica, con raíces y palos, de color negro con tonalidades grises, en un espesor aproximado de 0.10 m.

**De 0.25 m. a 1.50 m.**

Mezcla pobremente gradada, A-2-4 (0), conformada por arena fina a gruesa (72.63 %), de color blanquecino, alta resistencia en seco, ninguna dilatancia, tenacidad media, ninguna reacción al ácido clorhídrico; apreciable proporción de partículas finas menores al tamiz N° 200 (27.32%), de baja plasticidad, y escasa cantidad de gravilla (0.05 %), El estrato se encuentra húmedo; medianamente denso, fuerte cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.



**Calicata C - 27 (Km. 13 + 000)****De 0.00 m. a 0.10 m.**

Materia orgánica, con raíces y palos, de color negro con tonalidades grises, en un espesor aproximado de 0.10 m.

**De 0.10 m. a 1.50 m.**

Arcilla inorgánica, A-7-6 (11), de mediana plasticidad, de color amarillento, alta resistencia en seco, muy lenta dilatancia, mediana tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; apreciable proporción de arena fina a gruesa (27.20).

**Aspectos Relacionados con la Napa Freática.**

Se debe señalar que se encontró filtración de agua, en el Sector: Km. 12 + 500 al Km. 13 + 500; levantar aproximadamente un 1.00 m, como mínimo o construir sub drenes a fin de interceptar el agua que pueda ascender a la superficie, en las Variantes también se encontró filtración en las Calicatas N° 01, 02 y 13 a profundidades que varían de 0.50 a 1.30 mts.

**Determinación de la Capacidad Soporte del Terreno de Fundación.**

Para determinar el C.B.R. de diseño, se determinó el tipo de suelo, de acuerdo a la Norma A.A.S.H.T.O. M 145, cuyos resultados se encuentran en Anexos (Cuadro Geotécnico Especial N° 02).

**4.3 Estudio de canteras**

Se ha estudiado el uso de canteras para la obra, producto del cual se han identificado 06 canteras, de las cuales 02 de ellas se encuentran a considerable distancia, San Francisco Tumba (Yorongos) y Túmbaro (Naranjillo), ubicados a 55.40 y 70.75 Km., respectivamente, del inicio del tramo a intervenir. Las canteras a ser utilizadas presentan dos propósitos: para uso de obras de concreto y para uso de la estructura del pavimento; según las siguientes consideraciones:

**Cantera para Obras de Concreto.-** Se ha dispuesto a la Cantera Túmbaro (Naranjillo), considerando costo de material preparado en cancha, no incluyéndose costos extracción. para el caso particular de concreto ciclópeo, se ha considerado que la piedra mediana y grande serán extraídas de la Cantera San Francisco (Yorongos).

**Cantera para Terraplenes.-** Se ha dispuesto a la Cantera Bueno Aires, considerando costo de derecho de extracción y costo de extracción con maquinaria pesada.

**Cantera para Mejoramiento de Sub-rasante.-** Se ha dispuesto a la Cantera San Francisco (Yorongos), para el uso de piedra tipo over size, considerando costo de derecho de extracción y costo de extracción con maquinaria pesada.

**Cantera para Capa de Afirmado.-** Se ha dispuesto a la Cantera San Francisco (Yorongos), Cavero (Sta. Catalina) y Saldaña (Sta. Catalina); considerando costo de derecho de extracción y costo de extracción con maquinaria pesada.

**Cantera para Tratamiento Asfáltico Cape Seal.-** Se ha dispuesto a la Cantera Túmbaro (Naranjillo), para el uso de piedra chancada, arena fina y gruesa; considerando costo de material preparado en cancha, no incluyéndose costos de extracción.

#### **4.4. Estudio de drenaje**

A lo largo de la vía se han encontrado un río y una quebrada, cauces con flujos de agua permanentes, estos ameritan obra de gran envergadura, los restos no están considerado ejecución alguna, sin embargo, se tienen indicios que, en época de lluvia con períodos de retorno considerables, las zonas existentes a lo largo del trazo se activan. Por lo tanto, las Obras de Cruce (alcantarilla) como las Obras de Alivio de Cunetas (alcantarilla), su elección dependerá de las características del flujo, de la topografía y de la economía en el dimensionamiento de las Obras de Arte.

Por lo tanto, el sistema conformado por cunetas de base que desfogan sus aguas en las alcantarillas de alivio y estas a su vez a los cursos de agua permanentes, constituyen el Sistema de Drenaje Superficial que se planteará para el mejoramiento de la carretera.

El diseño estructural de las estructuras de drenaje se rige a lo especificado en la Norma Técnica 060. Concreto Armado, así como a lo expresado en la Norma E-030 Diseño Sismo resistente en lo que fuere aplicable.

#### **Determinación de los caudales máximos**

Para el presente estudio el especialista a utilizado el Método Hidrometeorológico, que consiste en lo siguiente:

Análisis y Tratamiento de los datos pluviométricos.

Hidrograma de la cuenca unitaria.

Obtención de la Descarga o Caudal Máximo en la cuenca unitaria.

#### **Inventario de fuentes de agua y obras de arte proyectadas.**

A continuación, se presentan los siguientes cuadros donde se ubican las fuentes de agua en las que se proyectaron las obras de arte:

### Puentes o pontones.

Inventario de fuentes de agua sobre las que se proyectarán los puentes o pontones, según corresponda su clasificación:

**Tabla 12**

*Inventario de fuentes de agua definidas y obras de arte proyectadas.*

N°	Progresiva	Qda.	Obra de arte Proyectada.
1	00+078.88	Qda. Ishanguilla.	pontón
2	02+700.44	Qda. Paraje 1	pontón
3	02+752.30	Qda. Paraje 2	pontón
4	05+095.09	Qda. Tanshuya	pontón
5	08+245.46	Qda. Los Caballeros	pontón
6	09+051.53	Qda. Cruce Los Ángeles	pontón
7	10+264.98	Qda. Alfa	pontón
8	15+119.80	Qda. Urea.	pontón
9	15+677.30	Qda. Nvo. Piura. Qda. Santa Catalina	pontón
10	16+787.60	1. Qda. Santa Catalina	pontón
11	18+615.57	2.	pontón
12	20+660.02	Qda. Flor del Mayo.	pontón

### Alcantarillas de paso.

Los cursos de agua y el inventario de las alcantarillas existentes y proyectadas se presentan a continuación:

Progr.			
N°	Progresiva	Correg.	Obra de arte. Observaciones.
		KM	Canal de tierra cruza la v ía. Alcantarilla TMC,
1	00+329.73	00+334.32	Alcantarilla. Ø=36".
		KM	
2	01+388.00	01+389.00	Alcantarilla. Alcantarilla de madera. Pequeña Qda.
		KM	
3	01+674.31	01+676.00	Alcantarilla. Alcantarilla de madera. Pequeña Qda.

			KM	
4	02+293.50	02+296.00	Alcantarilla.	Alcantarilla de madera. Recoge aguas pluviales.
			KM	Canal de tierra cruza la vía. Alcantarilla de
5	02+947.00	02+946.00	Alcantarilla.	madera.
			KM	
6	03+437.11	03+430.00	Alcantarilla.	No existe alcantarilla. Construir una nueva.
			KM	Construir alcantarilla para evacuar aguas
7	03+848.54	03+845.00	Alcantarilla.	estancadas.
			KM	
8	04+130.13	04+123.50	Alcantarilla.	Alcantarilla de madera. Evacuar aguas pluviales.
			KM	Alcantarilla de madera. Evacuar aguas de
9	04+398.00	04+399.00	Alcantarilla.	pequeña quebrada.
			KM	Alcantarilla de madera. Evacuar aguas pluviales.
10	04+712.83	04+711.00	Alcantarilla.	iales.
			KM	
11	05+646.72	05+636.00	Alcantarilla.	Alcantarilla de madera. Evacuar aguas pluviales.
			KM	
12	05+965.14	05+952.00	Alcantarilla.	Alcantarilla por construir.
			KM	
13	06+158.48	06+190.00	Alcantarilla.	Alcantarilla de madera. Evacuar aguas de quebrada pequeña.
			KM	
14	06+302.40	06+288.00	Alcantarilla.	Qda. Pucay acu. Alcantarilla por construir.
			KM	
15	06+798.00	06+787.00	Alcantarilla.	No existe alcantarilla. Construir una nueva.
			KM	Pase sobre Qda. seca, rellena con piedras
16	06+973.40	06+957.00	Alcantarilla.	grandes.
			KM	
17	07+050.00	07+036.00	Alcantarilla.	Qda. utilizada como fuente de abastecimiento de agua a la población de
			KM	
18	07+398.58	07+377.00	Alcantarilla.	Qda. Seca, cruce sobre madera rolliza.
			KM	
19	07+839.00	07+824.00	Alcantarilla.	Pequeña quebrada con agua.

		KM		Qda seca, construir alcantarilla y a que el terreno
20	07+960.00	08+432.50	Alcantarilla.	lo permite.
		KM		Terreno fangoso, con encharcamiento de aguas
21	08+109.30	08+548.00	Alcantarilla.	pluviales.
		KM		Terreno fangoso, con encharcamiento de aguas
22	08+454.29	08+706.70	Alcantarilla.	pluviales.
		KM		
23	08+569.52	08+926.00	Alcantarilla.	Terreno fangoso, relleno con madera rolliza.
24	08+735.95		Alcantarilla.	Terreno fangoso, relleno con madera rolliza.
				Proyección de alcantarilla MCA, cruce de
25	08+840.00		Alcantarilla.	carretera.
				Alcantarilla construida para cruce de canal de
26	08+952.47		Alcantarilla.	tierra.
		KM		
27	09+306.86	09+546.00	Alcantarilla.	MCA, Alcant. de Cruce.

---

#### 4.5. Diseño de la capa de afirmado

##### Análisis del tráfico

El estudio de tráfico tiene por finalidad cuantificar, clasificar y conocer el volumen de vehículos que circulan por el tramo de la carretera. Esta Información es indispensable para la determinación de las características de diseño del pavimento, para estos cálculos

Se ha considerado exclusivamente la acción de los vehículos pesados tipo camión doble eje (Camión 2E), dado que el efecto destructivo de los vehículos ligeros se puede considerar prácticamente despreciable.

El estudio determino el tráfico actual existente en las vías, sus características y proyecciones para el periodo de vida útil, en número acumulado de repeticiones de carga de ejes equivalentes de 8.2 toneladas, dato necesario para el diseño de la estructura del pavimento.

### **Cálculo del Eal**

El Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes ( $EE_{8.2tn}$ ) del Carril de Diseño para un horizonte de 10 años, ha sido obtenido analíticamente, cuyo resultado es  $EE_{8.2tn}=82,826.30 = 8.28 \times 10^4$ ; este valor *es el asumido para calcular el espesor de la Capa de Afirmado*.

### **Capacidad de soporte de los suelos de subrasante (C.B.R. de diseño)**

Para tal efecto, se ha empleado la metodología recomendada por el MTC en su Manual de diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito, habiéndose determinado el CBR de diseño de la vía de la manera siguiente:

Si el sector homogéneo presenta un Número de Repeticiones de EE 8.2Tn, menor de **1 x 105**; el CBR de diseño será aquel que represente el **percentil 60%** de los valores de CBR.

Si el sector homogéneo presenta un Número de Repeticiones de EE 8.2Tn, entre de **1 x 105 y 1 x 106**: el CBR de diseño será aquel que represente al **percentil 75%** de los valores de CBR.

### **Cálculo de los Valores del C.B.R. de diseño por sectores homogéneos**

Concordante con la primera condición del numeral precedente, el CBR de diseño será aquel que represente el **percentil 60%** de los valores de CBR, dado que el Número de Repeticiones de EE 8.2Tn del sector homogéneo calculado ( $EE_{8.2tn} = 8.28 \times 10^4$ ), es menor de **1 x 10<sup>5</sup>**.

### **C.B.R. de diseño Tramo: Km 0+000 – Km 13+000:**

Subrasante de Diseño : 9.03%

### **Determinación del Espesor de la Capa de Afirmado**

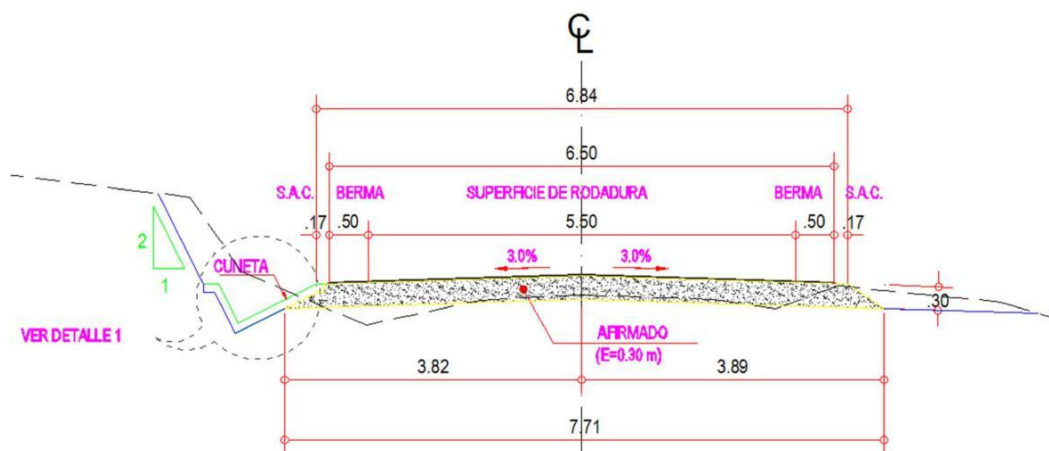
Teniendo en cuenta los datos generados por el presente estudio, con fines de diseño de la capa granular (Afirmado); la vía se ha dividido en sectores:

**Sector: Km. 00 + 000 - Km. 13 + 000 (Gobernador – Santa Catalina ):**

Clase de Tráfico	: T2 (IMDa = 98 Vehículos)
Nº de Vehículos Pesados	: 20 Vehículos (Camión 2E)
Nº de Repeticiones de EE8.2tn carril de diseño: $8.28 \times 10^4$	: 9.03%
Subrasante de Diseño	: S2 – Subrasante regular
Tipo de Subrasante	

Ahora, según el Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito, el Número de Repeticiones de EE 8.2Tn, menor de  $1 \times 10^5$ , el C.B.R. de Diseño será aquel que represente al percentil 60 % de los valores del C.B.R (9.03%), y teniendo en consideración el Catálogo de Estructuras de Superficie de Rodadura, para una Clase de Tráfico T2 (IMDa 51 -100 Vehículos), y una Subrasante Tipo S2, Subrasante Regular (C.B.R. 6% a 10%), obtenemos el espesor de la capa granular (Afirmado):

Espesor calculado	= 28 cm.
<b>Espesor asumido</b>	= <b>30 cm.</b>



#### 4.6 Impacto ambiental

Existiendo en el país una creciente preocupación por lograr la mayor incorporación de la temática ambiental en los planes, programas y proyectos de desarrollo, nace la necesidad de contar con herramientas para lograr este fin. Por esta razón existen instrumentos metodológicos que permiten incorporar la variable ambiental en el proceso constructivo de las carreteras de nuestro país.

En un pasado reciente la construcción de vías ha ocasionado una serie de problemas ambientales derivados de la ausencia de considerar en el diseño y construcción vial la temática social y ambiental. La consecuencia de ello determino que se produzca un conjunto de impactos sobre los ecosistemas y el ambiente sociocultural. De estos hechos surge la necesidad de administrar adecuadamente el proceso constructivo vial incorporando el tema ambiental de tal forma que se minimicen y/o eliminen las afectaciones al medio ambiente y asegurando el equilibrio entre los factores bióticos, abióticos y socioculturales.

El objetivo general del estudio fue identificar los impactos ambientales, elaborar los instrumentos de gestión y plantear los costos que demandaran anular, atenuar y/o minimizar los impactos ambientales negativos directos e indirectos a presentarse durante la ejecución de la obra y operatividad del Proyecto **“Estudio Definitivo del Camino Vecinal Gobernador – Santa Catalina (L= 13+000 km), en el Distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba, Región San Martín”**, basados en la identificación adecuada de los mismos y teniendo en cuenta las actividades a realizar para cumplir con las especificaciones que el proyecto dispone, como es la serviciabilidad adecuada a una carretera de tercera clase (según servicio).

El Estudio en su primera parte presenta los Datos Generales del Proyecto, que permiten conocer los trabajos a realizarse durante el proceso constructivo de la obra, el Diagnostico Ambiental incluye aspectos físicos y biológicos, con información climatológica, identificación de las zonas de vida y sus características, geología, geomorfología, suelos, capacidad de Uso Mayor de las Tierras, cobertura y uso actual de las tierras, hidrología, vegetación, cultivos, fauna, especies silvestres amenazadas y áreas naturales protegidas por el estado cercanas al área de trabajo. Adicionalmente se establece el Potencial Turístico de la zona de influencia de la carretera, el cual es un rubro importante a considerar dentro de los impactos positivos del proyecto en el aspecto socioeconómico. Asimismo, se incluye el análisis de las condiciones

#### **4.7. Criterios de diseño utilizados en el proyecto**

A continuación, se detallan los principales criterios de diseño adoptados.

En la visita de campo efectuada y por indagaciones se ha podido determinar los puntos críticos, con los siguientes accidentes:



Camionetas. - Velocidades excesivas en todo su trayecto; se ha podido notar el uso de altas velocidades, los cuales son propensos a generar accidentes de tránsito debido a la geografía del terreno y las quebradas que presenta.

Teniendo en cuenta que la vía cuenta con un gran número de radios de giro en muchos casos los que se encuentran muy estrechados y con un ascenso permanente, los que pueden ocasionar accidentes.

Camiones Pesados. Por volcadura al esquivar animales y/o dar pase en retroceso por el limitado ensanche de la carretera en curvas cerradas, en las zonas de donde se puede apreciar un continuo ascenso, así como por exceso de velocidad.

Peatones. - Por cegamiento de las luces de los vehículos durante la noche, al colocarse al borde de la carretera, por un mal paso, pisando en falso, por ensanche de la vía debido a la existencia de cercos de propiedad privada, en varios tramos de la vía y generalmente por lo accidentado de la Topografía los que muchas veces ocasionan que la superficie del relieve terrestre sea un peligro para los peatones.

Las medidas tomadas para mitigar los accidentes son:

Se ha tomado todo el tramo limitando las velocidades desde el Km. 0+000 al 5+048 con una velocidad máxima de 30 km/h. y min de 25 km/h.

En los puntos críticos (puntos negros), como curvas de radios mínimos excepcionales tanto horizontales como verticales, zonas de gran pendiente, se prevé señales reglamentarias como: mantenga su derecha (R-15), no adelantar (R-16), pendiente pronunciada (P-35) y otros dependiendo de la característica de desarrollo de la carretera.

#### **4.8. Señalización**

Las señales que requiere el proyecto son:

Señales de reglamentación, para notificar al usuario de la vía de las limitaciones, prohibiciones o restricciones que gobiernan el uso de ella y cuya violación constituye un delito.

Señales de prevención, Para advertir a los usuarios de la vía de la existencia de un peligro y la naturaleza de esta.

##### **Señales reglamentarias**

Señales de información, Para guiar al usuario a través de la carretera, proporcionándole la información que pueda necesitar.

### **Postes kilométricos**

Estas señales son de forma como se indica en el plano de  $h = 1.20$  metros.

Los postes kilométricos deben colocarse en donde se cumpla cada kilómetro de la vía, la prohibición o restricción. Mayores detalles sobre los postes kilométricos se encuentran en las especificaciones técnicas del proyecto, planos y en el manual correspondiente del M.T.C.

Estas señales son de forma rectangular de  $0.60 \times 0.60$  metros. Las señales reglamentarias deberán colocarse en el lugar donde exista la prohibición o restricción mayores detalles sobre las señales reglamentarias se encuentran en las especificaciones técnicas del proyecto, planos y en el manual correspondiente del M.T.C.

### **Señales preventivas**

Las señales preventivas han sido diseñadas y ubicadas de acuerdo al desarrollo de la vía, en las zonas que presentan un peligro real o potencial que puede ser evitado disminuyendo la velocidad del vehículo o tomando las precauciones del caso.

Las señales preventivas para el presente caso tienen una dimensión de  $0.60 \times 0.60$  metros con fondo de material reflectorizante de alta intensidad de color amarillo y símbolos, letras y borde de marco pintados con tinta xerográfica color negro, con uno de los vértices del cuadrado hacia abajo.

Los postes de fijación de estas señales serán de tubo galvanizado de 2", pintados con franjas de 0.50 m con esmalte de color blanco y negro.

Los detalles en cuanto a las características de los mensajes y las formas de las señales preventivas se indican en los planos, así como en las Especificaciones Técnicas del proyecto y el manual indicado que tiene carácter oficial.

En líneas generales, indicamos a continuación las distancias recomendadas para la ubicación de las señales preventivas.

Zona Urbana: 60 m – 75 m

Zona Rural: 90 m – 110 m

### **Señales informativas**

Las señales informativas tienen la finalidad de guiar al conductor a través de determinada ruta, dirigiéndolo al lugar de su destino. También tiene por objeto identificar puntos notables como ciudades, ríos, lugares de destino y dar información útil al usuario de la carretera.

Las señales informativas que se utilizan en el proyecto serán las de localización y destino, las cuales proporcionan información al conductor de los lugares o poblaciones más importantes en el trayecto.

Las señales informativas serán de forma rectangular con su mayor dimensión horizontal y de dimensiones variables según el mensaje a transmitir. Se ubicarán al lado derecho de la carretera de manera que los conductores puedan distinguirlas de manera clara y oportuna.

En el siguiente cuadro se puede presentar las señales informativas usadas en este estudio:

#### **4.9. Costos, presupuestos y programación**

##### **Planilla de metrados**

Los metrados se realizaron con las dimensiones de los planos del proyecto de acuerdo a las partidas específicas para la elaboración del presupuesto. A continuación en el cuadro N° 01 se presenta los resúmenes de metrados, teniendo en cuenta que las planillas de la sustentación de los metrados se encuentran ubicadas en el **Anexo N° 1**.

##### **Análisis de costos unitarios**

El costo de las obras civiles se ha calculado basándose en los precios unitarios de cada partida específica del presupuesto, los cuales han sido obtenidos de acuerdo a los insumos que la componen: mano de obra, materiales, equipo, herramientas, maquinaria y subcontratos, así como los rendimientos promedios de obras, y en algunos casos subpartidas. Los Análisis de Costos Unitarios se encuentran ubicados en el **Anexo N° 2**.

##### **Análisis de gastos generales**

El desagregado de los Gastos Generales se encuentra ubicado en el **Anexo N° 03**.

##### **Presupuesto de obra**

El desagregado del Presupuesto se encuentra ubicado en el **Anexo N° 04**

##### **Relación de insumos**

Los insumos que la componen: mano de obra, materiales, equipo, herramientas, maquinaria, se encuentran detallados en el **Anexo 05**.

## CONCLUSIONES

### Conclusiones

El estudio definitivo a nivel de afirmado del camino vecinal mejorará el transporte de los productos cultivados en la zona hacia el mercado de consumo, reduciendo los costos de transporte y el buen estado de los productos, contribuyendo al desarrollo socioeconómico de los productores.

Según la categoría de la vía y las condiciones orográficas, se plantean los siguientes parámetros de diseño:

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
<b>Tramo</b>		
Emp. PE-08B (Habana) – sector Cantorcillo		
Longitud del tramo	km	05+000
<b>Clasificación Vial</b>		
Según su jurisdicción		Sistema vecinal
Según su demanda		Tercera clase
Según su orografía		Terreno plano (Tipo 1)*
<b>Criterio Básico para el Diseño Geométrico</b>		
Velocidad Directriz	Km/h	30
<b>Diseño Geométrico de la Sección Transversal</b>		
Espesor de afirmado granular	m	0.25
Ancho de calzada	m	4
Ancho de berma (c/lado)	m	0.5
Ancho de la plataforma	m	5
Bombeo	%	3
Peralte	%	8
Derecho de Vía	m	16
Talud de corte		01:01
Talud de relleno (H:V)		01:01.5
Cunetas	m	0.75 x 0.50
<b>Diseño Geométrico en Planta</b>		
Radio mínimo	m	30
Sobre ancho máximo	m	2.2
<b>Diseño Geométrico en Perfil Longitudinal</b>		
Pendiente mínima	%	0.14
Pendiente máxima	%	10

## **RECOMENDACIONES**

### **Recomendaciones**

Gestionar el mantenimiento constante de la infraestructura vial, tales como mantenimiento rutinario dando mayor prioridad a la limpieza de las obras de drenaje, para cumplir y con ello evitar problemas como pérdida de material granular, baches y deformaciones en la calzada de la vía.

Durante la ejecución se recomienda el uso de materiales de buena calidad y controlar el cumplimiento con los requisitos mínimos requeridos, así mismo se recomienda tener especial cuidado antes de colocar el material para afirmado es decir garantizar la eliminación por completo de materiales extraños que resulten perjudiciales a los trabajos ejecutados.

Se recomienda concientizar a la población a través de capacitaciones con la finalidad de promover el cuidado y actitudes responsables ante el mantenimiento de la vía, las obras de drenaje y las señales de tránsito para garantizar el estado óptimo de la vía y la transitabilidad segura y libre de accidentes vehiculares.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2007), *Censo Poblacional*.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: *Especificaciones Técnicas de Rehabilitación*

Mejoramiento y Mantenimiento de Caminos Vecinales; Lima Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: *Manual Ambiental para la Rehabilitación y Mantenimiento de Caminos Rurales*, Lima Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: *Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito*, Lima Perú.

Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción: *Reglamento de Señalización*, Lima Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: *Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras y Normas para el Diseño de Caminos Vecinales*, Lima Perú.

Ponce, J. *Estudio Definitivo a nivel de ejecución del Camino Vecinal Calzada - Sector Potrerillo Km 0+000 - Km 2+920*, Informe de Ingeniería, Tarapoto Perú.

Ríos Vargas, Caleb, *Diseño Geométrico y Asfaltado de la Avenida Circunvalación - Tarapoto*, Informe de Ingeniería, Tarapoto Perú.

## **ANEXOS**

## **ESTUDIO DE SUELOS**



## **PLANOS**