



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**



**Estudio definitivo a nivel de afirmado del camino vecinal Emp.SM-683 (El Milagro) – Pedro Pascasio Noriega – Campo Alegre – Emp. Pe-5n (San José del Morro), l= 5.364 km, Distrito y Provincia Moyobamba, Departamento San Martín**

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

**AUTOR:**

**Edwar Enrique Calle Paz**

**ASESOR:**

**Ing. Carlos Enrique Chung Rojas**

**Tarapoto – Perú**

**2017**

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



**Estudio definitivo a nivel de afirmado del camino vecinal Emp.SM-683 (El Milagro) – Pedro Pascasio Noriega – Campo Alegre – Emp. Pe-5n (San José del Morro), l= 5.364 km, Distrito y Provincia Moyobamba, Departamento San Martín**

**AUTOR:**

**Edwar Enrique Calle Paz**

**Sustentada el día 29 de Diciembre de 2017 y aprobada ante el honorable jurado:**

.....  
**Ing. Mg. Ramiro Vásquez Vásquez**  
**Presidente**  
Res. N°014-2019-UNSM/FICA-D-NLU

.....  
**Ing. M.Sc. Juvenal Vicente Díaz Agip**  
**Secretario**

.....  
**Ing. Mg. Ramiro Vásquez Vásquez**  
**Miembro**  
Res. N°014-2019-UNSM/FICA-D-NLU

.....  
**Ing. Carlos Enrique Chung Rojas**  
**Asesor**

## Declaratoria de Autenticidad

Yo, **Edwar Enrique Calle Paz** con DNI N° 43344022, con domicilio legal Jr. Libertad N°332– Tarapoto, Bachiller de la facultad de Ingeniería civil y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, y con la Tesis Titulada: **Estudio definitivo a nivel de afirmado del camino vecinal Emp.SM-683 (El Milagro) – Pedro Pascasio Noriega – Campo Alegre – Emp. Pe-5n (San José del Morro), l= 5.364 km, Distrito y Provincia Moyobamba, Departamento San Martín**

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis es de nuestra autoría.
2. Hemos 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 se 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, **asumimos las consecuencias** y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la **normatividad vigente** de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 29 de Diciembre del 2017.



Edwar Enrique Calle Paz

DNI N° 43344022

## Declaración Jurada

Yo **Edwar Enrique Calle Paz** con DNI N° 43344022, con domicilio legal Jr. Libertad N°332- Tarapoto, 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 toda la documentación y todos los datos e información de la presente tesis y/o informe de Ingeniería, que acompaño es verás y auténtica.

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

Tarapoto, 29 de Diciembre del 2017.



Edwar Enrique Calle Paz

DNI N° 43344022



**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:	EDUAR CALLE PAZ	
Código de alumno :	043045	Teléfono: 964716368
Correo electrónico :	vanscal@hotmail.com	DNI: 413344022

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

**2. Datos Académicos**

Facultad de:	Ingeniería 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:	Estudio definitivo a nivel de Afirmado del camino vecinal EHP Sm- 683 (el Milagro) - Pedro Poscajón Noriega - Campo Alegre - EHP. PE- Sm - 683 (San José de Hornos) L. = 5364 KM. Distrito y provincia Moyobamba. Departamento San Martín.
Año de publicación:	2017

**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:

02 / 07 / 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**

Dedico de manera especial a mis padres, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, además del apoyo incondicional en todo momento e inculcándome el deseo de superación en la culminación de mis estudios, y a mi familia por ser el motivo de superación cada día.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

**Edwar Enrique Calle Paz**



## **Agradecimiento**

Agradecer a mis padres por todo el esfuerzo brindado hacia mi camino profesional, además del apoyo incondicional en la toma de decisiones, a los docentes por el tiempo y enseñanzas que nos brindaron durante el proceso de nuestra formación profesional, a mi familia por ser el impulso a mejorar y seguir adelante, y a Dios que con su guía permitió que las enseñanzas de mis padres se fortalezcan en el camino de mi vida.

**Edwar Enrique Calle Paz**

## Índice

Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento .....	vii
Índice .....	viii
Índice de Tabla .....	xiii
Índice de Figuras .....	xv
Resumen .....	xvi
Abstract.....	xvii
Introducción.....	1
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>2</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>2</b>
1.1. Exploración preliminar orientando la investigación .....	2
1.2. Aspectos generales del estudio .....	3
1.2.1. Ubicación geográfica del proyecto .....	3
1.2.2. Aspectos climáticos .....	6
1.2.3. Precipitación .....	6
1.2.4. Hidrología .....	7
1.2.5. Geología.....	7
1.2.6. Fisiografía .....	7
1.2.7. Situación actual de la vía .....	8
1.2.8. Área de influencia.....	8
1.2.9. Población beneficiada .....	8
1.2.10.Tasa de crecimiento: .....	9
1.2.11.Condiciones económicas .....	9
1.3. Componentes Del Proyecto.....	9
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>12</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
2.1. Antecedentes, planteamiento, formulación del problema a resolver .....	12
2.2. Justificación e importancia .....	13
2.3. Definición del problema .....	14
2.4. Limitaciones .....	14
2.5. Objetivos .....	14
2.6. Marco teórico y conceptual .....	15

2.6.1. Marco teórico.....	15
2.6.1.1. Antecedentes de la investigación .....	15
2.6.1.2. Fundamentación teórica de la investigación .....	16
2.6.1.3. Derecho de vía.....	17
2.6.1.4. Previsión de ensanche .....	17
2.6.1.5. Diseño geométrico.....	17
2.6.1.6. Elementos del diseño geométrico.....	18
2.6.1.7. Alineamiento vertical .....	20
2.6.1.8. Pendiente .....	22
2.6.1.9. Sección transversal.....	22
2.6.1.10. Composición de tráfico .....	27
2.6.1.11. Capacidad portante del suelo de rasante .....	28
2.6.1.12. Especificaciones para material de lastrado .....	28
2.6.1.13. Información básica y criterios de diseño .....	29
2.6.1.14. Criterio general de aplicación .....	30
2.6.1.15. Trazado de perfil longitudinal.....	32
2.6.1.16. Metodología de trabajo a realizar .....	32
2.6.1.17. Drenaje.....	33
2.6.1.18. Pavimento .....	34
2.6.1.19. Costos y Presupuestos de Obra.....	51
2.6.2. Marco conceptual: Definición de términos básicos.....	53
2.7. Hipótesis.....	54
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>55</b>
<b>MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>55</b>
3.1. Materiales .....	55
3.1.1. Recursos Humanos .....	55
3.1.2. Recursos Materiales y servicios.....	55
3.1.3. Recursos de Equipos.....	55
3.2. Metodología de la investigación .....	55
3.2.1. Sistema de variables .....	55
3.2.2. Tipos y Nivel de la Investigación .....	56
3.2.3. Cobertura de la Investigación.....	56
3.2.3.1 Universo y/o muestra. ....	56
3.2.4. Ámbito Geográfico .....	56

3.2.5. Diseño del Método de Investigación .....	56
3.2.6. Fuentes Técnicas e Instrumentos de Selección de Datos.....	57
3.2.7. Instrumentos .....	58
3.2.7.1 Instrumentos bibliográficos.....	58
3.2.7.2 Instrumentos de laboratorio.....	58
3.2.8. Procesamiento y Presentación de Datos .....	58
3.2.8.1 Procesamiento y Presentación de Datos.....	58
3.2.8.2 Procedimientos Para la recolección de Datos. ....	59
3.2.8.3 Procesamiento y Presentación de Datos.....	59
3.2.9. Análisis e interpretación de datos y resultados.....	59
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>61</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>61</b>
4.1. Estudio topográfico.....	61
4.1.1. Diseño Geométrico de la Vía.....	62
4.2. Estudio de impacto ambiental.....	68
4.2.1. Objetivos del estudio de impacto ambiental:.....	68
4.2.2. Metodología:.....	69
4.2.3. Descripción de impactos ambientales.....	69
4.2.3.1. Descripción de los Principales Impactos Ambientales .....	69
4.2.3.2. Etapa de Construcción.....	69
4.2.3.3. Etapa de Mantenimiento.....	73
4.2.4. Plan de manejo ambiental.....	73
4.3. Estudio de suelos.....	77
4.3.1. Generalidades .....	77
4.3.2. Contenido del Informe.....	77
4.3.3. Descripción General de la Zona del Proyecto. ....	77
4.3.4. Trabajos de Campo.....	78
4.3.4.1. Reconocimiento Superficial del Terreno.....	78
4.3.4.2. Exploraciones de Campo.....	78
4.3.4.3. Inspección In Situ.....	78
4.3.4.4. Obtención de muestras (Calicatas).....	79
4.3.5. Trabajos de Laboratorio.....	80
4.3.6. Análisis de los resultados.....	80
4.3.6.1. Superficie de Rodadura .....	80

4.3.6.2. Sub rasante .....	81
4.3.6.3. Estratigrafía .....	82
4.3.7. Ubicación de canteras .....	82
4.3.8. Ubicación de botadero .....	83
4.4. Estudio de tráfico.....	83
4.4.1. Objetivo .....	83
4.4.2. Estudio del tráfico.....	84
4.4.3. Demanda Actual .....	84
4.4.4. Conteo de tráfico.....	84
4.4.5. Estudio de la vía.....	85
4.4.6. Análisis de tráfico .....	85
4.4.7. Tráfico proyectado.....	86
4.5. Estudio de hidrología y drenaje .....	86
4.5.1. Introducción.....	86
4.5.2. Ubicación de Fuentes de Agua. ....	87
4.5.3. Hidrología .....	88
4.5.4. Diseño de Obras de Drenaje Superficial.....	93
4.6. Diseño de pavimento a nivel de afirmado.....	97
4.6.1. Generalidades .....	97
4.6.2. Estudio del tráfico.....	100
4.6.3. Diseño de pavimento con mejoramiento de subrasante con geomallas.....	104
4.6.3.1. Objetivo.....	104
4.6.3.2. Generalidades .....	104
4.6.3.3. Mecanismos de refuerzo de las geomallas .....	105
4.6.4. Determinación del CBR de diseño .....	107
4.6.5. Diseño del Mejoramiento de la Sub-Rasante.....	108
4.6.6. Cálculo del Mejoramiento de la Sub-Rasante .....	110
4.7. Estudio económico del proyecto.....	114
4.4.1. Metrados .....	114
4.4.2. Análisis de costos unitarios .....	114
4.4.3. Desagregado de gastos generales.....	114
4.4.4. Presupuesto de obra .....	117
4.4.5. Relación de insumos .....	119
4.4.6. Fórmula polinómica.....	119



4.4.7. Calendario valorizado de avance de obra .....	120
4.4.8. Cronograma de Adquisición de Insumos.....	122
4.5. Análisis y discusión de los resultados.....	125
<b>CONCLUSIONES</b> .....	126
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	127
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	128
<b>ANEXOS</b> .....	129
ANEXO 1: Estudio hidrológico y drenaje.....	130
ANEXO 2: Estudio de suelos.....	131
ANEXO 3: Estudio económico.....	132
ANEXO 4: Fotografías.....	136
<b>PLANOS</b> .....	143

## Índice de Tabla

Tabla 1. Datos Pluviométricos.....	6
Tabla 2. Columna Estratigráfica.....	7
Tabla 3. Fisiografía.....	7
Tabla 4. Población Actual Total Proyectada .....	9
Tabla 5. Presupuesto de Obra.....	11
Tabla 6. Elementos de Curvas Simples .....	19
Tabla 7. Radios Mínimos y Peraltes Máximos en curvas.....	20
Tabla 8. Ancho mínimo de calzada en tangente (en metros).....	22
Tabla 9. Sobre Ancho de Calzada en curvas circulares (Calzada de dos carriles de circulación).....	23
Tabla 10. Taludes de Corte.....	26
Tabla 11. Taludes de Relleno .....	26
Tabla 12. Granulometría para Material de Afirmado .....	28
Tabla 13. Características técnicas del camino vecinal mejorado .....	31
Tabla 14. Especificaciones para la granulometría .....	47
Tabla 15. Especificaciones para la granulometría capa superficial afirmado .....	48
Tabla 16. Relación de BMs ubicados en campo.....	62
Tabla 17. Radios mínimos empleados en el trazo .....	63
Tabla 18. Longitudes mínimas de transición de bombeo y transición de peralte (m).....	64
Tabla 19. Peraltes empleados en curvas horizontales.....	65
Tabla 20. Sobrecorrimiento de la calzada en curvas circulares (Calzada de dos carriles de Circulación).....	65
Tabla 21. Índice “K” para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa .....	66
Tabla 22. Índice “K” para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava.....	67
Tabla 23. Pendientes Máximas .....	67
Tabla 24. Depósito de Material Excedente.....	76
Tabla 25. Presupuesto de Mitigación Ambiental.....	76
Tabla 26. Calicatas del tramo .....	79
Tabla 27. Ensayos de laboratorio Estandar y Especiales.....	80
Tabla 28. Perfil del Suelo Camino Vecinal .....	81
Tabla 29. Ubicación de la cantera “Garate” .....	82
Tabla 30. Ubicación de la cantera “Chavarry” .....	83

Tabla 31. Ubicación de botaderos .....	83
Tabla 32. Conteo de trafico .....	85
Tabla 33. Índice medio diario anual .....	85
Tabla 34. Características básicas para la superficie de rodadura de las Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito .....	86
Tabla 35. Coeficientes de duración lluvias entre 48 horas y 1 hora.....	89
Tabla 36. Valores para la determinacion del coeficiente de escorrentia .....	90
Tabla 37. Coeficiente de escorrentia .....	90
Tabla 38. Coeficiente de escorrentia según superficie .....	91
Tabla 39. Valores del coeficiente de Manning .....	91
Tabla 40. Riesgo de excedencia (%) durante vida útil para diversos períodos de retorno ..	92
Tabla 41. Períodos de retorno para diseño de obras de drenaje en carreteras de bajo volumen de tránsito.....	93
Tabla 42. Dimensiones mínimas de cunetas.....	94
Tabla 43. Descripción de obras de arte e infraestructura existentes.....	95
Tabla 44. Descripción de obras de arte e infraestructura proyectadas .....	96
Tabla 45. Características básicas para la superficie de rodadura de las Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito .....	100
Tabla 46. Tasa de crecimiento de tráfico.....	101
Tabla 47. Proyección del Tráfico Generado (Vehículo/Día).....	102
Tabla 48. Demanda proyectada .....	102
Tabla 49. Calculo de Repeticiones de Ejes Equivalentes para periodos de 5 y 10 años ...	103
Tabla 50. Tabla de la clase de tráfico que circula por el tramo en estudio.....	104
Tabla 51. Datos de la subrasante del proyecto .....	108

## Índice de Figuras

Figura 1. Mapa Político del Perú y del Departamento de San Martín.....	5
Figura 2. Mapa de la Provincia de Moyobamba y sus Distritos.....	5
Figura 3. Ubicación del Proyecto. ....	6
Figura 4. Elementos de una Curva Simple . ....	19
Figura 5. Altura Libre en Túneles. ....	25
Figura 6. Sección Típica de una Carretera a Media Ladera. ....	27
Figura 7. Pavimento Flexible .....	36
Figura 8. Determinación de espesor de capa de revestimiento granular. ....	40
Figura 9. Catálogo de estructuras de pavimento.....	42
Figura 10. Catálogo de estructuras de pavimento. ....	43
Figura 11. Catálogo de estructuras de pavimento.....	44
Figura 12. Catálogo de estructuras de pavimento.....	45

## 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 resolver un problema de transitabilidad de una vía, que al ser ejecutado permitirá contar con un Camino Vecinal que coadyuvará al desarrollo socioeconómico de la población beneficiada.

La investigación es de tipo aplicada y se ha llevado a cabo por la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, de la Universidad Nacional de San Martín, desarrollando el proyecto en el Distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba, en la Región San Martín. Este trabajo se ha desarrollado aplicando sobre el terreno las teorías y normas existentes de topografía, mecánica de suelos, impacto ambiental, hidrología, drenaje vial, concreto y otros afines, y que han permitido contar con el Estudio Definitivo del Camino Vecinal EMP.SM-638 ( EL MILAGRO ) – PEDRO PASCASIO NORIEGA- CAMPO ALEGRE – EMP.PE-5N (SAN JOSE DEL MORRO ) en una longitud de 5.364 Kms.

Los resultados evidencian a todas luces que es posible lograr, a partir de la correcta aplicación de las teorías, estudios y resultados contundentes, que luego del análisis medido pueden ser presentados en forma de proyecto definitivo, evaluando su factibilidad en todo su contexto, optimizando su vialidad.

Para el estudio de Rehabilitación del Camino vecinal en estudio, se emplearon los métodos de ingeniería conocidos para estos tipos de estudios, en dos fases de trabajo: de campo y gabinete.

Durante la Fase de campo se realizó la evaluación e inventario de la vía actual: definición del trazo final, levantamiento topográfico de la vía, consistente en el trazo, nivelación, seccionamiento y colocación de Bench Mark, estudios de ubicación y evaluación de obras de arte a proyectarse; preparación de calicatas a lo largo de la vía para los estudios de mecánica de suelos; estudio de impacto ambiental, necesario para el diseño de la vía.

En la Fase de gabinete se procedió a procesar e interpretar los datos de campo obtenidos, se realizó los diferentes ensayos de mecánica de suelos y se procesó los planos topográficos y de obras de arte que se adjunta al estudio, de igual forma se realizó el diseño del pavimento a nivel de afirmado.

**Palabra clave:** Calicata, hidrología, factibilidad, levantamiento topográfico.



## Abstract

The following Thesis work to get the Professional Title of Civil Engineer, has been developed with the purpose of making a technical-scientific contribution to help solving a problem of fluent transit of a road, which when executed will allow a neighbor road who will contribute to the socioeconomic development of the beneficiary population.

The following is an applied type research and has been carried out by the Faculty of Civil Engineering and Architecture of the National University of San Martin, which has been developed in the District of Moyobamba, Province of Moyobamba, in the San Martin Region. This work has been developed applying in the field the existing theories and norms of topography, soil mechanics, environmental impact, hydrology, road drainage, concrete and other related, and that have allowed to have the Definitive Study of the EMP.SM- 638 Neighborhood Road (THE MIRACLE) - PEDRO PASCASIO NORIEGA- CAMPO ALEGRE - EMP.PE-5N (SAN JOSE DEL MORRO) with a length of 5,364 Kms.

The results show clearly that it is possible to achieve, from the correct application of the theories, studies and conclusive results, which after the measured analysis can be presented in the form of a definitive project, evaluating its feasibility in its entire context, optimizing its road.

For the study of Rehabilitation of the neighborhood road under study, the engineering methods known for these types of studies were used, in two phases of work: field.

During the Field Phase the evaluation and inventory of the current road was carried out: definition of the final trace, topographic survey of the road, consisting of the tracing, leveling, sectioning and placement of Bench Mark, location studies and evaluation of works of art to project itself; preparation of test pits along the track for soil mechanics studies; Environmental impact study, necessary for the road design.

In the Cabinet Phase, the field data obtained were processed and interpreted, the different soil mechanics tests were carried out, and the topographic and art works plans attached to the study were processed, as well as the design of the pavement at the level of affirmed.

The results show clearly that it is possible to achieve, from the correct application of the theories, studies and conclusive results, which after the measured analysis can be presented in the form of a definitive project, evaluating its feasibility in its entire context, optimizing its road.

**Keyword:** Calicata, hydrology, feasibility.



## **Introducción**

El presente trabajo de tesis, se desarrolla en la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto como contribución a la sociedad, debido a la problemática vial de nuestro departamento, y las localidades que requieren desarrollarse

El aporte consiste en formular una propuesta técnica para apoyar al desarrollo de estas localidades, y al mismo tiempo poner a disposición de la Universidad una investigación que servirá como base para futuros proyectos de desarrollo.

# CAPÍTULO I

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### **1.1. Exploración preliminar orientando 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: **Estudio Definitivo a Nivel de Afirmado del Camino Vecinal Emp.Sm-683 (El Milagro) – Pedro Pascasio Noriega – Campo Alegre – Emp. PE - 5n (San José Del Morro), L= 5.364 Km, Distrito y Provincia Moyobamba, Departamento San Martín.**

## 1.2. Aspectos generales del estudio

### Características generales

#### 1.2.1. Ubicación geográfica del proyecto

El tramo en materia del presente estudio tiene una longitud total de 5.364 Km. y se desarrolla en la provincia de Moyobamba, en el distrito de Moyobamba, empezando en la localidad de El Milagro, terminando en la localidad de San José Del Morro.

#### Aspecto Político

Localidades	:	El Milagro, Pedro Pascasio Noriega, Campo Alegre, San José del Morro.
Distrito	:	Moyobamba
Provincia	:	Moyobamba
Región	:	San Martín

#### Aspecto Cartográfico

Punto <u>Inicial</u>	:	El Milagro (Empalme Camino Vecinal SM-638. – Campo de Fútbol).
Altitud	:	836.80 msnm
Coordenadas UTM Norte	:	9329475.80
Coordenadas UTM Este	:	273543.00
<u>Punto Final</u>	:	San Jose del Morro ((Emp. con carretera Arq. Fernando Belaúnde Terry).
Altitud	:	876.32 msnm
Coordenadas UTM Norte	:	9331280.06
Coordenadas UTM Este	:	276741.13

#### Vías de acceso

La zona de trabajo cuenta con una vía terrestre principal que es la Carretera Fernando Belaunde Terry, esta vía une a la provincia de Moyobamba por el Norte con las ciudades de Rioja, Bagua, Chiclayo (Carretera Panamericana Sur y Norte); y por el sur con las ciudades de Tarapoto, Juanjuí, Tocache, Tingo María, Huánuco, etc. Cabe resaltar que esta vía desde Chiclayo hasta la ciudad de Tarapoto se encuentra asfaltada, con algunos tramos que se

encuentran a nivel de afirmado mayormente en tramos críticos por el condicionamiento geológico.

En conclusión podemos afirmar que existen dos vías de acceso hasta la ciudad de Moyobamba:

Lima – Chiclayo – Olmos – Bagua – Rioja – Moyobamba (1,497 Km.) utilizando la carretera Panamericana Norte y luego la Carretera Fernando Belaunde Terry con una duración de 20 a 22 horas aproximadamente en ómnibus, a nivel de vía asfaltada.

Lima – Huánuco – Tingo María – Tocache – Juanjuí – Tarapoto – Moyobamba (1,083 Km.) utilizando la carretera Central y luego la Carretera Fernando Belaunde Terry con una duración de 30 a 32 horas aproximadamente, en ómnibus.

No obstante la menor longitud, esta ruta se encuentra a nivel de afirmado entre el Ramal de Aspuzana (a unos 20 Km. de Tingo María) y Juanjuí, presentando tramos en muy mal estado, en particular el sub-tramo Aucayacu (a unos 45 Km. de Tingo María)-Moyobamba-Juanjuí.

Por vía aérea, el acceso de mayor importancia se da a través del aeropuerto de la ciudad de Tarapoto, a unos 120 Km. de la ciudad de Moyobamba.

### **Acceso a la Zona del Proyecto**

Para acceder al camino se tiene el siguiente acceso:

Teniendo como punto de partida la ciudad de Moyobamba, en la intersección con la carretera Fernando Belaunde Terry, vía principal de comunicación nacional, (tramo de carretera que conduce a Rioja), desplazándonos 7.70km en dirección Oeste hasta llegar al Km 485+700 EMP.PE-5N (Puente Indoche), de ahí se continúa en dirección Sur-Oeste con pendientes máximas de 6.00% y pendientes mínimas de 0.033%, interconectando al Caserío El Milagro (EMP.SM-638) a 1.65 Km; el cual denominaremos punto de inicio de la vía en estudio (km. 00+000), una vez allí avanzando 2.600km hasta llegar al Caserío Pedro Pascasio Noriega, continuando con el recorrido avanzando 1.120km hasta llegar al Caserío Campo Alegre, de igual manera siguiendo la vía a 1.694 nos encontramos con el EMP.PE-5N(Caserío San José del Morro), que es el punto final del tramo en estudio (Km. 05+364).



## Ubicación del Proyecto

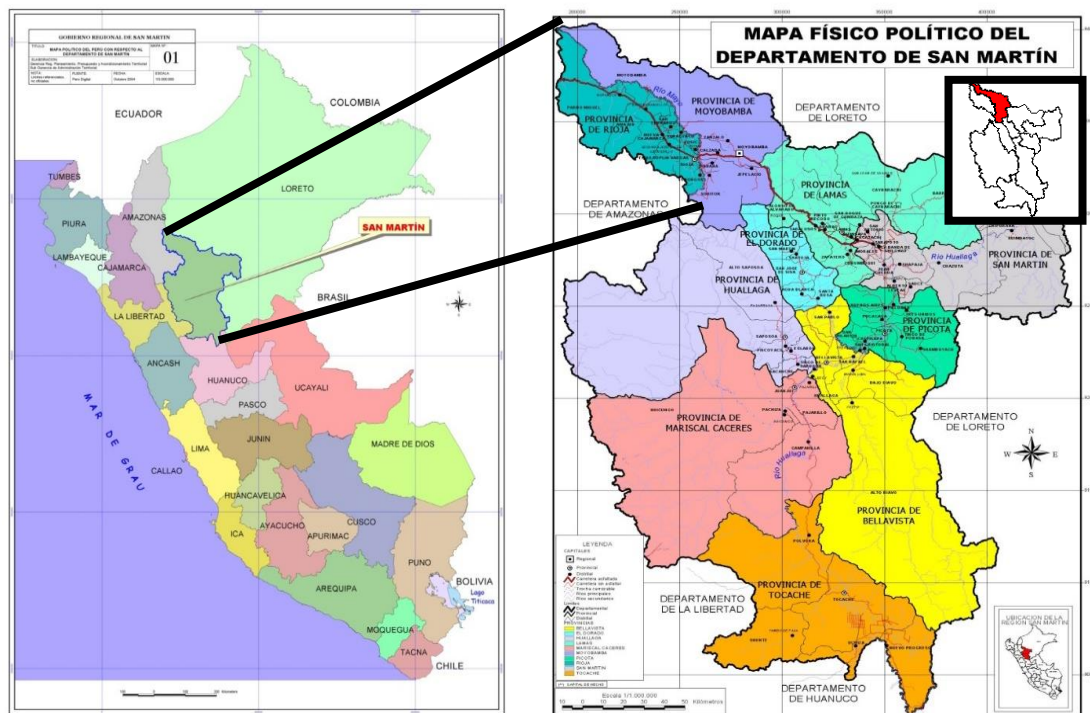


Figura 1. Mapa Político del Perú y del Departamento de San Martín. (fuente: Peru Digital).



Figura 2. Mapa de la Provincia de Moyobamba y sus Distritos (Fuente: Perú Digital).

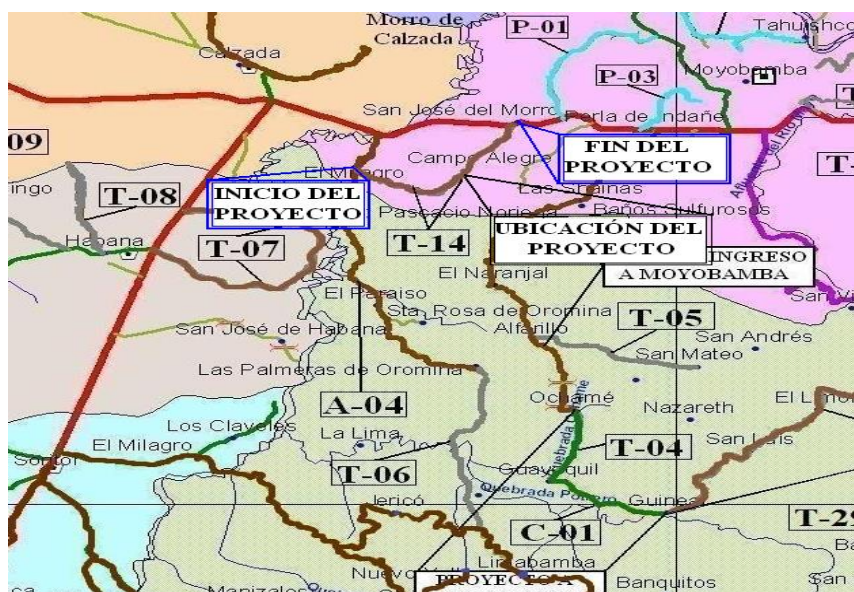


Figura 3. Ubicación del Proyecto (Fuente: Perú Digital).

### 1.2.2. Aspectos climáticos

El clima predominante es ligero a moderadamente húmedo y semicálido sin ningún déficit de agua. Una característica fundamental del Alto Mayo es el exceso de humedad, que da lugar a escorrentía durante todo el año, bajo la forma de arroyuelos, riachuelos y ríos de regímenes continuos. De esta manera, la escorrentía hídrica constituye el principal factor para el potencial desarrollo de la actividad agropecuaria de la zona.

**Altitud:** El área del proyecto se encuentra a una altitud promedio de 876.32 msnm.

### 1.2.3. Precipitación

La información pluviométrica fue tomada de la Estación Meteorológica de "MOYOBAMBA", debido a ser la estación más cercana al área de estudio. A continuación se presenta los datos de precipitación obtenidos en la siguiente tabla.

**Tabla 1**

*Datos Pluviométricos*

AÑO	PRECIPITACION Pi (mm)
1996	197.60
1997	280.90
1998	182.50
1999	254.80
2000	234.40
2001	266.50
2002	181.40
2003	227.90
2004	209.84

Fuente: Estación Meteorológica de Moyobamba.

### 1.2.4. Hidrología

El curso de agua principal de la zona del proyecto es el Río Indoche.

### 1.2.5. Geología

Geológicamente la localidad de Campo Alegre se encuentra en la formación Yahuarango, la localidad de Pedro Pascasio Noriega se encuentra en la formación Sarayaquillo y la localidad de El Milagro se encuentra en las formaciones Ipururo y depósitos fluviales; la columna estratigráfica de las respectivas localidades se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 2**

*Columna Estratigráfica*

Era	Sistema	Serie	Unidad Litoestratigráfica
	Cuaternario	Holocena	Depósitos fluviales
Cenozoico	Neógeno	Miocena	Formación Ipururo
	Paleógeno	Paleocena	Formación Yahuarango
Mesozoico	Jurásico	Superior	Formación Sarayaquillo
		Inferior	

Fuente: Mapa Geológico de la Cuenca Alto Mayo. Mesozonificación Ecológica Económica de la Cuenca Alto Mayo 2007

### 1.2.6. Fisiografía

Fisiográficamente las localidades Campo Alegre y Pedro Pascasio Noriega se encuentra en el paisaje de colinas altas y la localidad El Milagro en terrazas bajas, tal como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 3**

*Fisiografía*

Provincia Fisiográfica	Unidad Climática	Gran Paisaje	Paisaje	Sub Paisaje
Cordillera Andina	Tierras cálidas a templado 14.5 – 25 °C 500 – 4000 mm 500 – 3500 msnm	Relieve montañoso colinado estructural plegado denudativo (cordillera subandina)	Montañas bajas	Laderas empinadas
		Llanura aluvial (ríos Mayo, Huallaga y afluentes)	Terrazas bajas	Drenaje bueno a moderado

Fuente: Mapa Fisiográfico de la Cuenca Alto Mayo. Mesozonificación Ecológica Económica de la Cuenca Alto Mayo 2007

### **1.2.7. Situación actual de la vía**

El camino vecinal Emp. SM – 638 (El Milagro) – Pedro Pascasio Noriega – Campo Alegre – Emp. PE – 5N (San José del Morro), distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba – Región San Martín, tiene una longitud de 5.364 Km, su plataforma se encuentra a nivel de afirmado de regular a mal estado de transitabilidad, con un ancho suficiente para una vía de un carril.

La actual superficie de afirmado de rodadura, es muy susceptible de deterioro constante por el efecto abrasivo de los neumáticos de los vehículos y también del medio ambiente, a través de las tormentosas lluvias que caen en la zona provocando la erosión de la superficie. El desprendimiento de los materiales debido a la falta de ligante, ocasiona también la generación de polvo con el transitar de los vehículos, dificultando la visibilidad de los conductores, ocasionando molestias y enfermedades a los lugareños, así como, también afectando la calidad de los productos agrícolas que se cultivan en las zonas aledañas. En consecuencia la carretera es susceptible de dañarse rápidamente, por lo que requiere principalmente de trabajos de reconfiguración de plataforma y reposición del material de afirmado, a fin de mejorar la transitabilidad.

### **1.2.8. Área de influencia**

Con la realización de este proyecto de tesis y posterior ejecución, se verán influenciados en su desarrollo, socioeconómico y cultural, el Distrito de Moyobamba y los pobladores de las localidades de El Milagro, Pedro Pascasio Noriega, Campo Alegre, San José Del Morro, Las Shainas, Baños Sulfurosos, El Paraíso y El Naranjal.

### **1.2.9. Población beneficiada**

La población directamente beneficiada al 2007 es de 1,305 habitantes, asentados en el área de influencia del proyecto en las localidades de El Milagro, Pedro Pascasio Noriega, Campo Alegre, San José Del Morro, Las Shainas, Baños Sulfurosos, El Paraíso y El Naranjal; incrementándose la misma con el aporte de los centros poblados que pertenecen al área de influencia y que utilizan la vía como único medio de comunicación y acceso a los mercados. Esta población ha sido proyectada al año 2017 según proyecciones del INEI (Instituto Nacional de Estadísticas e Informática) en base a la información correspondiente al banco de información distrital, distribuyéndose de la siguiente manera:

**Tabla 4***Población Actual Total Proyectada*

Descripción	Nº de Personas
Población al 2007 ( Háb) → (Pi)	1,305
Tasa de Crecimiento Anual (*)→ (Tc)	2.60%
Periodo de Cálculo ( Año) → (n)	10
Población Proyectada al 2017 ( Háb)	1,687
$Pf = Pi \times (Tc + 1)^n$	

Fuente: INEI /Elaboración Propia

(\*) Según el último Censo del 2007 a nivel de todo el departamento de San Martín.

Por lo tanto la población directa beneficiada, al año de ejecución del Estudio Definitivo es de 1,687 habitantes.

**1.2.10. Tasa de crecimiento:**

La tasa de crecimiento anual es de 2.60% para el Distrito de Moyobamba.

**1.2.11. Condiciones económicas**

La población beneficiada son gente campesina, tan solo un promedio del 50% 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: Café, arroz, maíz, plátano, cacao, yuca, papaya, etc.; cuya producción está destinada en gran parte a la venta sobre todo en la ciudad de Moyobamba. Por otro lado, otra actividad de importancia es la ganadería, realizada en los poblados del área de influencia del proyecto.

**1.3. Componentes Del Proyecto:**

Las metas para efectos del Mejoramiento del Camino Vecinal Emp. SM – 638 (El Milagro) – Pedro Pascasio Noriega – Campo Alegre – Emp. PE – 5N (San José Del Morro), distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba – San Martín, a nivel de afirmado son:

Mejoramiento de la base existente a través de la colocación y conformación de una capa de afirmado con un espesor de 0.25 m a lo largo de todo el tramo, dejándolo en óptimo estado de funcionalidad.

Mejoramiento de la sub rasante a través de la colocación y conformación de una capa de material granular con un espesor de 0.10 m a lo largo de todo el tramo, agregándose a ello la colocación de geomallas biaxiales para aumentar la resistencia de la subrasante.

Ancho de calzada de 4.00 m, con bermas de 0.50 m a cada lado.

Construcción del Sistema de Drenaje Transversal consistente en la colocación de:

02 alcantarillas circulares de tubería corrugada HDPE de Polietileno de Alta Densidad  $\varnothing=60''$ .

05 alcantarillas circulares de tubería corrugada HDPE de Polietileno de Alta Densidad 2 Ojos  $\varnothing=60''$ .

02 alcantarillas circulares de tubería corrugada HDPE de Polietileno de Alta Densidad  $\varnothing=42''$ .

13 alcantarillas circulares de tubería corrugada HDPE de Polietileno de Alta Densidad  $\varnothing=36''$ .

Construcción de 09 plazoletas de cruce entre 500m – 1000m.

Construcción de 5,908.60m de cunetas revestidas.

Colocación de 32 señales preventivas, 09 informativas, 06 ambientales y 07 hitos kilométricos.

Capacitación a la población usuaria en trabajos de mantenimiento vial preventivo, los cuales serán aplicadas en las faenas comunales que realizan.

Actividades de conservación del ambiente, así como también reacondicionamiento de área de campamento y patio de máquinas.

### **Presupuesto de obra**

Para la ejecución de la obra se propone en concordancia con el perfil, la ejecución por la modalidad de administración indirecta, para ello se ha considerado un Costo Indirecto conformado por el rubro Gastos Generales (10.00 % del Costo Directo) y Utilidad (10.00 % del Costo Directo), afectando el IGV con el 18 % de la sumatoria del Costo Directo, Gastos Generales y Utilidad.

El monto total de inversión para la ejecución del proyecto es de **S/ 5, 175,185.90** (Cinco Millones Ciento Setenta y Cinco Mil Ciento Ochenta y Cinco Y 90/100 Soles), con precios referidos al mes de Agosto del 2017.

### **Tabla 5**

#### *Presupuesto de Obra*

<b>Descripción</b>	<b>Montos (S/.)</b>
<b>Costo Directo</b>	<b>3'506,223.50</b>
Gastos Generales (10% C.D.)	350,622.35
Utilidad (10% C.D.)	350,622.35
<b>Sub Total</b>	<b>4,207,468.20</b>
I.G.V. (18 % S.T.)	757,344.28
<b>Costo Total de Obra</b>	<b>4,964,812.48</b>
Supervisión	175,311.18
Intervención Ambiental	35,062.24
<b>Presupuesto Total</b>	<b>5,175,185.90</b>

Fuente: Elaboración Propia

### **Plazo de ejecución**

El periodo de ejecución será de **124 días calendarios**, recomendándose el inicio de los trabajos entre los meses de mayo a diciembre del año, es decir, sin la presencia de lluvias intensas.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEORICO**

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

##### **2.1.1. Antecedentes del Problema**

Las vías de comunicación terrestre son requisitos indispensables para la realización de las principales actividades humanas y para el desarrollo de los pueblos.

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 intransitabilidad de las vías de comunicación, lo que impide el desarrollo de los pueblos.

Además el tramo de carretera existente entre los poblados de El Milagro y la localidad de San José del Morro en el Distrito de Moyobamba presenta en la actualidad problemas de deslizamiento en las zonas que existe deforestación sobre la plataforma de rodadura, esto debido a la estratigrafía del suelo, la cual tiene fallas geológicas debido a que la napa freática humedece constantemente el terreno de fundación lo cual permite la socavación del suelo, razón por la cual siempre tiende a deslizarse.

##### **2.1.2. Planteamiento del problema**

Los pobladores de las localidades de El Milagro, Pedro Pascasio Noriega, Campo Alegre y San José del Morro tienen la necesidad 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. Esto me motivó a presentar el proyecto de tesis titulado: **Estudio Definitivo del Mejoramiento del Camino Vecinal Emp.SM-638 (El Milagro) – Pedro Pascasio Noriega - Campo Alegre - Emp. PE-5N (San Jose del Morro), L= 5.364 km., Distrito y Provincia Moyobamba, Departamento San Martin, Región San Martin**, para el beneficio económico de los pobladores de las localidades de El Milagro, Pedro Pascasio Noriega, Campo Alegre y San José del Morro en el Distrito de Moyobamba que se sienten aislados de la red vial principal.

##### **2.1.3. Formulación del Problema**

El camino vecinal presenta en la actualidad problemas de transitabilidad en vista que en la actualidad debido a las constantes lluvias acaecidas en el lugar han malogrado la plataforma



de rodadura existente, toda vez que no existe un sistema de drenaje que derive las aguas de lluvia hacia otro sector que no sea la plataforma de rodadura.

En base a la situación planteada nos formulamos la siguiente interrogante **¿En qué medida los pobladores de El Milagro, Pedro Pascasio Noriega, Campo Alegre y San José del Morro elevarán su movimiento socio - económico, con el Mejoramiento de la carretera El Milagro - San José del Morro?.**

## **2.2. Justificación e importancia**

La presente Investigación se encuentra justificada por lo siguiente:

Bien sabemos que el transporte es una de las principales actividades que integra a los pueblos y logra el desarrollo Socio - Económico cumpliendo principalmente los siguientes roles.

**Apoyo al Proceso Productivo.-** Integrando los centros de producción con las principales mercado de abastos, posibilitando la comercialización interna y externa.

**Servicios a la Población.-** Facilitando a las personas su acceso a los servicios sociales culturales y Centros de Comercialización.

**Integración Interna.-** Interconectando los diferentes espacios socio - económicos en base al establecimiento de la infraestructura vial de manera de incorporar zonas de fronteras económicas insuficientemente desarrolladas a la economía nacional.

En la jurisdicción de El Milagro, Pedro Pascasio Noriega, Campo Alegre y San José del Morro existen recursos naturales y culturales que posibilitan el desarrollo de actividades de eco-turismo, en un paisaje de belleza natural, con bosques primarios que albergan una gran biodiversidad de flora y fauna.

Entendida así la trascendental importancia de las redes viales y dadas las condiciones socio – económicas actuales de las Localidades de El Milagro, Pedro Pascasio Noriega, Campo Alegre y San José del Morro 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.

### **Importancia:**

El camino vecinal se encuentra en condiciones de intransitabilidad, de esa manera comprendí la gran trascendencia e importancia de las pavimentaciones a nivel de afirmado de los caminos vecinales y dadas las condiciones socio - económicas actuales de los

pobladores de las localidades de El Milagro, Pedro Pascasio Noriega, Campo Alegre y San José del Morro del Distrito de Moyobamba, debido a que entre otros factores condicionan su desarrollo, no cuenta con el camino vecinal en buenas condiciones y tengan acceso rápido, que le permita lograr su desarrollo integral, está debidamente Justificado el desarrollo y la materialización del presente Proyecto de Tesis.

### **2.3. Definición del problema**

Los poblados de El Milagro, Pedro Pascasio Noriega, Campo Alegre y San José del Morro 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 intransitabilidad 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 de El Milagro, Pedro Pascasio Noriega, Campo Alegre y San José del Morro ‘6EI’ con las red vial principal Arqº Fernando Belaúnde Ferry, para que logren desarrollar sus objetivos socio – económicos ansiados y postergados.

### **2.4. Limitaciones**

En esta investigación se presentan las siguientes limitaciones:

Las constantes precipitaciones lo cual ocasiona que los trabajos de campo se atrasen.

En lo económico, debido a los estudios mediante calicatas, el cual está supeditado a un costo elevado, de acuerdo a la cantidad de calicatas que se excavarán.

La falta de fotografías aéreas que muestren la configuración actual del terreno de la vía en estudio.

El desarrollo del proyecto se limita al el **Estudio Definitivo a nivel de Afirmado del Mejoramiento del Camino Vecinal EMP.SM 683 (EL MILAGRO) – Pedro Pascasio Noriega – Campo Alegre – EMP. PE-5N (San José del Morro), L= 5.364 Km, Distrito y Provincia Moyobamba, Departamento San Martín.**

### **2.5. Objetivos**

#### **2.5.1. Objetivo General**

Realizar el **Estudio Definitivo del Mejoramiento de Camino Vecinal El Milagro – San José del Morro L= 5.364 Km**, con la correcta aplicación de las Normas Peruanas para el

Diseño de Carreteras preferentemente adaptada a nuestra Región, y Justificar la Solución adoptada sobre la base de un criterio Técnico y económico.

### **2.5.2. Objetivos Específicos**

Efectuar el Estudio Topográfico.

Efectuar el Estudio de Impacto ambiental.

Efectuar los Estudios de Suelos.

Efectuar los Estudios Hidrológico y Drenaje

Diseño del Pavimento a nivel de afirmado

Estudio Económico (Metrados, Análisis de Costos Unitarios, Presupuesto de Obra, Fórmula Polinómica, Calendario de Avance de Obra)

## **2.6. Marco teórico y conceptual**

### **2.6.1. Marco teórico**

Para el desarrollo del presente trabajo es necesario definir conceptos básicos, los cuales comprenden la descripción de términos y expresiones con un lenguaje bastante comprensible.

#### **2.6.1.1. Antecedentes de la investigación**

La Municipalidad Provincial de Moyobamba a través del Instituto Vial Provincial de Moyobamba realizó la formulación del estudio de Pre inversión del proyecto: **Mejoramiento del Camino Vecinal Emp. SM – 638 (El Milagro) – Pedro Pascasio Noriega – Campo Alegre – Emp. PE – 5N (San José Del Morro), distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba – Región San Martín**, dentro del contexto del desarrollo regional que tiene como rol principal facilitar la integración e interconexión de los diferentes espacios territoriales, en particular de aquellos que por su ubicación se hallan desconectados de los centros poblados de mayor desarrollo en el ámbito departamental y regional.

El **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.

El **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.

**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.

## **2.6.1.2.Fundamentación teórica de la investigación**

### **2.6.1.2.1. Clasificación de carreteras**

#### **2.6.1.2.1.1. Según su función**

El 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”.*

#### **2.6.1.2.1.2.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 sub clasificación 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 tráficos de diseño con un IMD hasta 30 veh/día.*

*Trochas carrozables - Sin IMD definido”.*

### **2.6.1.3. Derecho de vía**

#### **2.6.1.3.1. 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”.*

#### **2.6.1.3.2. 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”.*

#### **2.6.1.4. 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”.*

### **2.6.1.5. Diseño geométrico**

#### **2.6.1.5.1. 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”.*

#### **2.6.1.5.2. 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”.

#### **2.6.1.6. 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”.*

##### **2.6.1.6.1. 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:

###### **2.6.1.6.1.1. 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”.*

###### **2.6.1.6.1.2. 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 8 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:

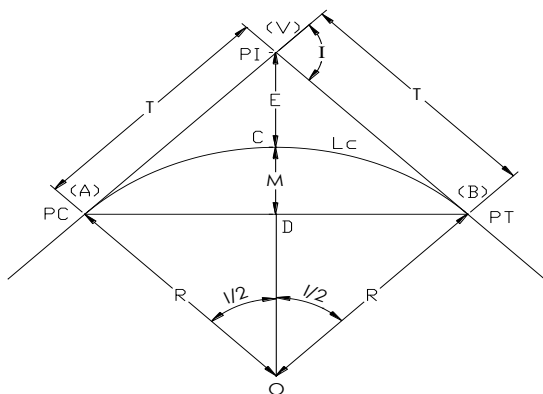


Figura 4. Elementos de una Curva Simple (Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito).

**Tabla 6**

*Elementos de Curvas Simples*

Elemento	Símbolo	Fórmula
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 - James Cárdenas Grisales.

#### 2.6.1.6.2. 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 peralte máximo tendrá como valor máximo normal 8% y como valor excepcional 10%. En carreteras afirmadas bien drenadas en casos extremos, podría justificarse un peralte máximo alrededor de 12%.*

*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:*

$$R \text{ min} = \frac{V^2}{127 (0.01 e_{\text{máx}} + f_{\text{máx}})}$$

**Tabla 7***Radio s Mínimos y Peraltes Máximos en curvas*

Velocidad directriz (km/h)	Peralte máximo e(%)	Valor límite de fricción $f_{\text{máx}}$	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
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	82.0	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.

**2.6.1.7. Alineamiento vertical****2.6.1.7.1. 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 continuán 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”.*

### **2.6.1.8. 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%”.*

### **2.6.1.9. Sección transversal**

#### **2.6.1.9.1. 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 8, 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 8**

*Ancho mínimo de calzada en tangente (en metros)*

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

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 8. Estarán provistas de sobre anchos, en los tramos en curva, de acuerdo a lo indicado en la Tabla 09.

**Tabla 9**

*Sobre Ancho de Calzada en curvas circulares (Calzada de dos carriles de circulación)*

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

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

#### **2.6.1.9.2. 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%”.*

### 2.6.1.9.3. 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.

#### 2.6.1.9.3.1. 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:

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

Donde:

S = Sobreancho

n = Número de carriles

Vd = Velocidad Directriz

L = Distancia entre ejes del vehículo

R = Radio de la curva

#### 2.6.1.9.4. 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*”.

### 2.6.1.9.5. 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 5.

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)”.

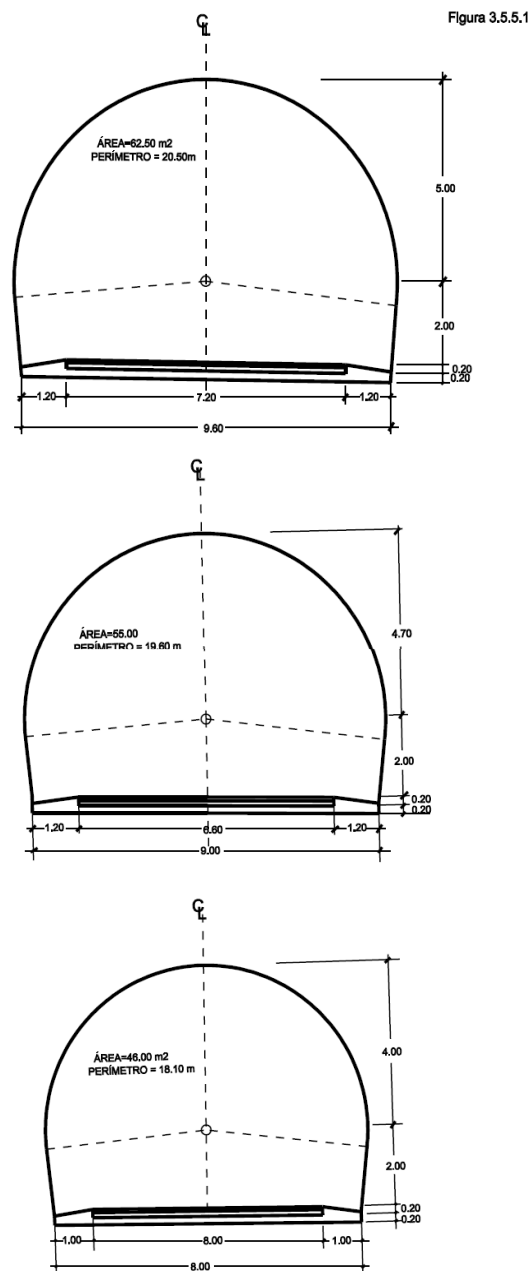


Figura 5. Altura Libre en Túneles. (Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.)

### 2.6.1.9.6. 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 10 y Tabla 11 respectivamente, como se indica:

**Tabla 10**

#### *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 cementados	4 : 1	(*)	(**)
Suelos consolidados compactos	4 : 1	(*)	(**)
Conglomerados comunes	3 : 1	(*)	(**)
Tierra compacta	2 : 1 - 1 : 1	(*)	(**)
Tierra suelta	1 : 1	(*)	(**)
Arenas sueltas	1 : 2	(*)	(**)
Zonas blandas con abundante arcillas o zonas humedecidas por filtraciones	1 : 2 hasta 1 : 3	(*)	(**)

(\*) Requiere banqueteta o análisis de estabilidad

(\*\*) Requiere análisis de estabilidad

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

**Tabla 11**

#### *Taludes de Relleno*

Materiales	Talud ( V : H )		
	H < 5	5 < H < 10	H > 10
Enrocado	1 : 1	(*)	(**)
Suelos diversos compactados (mayoría de suelos)	1 : 1.5	(*)	(**)
Arena compactada	1 : 2	(*)	(**)

(\*) Requiere banqueteta o análisis de estabilidad

(\*\*) Requiere análisis de estabilidad

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

### 2.6.1.9.7. Sección transversal típica

Según el Manual “*la figura 6 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”.

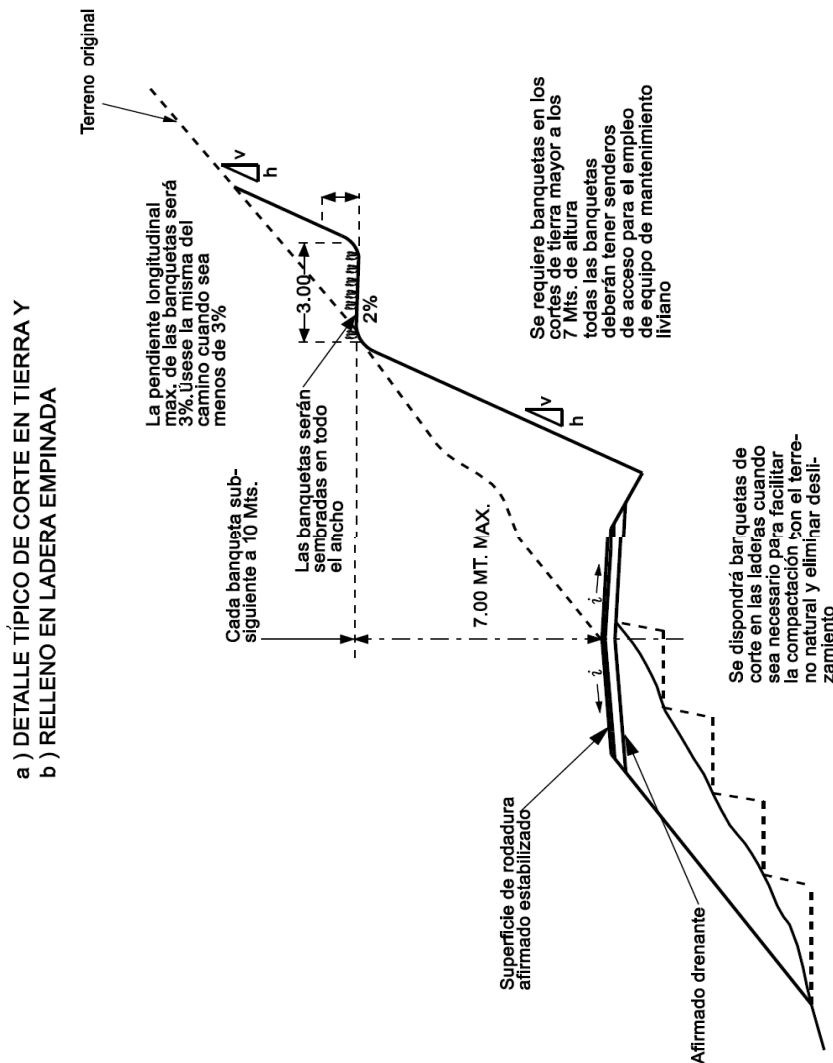


Figura 3.5.7.1

Figura 6. Sección Típica de una Carretera a Media Ladera. (Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.)

### 2.6.1.10. 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.

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”.

#### 2.6.1.11. 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)”.

#### 2.6.1.12. Especificaciones para material de lastrado

##### 2.6.1.12.1. Granulometría

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

**Tabla 12**

*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: M.T.C: 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 deberá



tener un CBR al 100% de la Densidad Máxima del 65% como mínimo.

#### **2.6.1.12.2. 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° 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 constituido 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 I-180), y dentro de un rango de contenido de humedad del 3% así mismo las perdidas observadas en los ensayos de abrasión en la Máquina de los Ángeles no deberán tener perdida 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 I-1 80-D)”.*

#### **2.6.1.13. Información básica y criterios de diseño**

Las características del proyecto influyen en la capacidad y eficiencia, en la seguridad del funcionamiento y en la aceptabilidad social por parte de los usuarios.

El objetivo del diseño, es el de crear un camino vecinal de tipo apropiado, con dimensiones y características de alineamientos tales que la capacidad resultante sea equilibrada y económica.

Los elementos del proyecto están sujetos a controles y criterios determinados por los siguientes factores:

La clasificación funcional

Capacidad y composición del tránsito.

Velocidad de proyecto.

Topografía

Costo

Percepción sensible de los usuarios

Características de los vehículos.

Seguridad

Aspecto social y ambiental.

#### **2.6.1.14. Criterio general de aplicación**

Se ha considerado en lo posible las características técnicas de la vía existente, tales como radios mínimos, trazo en planta y la limpieza de las obras de drenaje existentes.

La Velocidad Directriz, es la escogida para el diseño de un tramo determinado de la carretera, de acuerdo a las características del terreno sobre el cual se desarrolla esta y en concordancia con la necesidad de evitar un excesivo movimiento de tierras, preservando las condiciones de seguridad.

En nuestro tramo la topografía sobre la cual se desarrolla el camino vecinal El Milagro – San José del Morro, corresponde a una topografía ondulada, por lo que en cumplimiento de las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras la velocidad adoptada es de 25-35 Km/hora.

**Tabla 13***Características técnicas del camino vecinal mejorado*

<b>Características de la Vía</b>	
Longitud	5.364 Km
Clasificación por su IMDA	T1 (16 - 50)
Clasificación por su función	Camino vecinal
Clasificación por el tipo de relieve	Carretera en terreno accidentado.
Clasificación por el tipo de demanda	Carretera de tercera clase
Clasificación por el tipo de obra por ejecutarse	Mejoramiento, con la colocación de una capa de afirmado $e=0.25$ m, en un camino en donde la sub-rasante será mejorada con la colocación de material granular de espesor $e=0.10$ m, además de la colocación de geomallas biaxiales en todo el tramo. El efecto esperado es mejorar el nivel operativo del camino haciéndolo transitable todo el año.
Velocidad directriz	30 Km/h
Radio mínimo	25.00 m
Radio mínimo excepcional	15.00 m
Ancho de plataforma	5.00 m
Pendiente longitudinal máxima	>10%, No exceder de 180 m.
Bombeo	3.0%
Cunetas triangulares	Sin revestir en tramos con pendiente longitudinal menor a 4 % (suelo adecuado) y revestidas para pendientes iguales o mayores a 4%

Fuente: Elaboración Propia

**Taludes**

Los taludes laterales y contra-taludes varían en gran medida, los taludes, planos bien acabados presentan una apariencia agradable y son mas económicas en su construcción y mantenimiento, por la ubicación geográfica y el tipo de material existente en la zona se utilizaran los parámetros siguientes:

**Taludes de corte:**

Roca fija	10:1
Roca suelta	4:1
Conglomerado	3:1
Tierra compacta	2:1
Tierra suelta	1:1

**Taludes de relleno:**

Enrocados	1:1
Terrenos varios	1:1.5

**2.6.1.15. Trazado de perfil longitudinal****Perfil longitudinal propuesto**

La nivelación del eje se realizó en circuitos cerrados cada 500 m con un error permisible de cierre de:

$$EP = 0.05 k^{1/2}$$

Para cuyo control se ha ubicado B.M.s, cada 500.00 m. en lugares fijos.

**Pendientes**

De las Normas Peruanas de Diseño de Carreteras se tomaron las pendientes máximas y mínimas, como valores límites para el trazado del perfil longitudinal:

Pendiente mínima	=	0.50%
Pendiente máxima	=	8.00%
Pendiente máxima excepcional	=	10.00%

**2.6.1.16. Metodología de trabajo a realizar**

Para el estudio de mejoramiento del Camino vecinal en estudio, se empleará los métodos de ingeniería conocidos para estos tipos de estudios, en dos fases de trabajo: (1) Fase de campo y (2) Fase de gabinete.

Durante la Fase de campo se realizará la evaluación e inventario de la vía actual; definición del trazo final; levantamiento topográfico de la vía, consistentes en el trazo, nivelación, seccionamiento y colocación de hitos de concreto para Bench Mark; estudios de ubicación y evaluación de obras de arte a proyectarse; preparación de calicatas a lo largo de la vía para los estudios de mecánica de suelos; estudio de impacto ambiental; y, levantamiento de información socioeconómica necesario para la vía.

En la Fase de gabinete se procesará e interpretará los datos de campo obtenidos, se realizará los diferentes ensayos de mecánica de suelos, y se procesará mediante cartografía automatizada todos los planos topográficos y de obra que se adjuntarán al estudio de

mejoramiento.

Para el Estudio de Mecánica de Suelos, se empleará el siguiente método:

(1) En campo, las investigaciones se realizarán a través de la construcción de calicatas o pozos exploratorios a cielo abierto, cada 500 mts. de distancia, las mismas que serán ejecutados manualmente con profundidades que fluctúan entre 0.00 y 1.50 metros. En estas calicatas se tomarán muestras inalteradas de acuerdo con los cambios estratigráficos existentes en el terreno, los mismos que serán descritos e identificados mediante una tarjeta con indicación de ubicación, número de muestras y profundidad, colocándolas en bolsas de polietileno, para su traslado al laboratorio. Durante la ejecución de las investigaciones de campo se llevará un registro en el que se anotará el espesor de cada una de las capas del subsuelo, sus características de gradación y el estado de compacidad de cada uno de los materiales.

(2) En cada una de las calicatas ejecutadas, se realizará un muestreo sistemático del suelo, recolectándose las diferentes muestras para los análisis de laboratorio correspondiente.

(3) En laboratorio, las muestras recolectadas se procesarán y se practicarán los diferentes estudios requeridos.

### **2.6.1.17. Drenaje**

#### **2.6.1.17.1. Drenaje de aguas superficiales**

##### **Generalidades**

El sistema de drenaje superficial se diseñará para dar salida en forma eficaz y económica a toda el agua que fluye por la superficie de la carretera, para interceptar y eliminar el agua de la superficie de zonas adyacentes.

#### **2.6.1.17.2. Obras de drenaje**

Las obras de drenaje se instalarán en cursos de aguas naturales y/o quebradas secas, la localización del eje de estas con respecto a la carretera se ha determinado por inspección de campo (se indica en los planos).

El diseño hidráulico tiene como objetivo proporcionar un sistema de drenaje adecuado y económico para el flujo que se estima pasará durante su vida útil de diseño, sin riesgos no razonables para la estructura de la carretera o propiedades aledañas.

Para el diseño hidráulico de estas se ha procedido a calcular el caudal que discurre por las quebradas empleando el método directo de sección – pendiente, así mismo se ha tenido en cuenta la información proporcionada por los moradores del lugar en cuanto a los niveles alcanzados en épocas de alta pluviosidad.

El método empleado, ha consistido en correr la nivelación en una longitud no menor seis veces el ancho de la quebrada, se ha seccionado dicho tramo, se ha determinado las huellas de máximas avenidas y se ha fijado el valor del coeficiente de rugosidad para el tramo elegido.

Luego se determina el caudal mediante el uso de la fórmula de Manning.

Se ha proyectado la construcción de dos badenes de concreto, los cuales permitirán dar continuidad a la vía a través de cursos de agua existentes.

#### **2.6.1.18. Pavimento**

Los pavimentos son estructuras que están constituidos por un conjunto de capas de materiales apropiados, comprendidos entre la superficie de las sub rasante (Capa superior de las explanaciones) y la superficie de rodadura, cuyas principales funciones son las de proporcionar una superficie uniforme, de textura apropiada, resistentes a la acción del tránsito, intemperismo y de otros agentes perjudiciales, así mismo transmitir adecuadamente al terreno de fundación los esfuerzos producidos por las cargas impuestas por el tránsito.

En otras palabras, el pavimento es la Superestructura de la obra vial, que hace posible el tránsito fluido de los vehículos, con la seguridad, confort y economía previstos por el proyecto.

La estructuración de un pavimento (disposición de las diversas capas que la constituyen), así como las características de los materiales empleados en su construcción, ofrecen una variedad de posibilidades, que puede estar formado por solo una capa de materiales naturales seleccionados, procesados o sometidos a algún tipo de tratamiento o estabilización.

La superficie de rodadura propiamente dicha puede ser una carpeta asfáltica, un tratamiento superficial, o una capa de material granular con resistencia al desgaste y límites de consistencia específicos.

La actual tecnología contempla una gama muy diversa de secciones estructurales, las cuales son función de los distintos factores que intervienen en la performance de una vía y que a

decir son: Tránsito, tipo de suelo, importancia de la vía, condiciones de drenaje, recursos disponibles, etc.

### **Clasificación de los pavimentos**

Existen en general dos clases de estructuras de pavimento, **flexibles** y **rígidas**; la principal diferencia entre estos es la forma como reparten y/o distribuyen las cargas ocasionadas por el tránsito.

En un **pavimento rígido**, debido a la consistencia de la superficie de rodadura, se produce una buena distribución de las cargas, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante. En un **pavimento flexible**, sucede lo contrario, la superficie de rodadura al tener menos rigidez, se deforma más y se producen mayores tensiones en la subrasante.

### **Pavimentos flexibles**

Los pavimentos flexibles están formados por una serie de capas y la distribución de la carga está determinada por las características propias del sistema de capas.

### **Elementos que integran el Pavimento Flexible**

#### **Subrasante**

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto.

#### **Subbase**

Capa de la estructura del pavimento destinada especialmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de subrasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la subbase. Se utiliza además como capa de drenaje y contralor de ascensión capilar de agua, protegiendo así a la capa de pavimento.

#### **Base**

Es la capa de pavimento sobre la cual se coloca la capa de rodadura y que tiene como función primordial, distribuir y transmitir las cargas ocasionales por el tránsito, a la subbase y a través de esta a la subrasante.

### Superficie de Rodadura

Es la capa que se coloca sobre la base, su objetivo principal es proteger la estructura de pavimento, impermeabilizando la superficie, para evitar filtraciones de agua de lluvia que podrían saturar las capas interiores. Así mismo contribuye a aumentar la capacidad soporte del pavimento, absorbiendo cargas, si su espesor es apreciable (mayor de 4 centímetros), excepto el caso de riegos superficiales ya que para estos se considera nula.

Las capas que conforman el pavimento rígido son: subrasante, subbase, base y carpeta asfáltica o superficie de rodadura como se muestra en la Figura 7.



Figura 7. Pavimento Flexible (Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.)

### Diseño de pavimento flexible

Los caminos de bajo volumen de tránsito, se estructuran como caminos de bajo costo. Consecuentemente tienen alineamientos de diseño que evitan movimientos de tierra mayores; con estructuras y obras de arte, por lo general diseñadas para periodos de corto y mediano plazo de vida útil; con capas de revestimiento granular afirmados y en general, con características que disturban lo menos posible la naturaleza del terreno.

Con estos requerimientos básicos, los estudios de geología incluirán un diagnóstico que comprenda consultas a los pobladores, a la autoridad vial competente y a su personal técnico, asimismo un reconocimiento e inspección de campo siguiendo la traza probable del eje del camino, para detectar o certificar la presencia o total ausencia de problemas geológicos en la ruta y en el tramo vial bajo estudio, que pudieran en algún caso afectar en algo las características del proyecto. Como problemas de taludes inestables, fallas localizadas por las que se filtra el agua de lluvias hacia el subsuelo, presencia de afloramientos de aguas subterráneas, erosiones por acción de los ríos, inclinación de los árboles en las laderas, zonas de caídas de rocas sobre el camino existente, el sentido de las formaciones rocosas que



podrían desestabilizarse y otros problemas que ocasionen fallas en la plataforma y taludes del camino.

El estudio determinará las características geológicas del terreno a lo largo del trazo definitivo y de las fuentes de materiales (canteras), definiendo las unidades geológicas más destacadas tanto de rocas como de suelos y el grado de sensibilidad o la pérdida de estabilidad en relación a la obra a construir.

Asimismo, se determinará la geomorfología definiendo los aspectos principales de interés geotécnico:

- a. Topografía (Plana, ondulada, montañosa, etc.)
- b. Unidades geomorfológicas (Terraza fluvial, cono, terraza marina, duna, pantano, etc.)
- c. Materiales componentes del suelo (Grava, arena, arcilla, etc.) diferenciándolos entre transportados y no transportados.
- d. Litología dominante de materiales transportados.

### **Suelos y capas de revestimiento granular**

Los caminos por sus capas superiores y superficie de rodadura pueden ser clasificados como sigue:

#### **Con Superficie de Rodadura No Pavimentada**

- a. Caminos de tierra, constituido por suelo natural y mejorado con grava seleccionada por zarandeo.
- b. Caminos lastrados, constituidos por una capa de revestimiento con material natural pétreo sin procesar, seleccionado manualmente o por zarandeo, de tamaño máximo menor de 75 mm. Caminos enripiados: está formado por materiales granulares, piedra menuda, arena y pequeños porcentajes de arcilla o limo, siendo el tamaño máximo menor a 20 mm.
- c. Caminos afirmados, constituidos por una capa de revestimiento con materiales de cantera, dosificadas naturalmente o por medios mecánicos (zarandeo), con una dosificación especificada, compuesta por una combinación apropiada de tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla, siendo el tamaño máximo menor de 50 mm.
  - c.1. Afirmados con gravas naturales o zarandeadas.
  - c.2. Afirmados con gravas homogenizadas mediante chancado.
- d. Caminos con superficie de rodadura estabilizada con materiales industriales:

d.1. Afirmados con grava con superficie estabilizada con materiales como: Asfalto (Imprimación reforzada), cemento, cal, aditivos químicos y otros.

d.2. Suelos naturales estabilizados con: Material granular y finos ligantes, asfalto (Imprimación reforzada), cemento, cal, aditivos químicos y otros.

La Norma considera soluciones estructurales con materiales tradicionales cuyas propiedades mecánicas y comportamiento son conocidos y están considerados en las Especificaciones Técnicas para la Construcción de Carreteras EG-2000; también forman parte de esta Norma las estabilizaciones y mejoramientos de suelos de la subrasante o de las capas de revestimiento granular. Para la Estabilización química de los suelos se utilizará la Norma MTC E 1109-2004 Norma Técnica de Estabilizadores químicos.

En el funcionamiento estructural de las capas de revestimiento granular influye el tipo de suelo de la subrasante, el número total de los vehículos pesados por día o durante el periodo de diseño, incluido las cargas por eje y la presión de los neumáticos. La demanda, medida en EE o por vehículos pesados, es particularmente importante para ciertos tipos de caminos de bajo volumen pero que, pudieran tener alto porcentaje de vehículos pesados, como los que se construyen para propósitos especiales como el minero y forestal (Extracción de madera).

### **Subrasante**

La subrasante es la capa superficial, de espesor usual entre 0.30 m y 0.45 m, sobre, la cual se apoya el afirmado. Su capacidad de soporte en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura, constituyen las variables básicas para el diseño del afirmado.

Se identificarán cinco categorías de subrasante:

S0: Subrasante muy pobre  $CBR < 3\%$

S1: Subrasante pobre  $CBR = 3\% - 5\%$

S2: Subrasante regular  $CBR = 6\% - 10\%$

S3: Subrasante buena  $CBR = 11\% - 19\%$

S4: Subrasante muy buena  $CBR > 20\%$

Se considerarán como materiales aptos para la coronación de la subrasante suelos con CBR igual o mayor de 6%. En caso de ser menor se procederá a eliminar esa capa de material

inadecuado y colocar un material granular con CBR mayor a 6%; o, se procederá a estabilizar esa capa superior de la subrasante con un %. La profundidad mínima especificada de esta capa figura en el catálogo de estructuras de pavimento, que se presenta más adelante. Igualmente se estabilizarán las zonas húmedas locales y áreas blandas, añadiendo una capa de espesor mínimo de 0.30 m de material grueso rocoso o de piedras grandes.

La superficie de la subrasante debe quedar encima del nivel de la napa freática; como mínimo, a 0.60 m cuando se trate de una subrasante muy buena y buena, a 0.80 m cuando se trate de una subrasante regular, a 1.00 m cuando se trate de una subrasante pobre y a 1.20 m cuando se trate de una subrasante muy pobre. En caso necesario, se colocarán subdrenes, o capas anticontaminantes y/o drenantes o se elevará la rasante hasta el nivel necesario.

Los subdrenes para proteger a la capa del afirmado, se proyectarán cuando la subrasante no esté constituida por material permeable y cuando las capas del pavimento no puedan drenar adecuadamente. Los subdrenes que se proyecten para interceptar filtraciones o para rebajar el nivel freático elevado, pueden utilizarse también para drenar el afirmado. En zonas sobre los 3,500 msnm se evaluará la acción de las heladas en los suelos, en general la acción de congelamiento está asociada con la profundidad de la napa freática y la susceptibilidad del suelo al congelamiento.

Sí la profundidad de la napa freática es mayor a la indicada anteriormente, la acción de congelamiento no llegará a la capa superior de la subrasante. En el caso de presentarse en la capa superior de la subrasante (0.30 m – 0.45 m) suelos susceptibles al congelamiento, se reemplazará este suelo en el espesor indicado o se levantará la rasante, con un relleno granular adecuado, hasta el nivel necesario. Son suelos susceptibles al congelamiento, los suelos limosos, igualmente los suelos que contienen más del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm, con excepción de las arenas finas uniformes que aunque contienen hasta el 10% de materiales de tamaño inferior a los 0.02 mm, no son susceptibles al congelamiento. En general, son suelos no susceptibles los que contienen menos del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm.

Para efectos del diseño del afirmado también se definirán sectores homogéneos, a lo largo de cada uno de ellos, donde las características del material de subrasante se identifican como uniforme. Dicha uniformidad se establecerá sobre la base del Estudio del Suelo y de ser

necesario, la realización del muestreo. El proceso de sectorización requiere de análisis y criterio del especialista.

### Catálogo estructural de superficie de rodadura

Para el dimensionamiento de los espesores de la capa de grava o afirmado, se adoptó como representativa la siguiente ecuación empírica del método NAASRA, que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en Número de Repeticiones de EE:

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \times (\text{Nrep} / 120)$$

Donde:

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

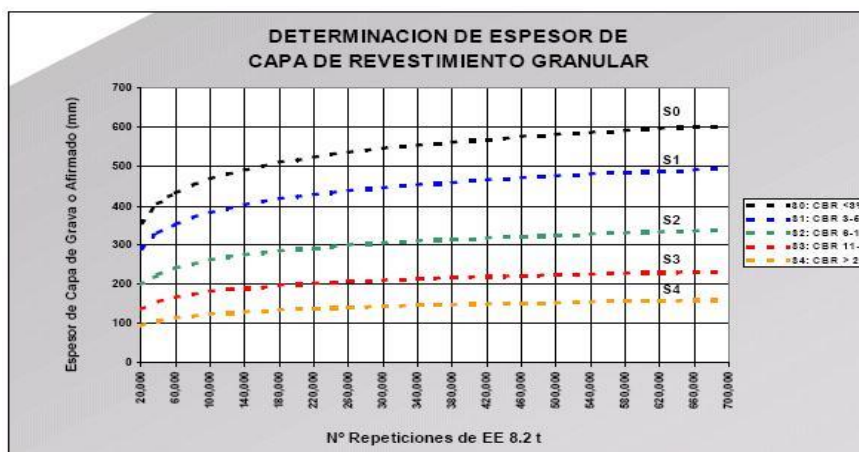


Figura 8. Determinación de espesor de capa de revestimiento granular. (Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.)

Sin ser una limitación, en estas Normas de Diseño se incluye catálogos de secciones de pavimento, para cada tipo de tráfico y de subrasante, estos han sido elaborados en función de la ecuación indicada.

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. Se considera que cuando el espesor de la capa total de

revestimiento granular, la capa superficial tendrá un espesor mínimo de 100 mm y cuando la capa total de revestimiento granular es superior o igual a 250 mm la capa superficial tendrá un espesor máximo de 150 mm.

En todo caso se podrán optimizar las secciones de pavimento propuestas, para ello:

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 (de 100 mm) para completar el espesor obtenido según la metodología de diseño empleada.

Se estudiarán y analizarán diferentes alternativas constructivas de pavimento, incluyendo estabilización granulométrica, estabilización con cal, estabilización con sal, estabilización con cemento, estabilización con asfalto, estabilización química (según Norma MTC E 1109); según sea el caso, se considerará una capa de protección de imprimación asfáltica reforzada, que restrinja el levantamiento de polvo.

Se optará por la estructura de pavimento económico (construcción y mantenimiento), técnico y ambientalmente óptimo para el horizonte del proyecto.

La sección de la superficie del pavimento tendrá un bombeo o inclinación transversal de 2.5% en zonas con una precipitación menor de 800 mm/año y de 3% en zonas con una precipitación mayor de 800 mm/año.

**CATALOGO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO**

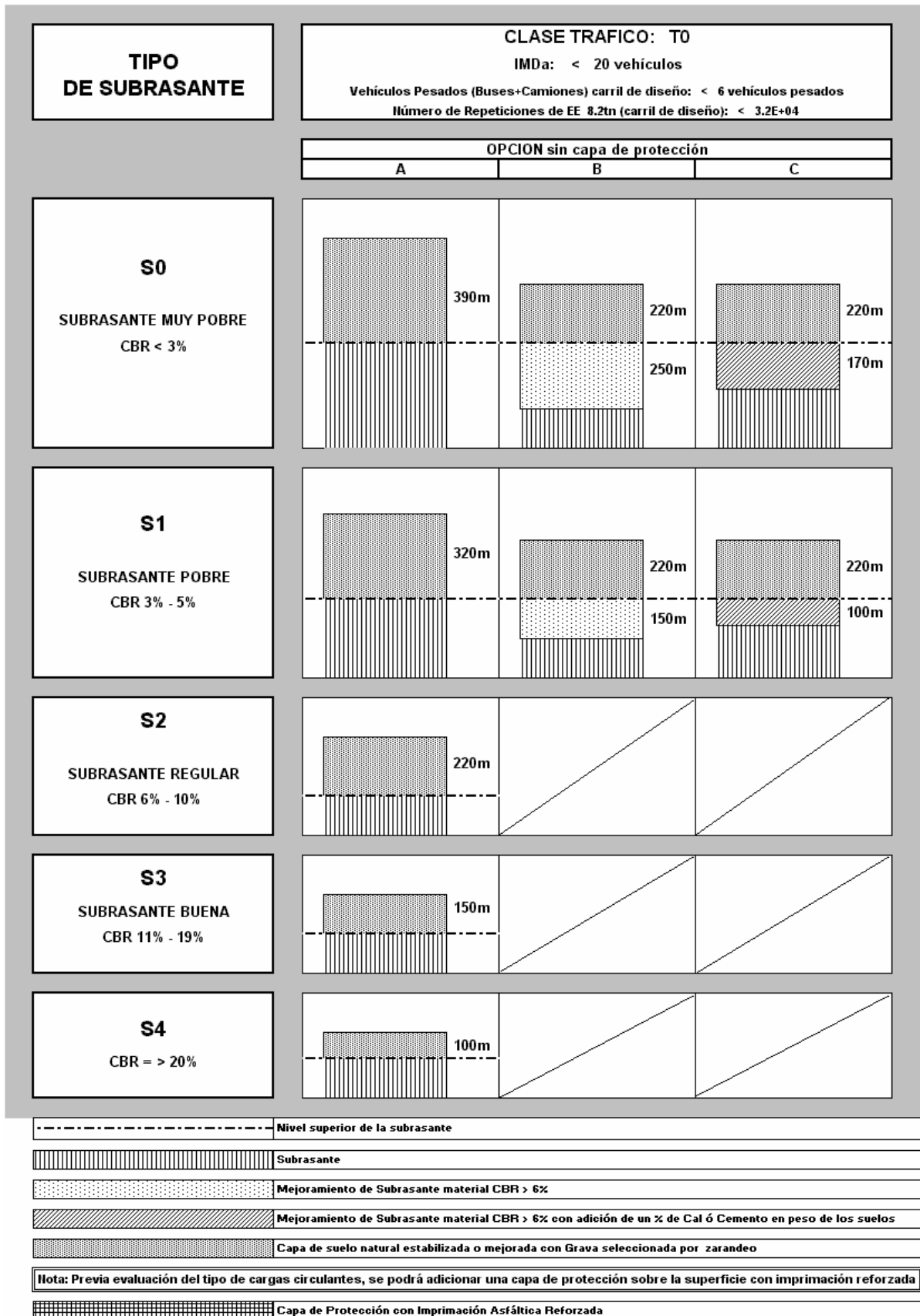


Figura 9. Catálogo de estructuras de pavimento. (Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.)

**CATALOGO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO**

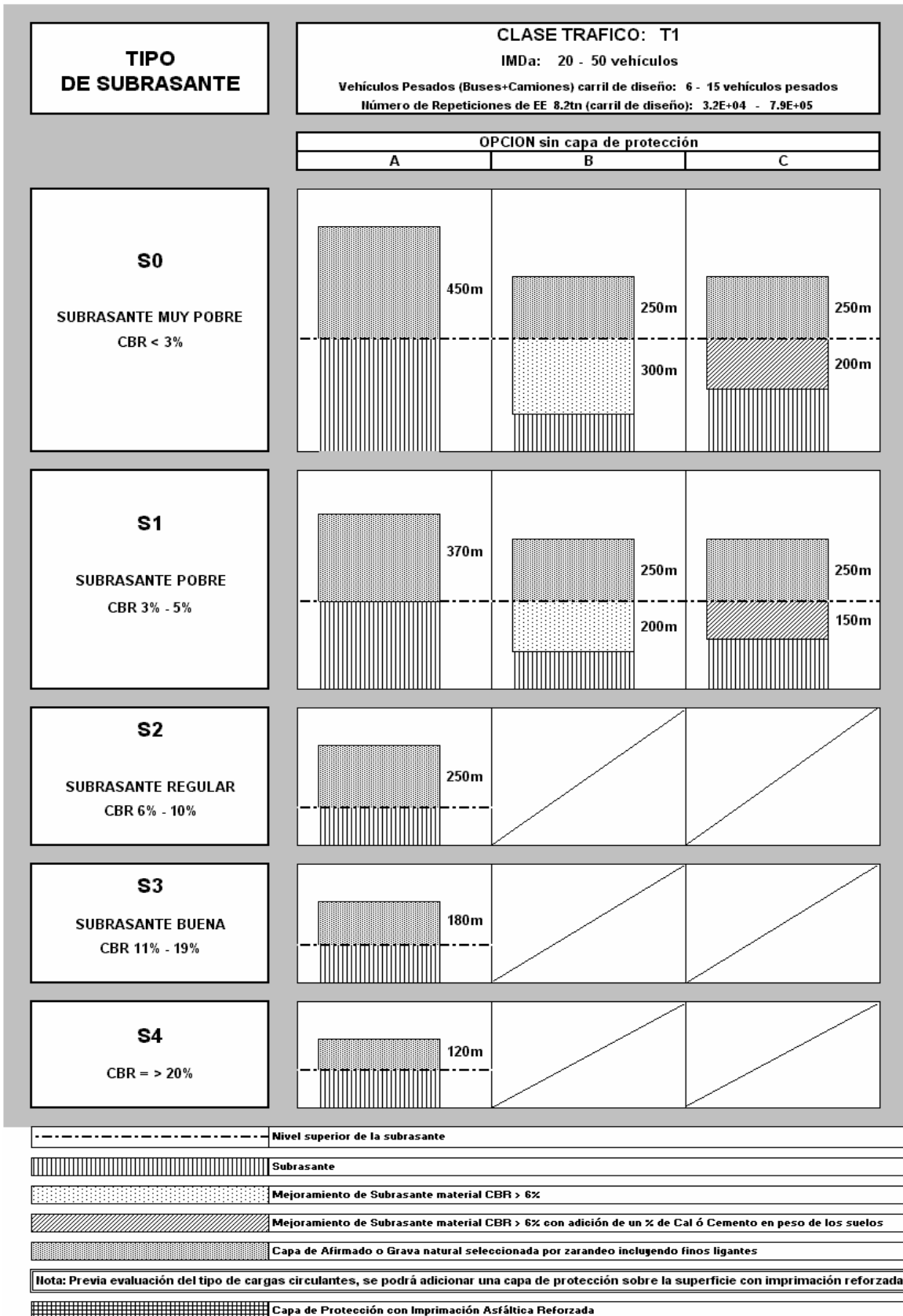


Figura 10. Catálogo de estructuras de pavimento. (Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.)

CATALOGO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO

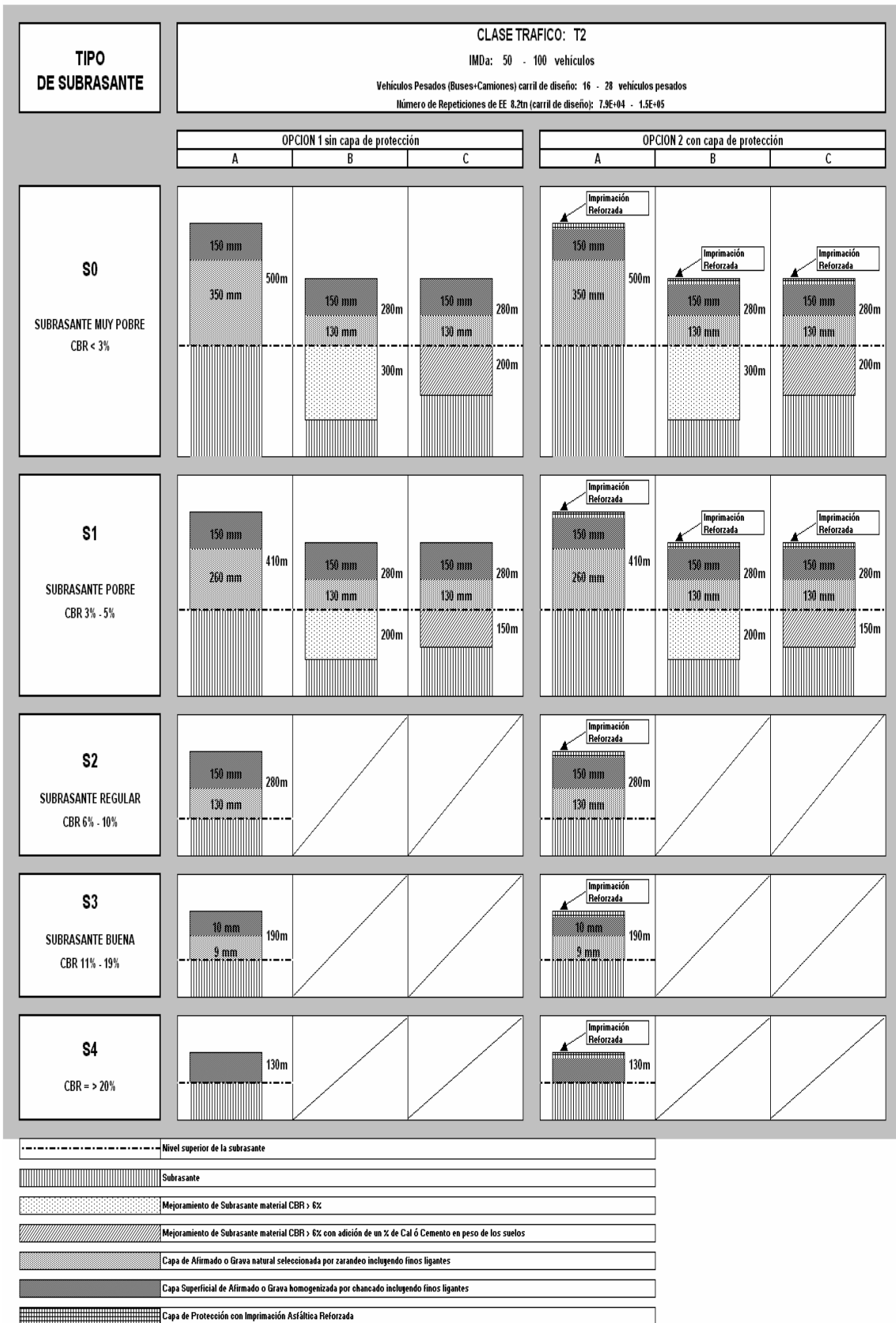


Figura 11. Catálogo de estructuras de pavimento. (Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.)



CATALOGO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO

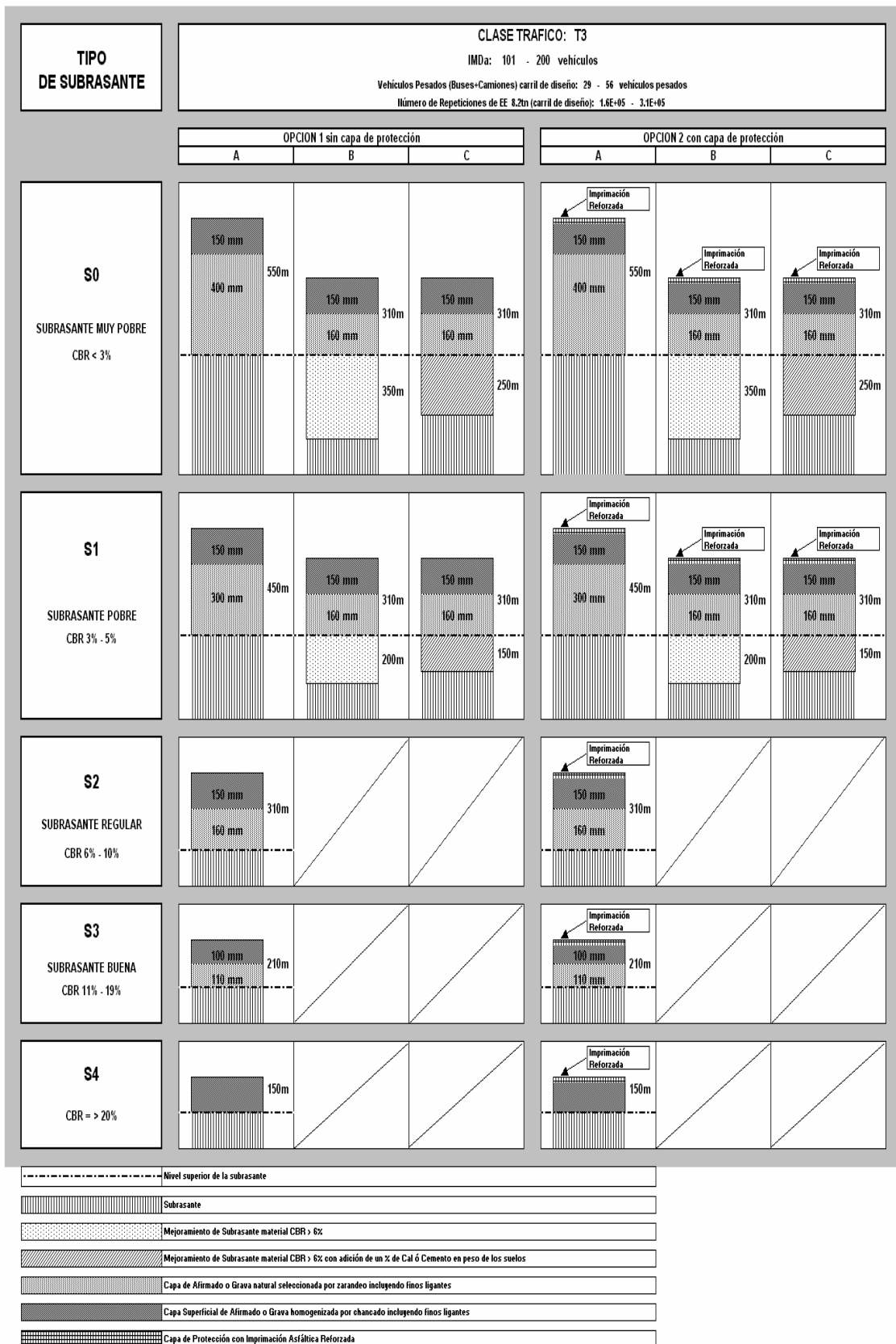


Figura 12. Catálogo de estructuras de pavimento. (Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.)

### **Materiales para capa de afirmado**

El material a usarse varía según la región y las fuentes locales de agregados, cantera de cerro o de río, también se diferencia si se utilizará como una capa superficial o capa inferior, porque de ello depende el tamaño máximo de los agregados y el porcentaje de material fino o arcilla, cuyo contenido es una característica obligatoria en el camino de afirmado.

El afirmado es una mezcla de tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla. Si no existe una buena combinación de estos tres tamaños, el afirmado será pobre.

El afirmado requiere de un porcentaje de piedra para soportar las cargas, asimismo necesita un porcentaje de arena clasificada según tamaño para llenar los vacíos entre las piedras y dar estabilidad a la capa; y, obligatoriamente un porcentaje de finos plásticos para cohesionar los materiales de la capa de afirmado.

Hay dos principales aplicaciones en el uso de afirmados: su uso como superficie de rodadura en caminos no pavimentados o su uso como capa inferior granular o como colchón anticontaminante.

Como superficie de rodadura, un afirmado sin suficientes finos, está expuesto a perderse, porque es inestable. En construcción de caminos se requiere un porcentaje limitado pero suficiente de materiales finos y plásticos, que cumplan la función de aglutinar para estabilizar la mezcla de gravas.

Un buen afirmado para capa inferior, tendrá mayor tamaño máximo de piedras, que en el caso de la capa de superficie y muy poco porcentaje de arcillas y de materiales finos en general. La razón de ello es que la capa inferior debe tener buena resistencia para soportar las cargas del tránsito y además debe tener la cualidad de ser drenante.

### **Gradación de los materiales de la capa de afirmado**

Existen pocos depósitos naturales de material que tiene una gradación ideal, donde el material sin procesar se puede utilizar directamente, por lo que será necesario zarandear el material para obtener la granulometría especificada. En general los materiales serán agregados naturales procedentes de excedentes de excavaciones o canteras o podrán provenir de la trituración de rocas y gravas, o podrán estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias.

Es recomendable que las piedras tengan caras fracturadas o aristas y superficies rugosas, su comportamiento es mucho mejor que la piedra lisa redondeada o canto rodado, dándole a la capa de afirmado resistencia y estabilidad bajo las cargas actuantes.

Gravas procedentes de bancos que contienen piedras fracturadas naturalmente son consideradas como muy buenos materiales. En todo caso, se podrán obtener mejores resultados procesando el material por trituración; esto significa que un buen porcentaje de las piedras tendrán caras fracturadas por proceso de la trituración, lográndose mejores propiedades de resistencia y estabilidad de la capa de afirmado.

Es muy importante indicar que todas las gravas no son iguales, por lo que la calidad verdadera debe ser determinada efectuando ensayos y dosificaciones de los materiales que constituyen el afirmado, esto asegurará que la dosificación puesta en obra sea la adecuada.

Tal como se indicó el afirmado se compone de tres grupos del agregado: piedra, arena, y finos. Dependiendo donde se utilizará el material, la dosificación de estos tres grupos variará. Por ejemplo, existen Especificaciones como las presentadas a continuación que recomiendan las siguientes granulometrías:

**Tabla 14**

*Especificaciones para la granulometría*

Tamiz	Porcentaje que pasa	
	Capa inferior	Capa superior
1"	100	
¾"	80 – 100	100
½"	68 – 91	
Nº 4	46 – 70	50 – 78
Nº 8	34 – 54	37 – 67
Nº 40	13 – 35	13 – 35
Nº 200	3 – 12	4 – 15
Índice de plasticidad	0 – 6	4 – 12

Fuente: South Dakota Standard Specifications

La especificación anterior diferencia el material de la capa inferior de la capa superficial, donde evidentemente la gradación de la capa inferior permite que el 100% del material pase el tamiz de 1 pulgada, pero retiene hasta el 20% de la piedra en el tamiz de ¾ pulgada. Esto da buenos resultados como capa inferior por que le proporciona una estructura resistente; pero es muy probable que no sea así, cuando se emplee como capa superficial, porque habría

demasiada piedra grande, dando por resultado un mantenimiento muy difícil; además, el alto porcentaje del material grueso haría una superficie áspera para el tráfico circulante.

Existe también una diferencia en el material fino y el índice de la plasticidad (IP), mientras que en la capa superficial se permite que el 4% y hasta el 15% del material pase la malla #200, en cambio en la capa inferior tiene mínimo de 3%, pero no más del 12% que pasa el mismo tamiz.

Mucho más importante, es el IP que en la capa inferior está entre 0 y 6, pero en la capa superficial llega hasta un máximo de 12 y no debe ser menor de 4. La razón es que la capa superficial necesita un mayor porcentaje de material plástico y las arcillas naturales, le darán la cohesión necesaria y por lo tanto una superficie cómoda para la conducción vehicular. Esto puede ser crítico durante el periodo seco, pues necesitará riego de agua; en cambio durante periodo húmedo en la superficie pueden aparecer pequeñas huellas que después de la lluvia rápidamente se secarán y endurecerán, por efecto del sol y el viento. En cambio sí la capa inferior presenta una gran cantidad de finos plásticos, esta grava causará problemas si es que la humedad llega a este nivel pues esta capa inferior perderá resistencia y estabilidad, causando ahuellamiento profundo o la falla total del pavimento.

Normalmente se utiliza el mismo material para la capa inferior y la capa superficial, esto solo evidencia que será buena para uno de los dos propósitos, pero no trabajará para ambos usos.

En lo posible, se deberá colocar una capa superficial de afirmado, que contemple los criterios expuestos anteriormente y cuyo espesor dependerá del espesor total de la capa de afirmado, pero no será menor al mínimo constructivo de 100 mm. Para la dosificación y mezcla del material para afirmado, se tendrá como referencia y punto de partida las gradaciones que recomienda la Especificación Técnica EG-2000, Sección 302:

**Tabla 15**

*Especificaciones para la granulometría capa superficial afirmado*

Tamiz	Porcentaje que pasa	
	A-1	A-2
50 mm (2")	100	---
37.5 mm (1½")	100	---
25 mm (1")	90 – 100	100
19 mm (¾")	65 – 100	80 – 100
9.5 mm (3/8")	45 – 80	65 – 100
4.75 mm (N°4)	30 – 65	50 – 85
2.0 mm (N°10)	22 – 52	33 – 67
4.25 um (N°40)	15 – 35	20 – 45
75 um N°(200)	5 – 20	5 – 20

Fuente: AASHTO M – 147

### **Manipuleo y colocación del material de afirmado**

En relación a la obtención y manipuleo de los materiales en las canteras o fuentes de materiales es muy importante, que antes de comenzar a procesar el material, se retire la capa de tierra vegetal y la vegetación de la superficie, pues ésta contiene materia orgánica que no es buena para la superficie del camino.

Generalmente toda cantera o fuente de material tiene variaciones en las capas de revestimiento granular a explotar, pues se presentan capas aparentemente muy uniformes pero cambian repentinamente con bolsones de un material diferente y esto afecta la gradación total de la grava, por eso es importante el conocimiento e investigación de las fuentes de materiales para conseguir una correcta explotación y una buena mezcla desde el comienzo del proceso.

Otro de los problemas es la segregación del material durante el proceso, cuando ocurre esto, las partículas de gran tamaño tienden a juntarse hasta conseguir aislarse, en vez de mezclarse con el resto del material. Esta situación provocará la inconsistencia del material así como dificultad en su compactación. Las zonas superficiales que contienen una cantidad inusual de partículas gruesas presentarán una condición suelta e inestable, mientras que otras zonas presentarán exceso de finos, que provocarán ahuellamientos profundos durante el periodo de lluvias.

Cuando un material apilado se segrega, una opción será utilizar la motoniveladora y volver a mezclar el material hasta homogenizarlo y luego extenderlo en capas uniformes sobre el camino, este procedimiento reducirá el problema de segregación.

Cuando el afirmado tenga que ser colocada sobre el camino, es importante que la superficie se encuentre en buenas condiciones, sin problemas de drenaje e imperfecciones sobre la superficie, como ahuellamientos, baches, desniveles, etc, todos estos problemas deben ser eliminados, hasta formar correctamente la sección transversal del camino; entonces, el material de afirmado se puede colocar en un espesor uniforme y en el futuro será más fácil su mantenimiento. En caso que la superficie del camino sea lisa y este endurecida, se deberá escarificar ligeramente la superficie para conseguir una buena adherencia con el nuevo material. Esta es la única manera que una capa uniforme de afirmado nueva puede ser colocada.

El comportamiento de la capa de afirmado dependerá en gran parte de su ejecución, especialmente de la compactación que se le haya dado. La compactación reducirá los vacíos

y aumentará el número de puntos de contacto entre partículas y el correspondiente rozamiento. La capa de afirmado debe ser compactada por lo menos, al 100% de la densidad máxima, determinada según el método AASHTO T180.

Otro aspecto importante lo constituye el perfilado, en cuanto a la conformación del bombeo y peraltes, cualquier defecto en el mismo constituye un impedimento para el drenaje superficial del agua de las lluvias.

No obstante, es necesario indicar que el comportamiento de una superficie de afirmado no tendrá en ningún caso un comportamiento similar a las superficies pavimentadas. Siempre habrá algunas pérdidas de agregados en virtualmente todos los caminos de afirmado, por lo que se debe evaluar la necesidad de colocar capas de protección o estabilizaciones, según lo permitan los presupuestos de construcción y/o mantenimiento y la disponibilidad de materiales en la zona.

#### **Fuente de materiales - canteras**

Se deberá efectuar un estudio de canteras – fuentes de materiales para rellenos, capa de afirmado y para obras de concreto hidráulico. Para el caso de canteras que cuenten con estudios previos, se efectuarán solamente ensayos que confirmen la calidad y potencia de las mismas.

Las Canteras serán evaluadas y seleccionadas por su calidad y cantidad (potencia), así como por su menor distancia a la obra.

Las prospecciones que se realizarán en las canteras se efectuarán en base a calicatas, de las que se obtendrán las muestras necesarias para los análisis y ensayos de laboratorio. Se realizarán exploraciones (mínimo 06 prospecciones por cada área menor o igual a una hectárea) por medio de sondeos, calicatas y/o trincheras. Las muestras representativas de los materiales de cada cantera serán sometidas a los ensayos estándar, mínimo 06 pruebas por tipo de ensayo, a fin de determinar sus características y aptitudes para los diversos usos que sean necesarios (rellenos, afirmados, concreto, etc).

A todas las muestras se les realizará ensayos de clasificación, en tanto que a un número representativo del total del muestreo, se les efectuará ensayos de compactación, CBR y ensayos que permitan determinar las propiedades mecánicas y de resistencia.

La exploración de las canteras o fuentes de materiales debe cubrir un área que asegure un volumen de material útil explotable del orden de 1.5 veces las necesidades del proyecto.

Estos trabajos se efectuarán a criterio, experiencia y responsabilidad del Proyectista, los resultados y conclusiones que presente deben ser los representativos y con una confiabilidad aceptada, de tal manera que los materiales procedentes de las canteras seleccionadas por el Proyectista cumplan estrictamente las Especificaciones Técnicas para Construcción de Carreteras (EG-2000).

#### **2.6.1.19. Costos y Presupuestos de Obra.**

Según el autor, **Salinas Seminario** nos indica que: “Costos y Presupuestos, son dos términos estrechamente relacionados dado que no puede haber presupuesto sin costos; y un costo por si solo aplicado a una cantidad o metrado de determinada unidad constituye ya un presupuesto”.

##### **Tipo de Costos.**

**Costos Directos:** Mano de Obra, Materiales y Equipo.

**Costos Indirectos:** Gastos Generales y Utilidad.

##### **Costos Directos.**

Según el autor, **Salinas Seminario** nos indica que: “el Costo Directo es el resultado de la multiplicación de los metrados por los costos unitarios.

##### **Metrados**

**Salinas Seminario** nos indica que: El Metrado es el término que se utiliza para efectos de señalar magnitudes o cantidades de cada una de las partes o partidas que conforman la ejecución del proyecto o de la obra”.

##### **Análisis de Costos Unitarios**

De manera preliminar, es necesario recalcar la importancia que tiene en la ejecución de una obra, la determinación de los costos unitarios y su compatibilidad con sus respectivas especificaciones técnicas.

Según el autor, **Salinas Seminario** nos indica que: “al análisis de Costo de una partida determinada como la sumatoria de recursos o aportes de mano de obra y/o materiales y/o equipo (herramientas) Afectados por su precio unitario correspondiente, la cual determina obtener un costo total por unidad de medida de dicha partida (m3, m2, Kg, p2, etc.)”.

### **Costos Indirectos**

**Según el autor, Salinas Seminario** nos indica que: “los Costos Indirectos son todos aquellos gastos que no pueden aplicarse a una partida determinada, sino al conjunto de la obra”.

### **Programación de Obra**

**Según el autor Huerta Amoretti** nos indica que: “la programación de la obra es como el resultado de la planificación del proyecto y en ella se detallan todas las tareas necesarias para concluir el proyecto en los plazos previstos al igual que las duraciones, los inicio, fin de cada tarea, los recursos, costos de cada actividad y tiene la finalidad de lograr el desarrollo óptimo de los trabajos al más bajo costo, empleando el menor tiempo posible y con el requerimiento mínimo de equipo y mano de obra”.

### **Método Gantt.**

**Según el autor Huerta Amoretti** nos indica que: “los diagramas de Barras Gantt, son técnicas ampliamente difundidas que consiste en un gráfico de tareas y de barras graficadas dentro de un calendario que muestra el plazo de ejecución de manera que se determina el inicio y fin de cada tarea además de su duración”.

### **Diagrama PERT – CPM**

**Según el autor Huerta Amoretti** nos indica que: “a diferencia del diagrama de barras, el diagrama pert tiene duraciones probabilísticas y trabaja con tiempos de ejecución de tareas dentro de los rangos de probables ocurrencia, muy probable, asignado a cada una de estas duraciones una probabilidad de ocurrencia, obteniendo mediante un análisis probabilístico el plazo de ejecución más probable del proyecto asociado a una probabilidad de ocurrencia”.

### **Cronograma Valorizado de Obra.**

El autor **Ibáñez Olivares** nos indica que: “en función a la programación de obra. El presupuesto base se reparte mensualmente en base a la incidencia mensual que tiene cada una de las actividades (partidas) con el fin de satisfacer las necesidades mensuales en la ejecución de obra”.

La base inicial para el control de costes será el presupuesto estimado aprobado para el proyecto, debidamente estructurado y codificado.



### 2.6.2. Marco conceptual: Definición de términos básicos.

**Plataforma.-** Ancho total de la vía a nivel de subrasante (terreno natural).

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

**Alcantarilla.-** Pase 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 arcado 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.

**Afirmado.-** Capa de material selecto procesado o semi procesado de acuerdo al diseño que se coloca sobre la sub rasante de una carretera, funciona como capa de rodadura y de soporte de tráfico en carreteras no pavimentadas.

**Explanación.-** Ejecución de las excavaciones y terraplenes que sirvan de asiento todos los elementos constitutivos de la vía.

**Metrado.-** Los resultados de la cubicación de tierras, y según la clasificación de los mismos se traspan a los formularios especiales que se adjuntaran al presente estudio, siendo éste el metrado de la carretera.

**Superficie De Rodadura:** Parte de la vía destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma.

**Rasante:** Nivel terminado de la superficie de rodadura. La línea de rasante se ubica en el eje de la vía.

**Subrasante:** Superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte o relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado.

**Obras de Arte.-** Son todas aquellas obras complementarias construidas a lo largo del camino y que son necesarias para garantizar el adecuado tránsito de vehículos, cruzar cursos de agua, sostener terraplenes y taludes, evitar la erosión de terraplenes, etc.

Ejemplo: puentes, pontones, badenes, muros de contención.

**Presupuesto.-** El documento en el que consta el metrado y los costos unitarios basándose en los cuales se determina el valor de una obra. El monto del presupuesto se obtiene como resultado de adicionar en forma independiente al monto de obra, el impuesto que le corresponde al propietario.

**Gastos generales.-** conformado por los Gastos fijos y Gastos variables.

**Fórmula Polinómica.-** Es una estructura matemática formada por la sumatoria de varios monomios aplicados a su vez a cada uno de los componentes de la estructura de costos de un proyecto de construcción.

## **2.7. Hipótesis**

Aplicando las Normas Peruanas para el Diseño de Carretera y los conocimientos de Topografía, Caminos, Drenaje, Hidrología y suelos demostraremos que es factible realizar el Mejoramiento del Camino Vecinal El Milagro – San José del Morro L= 5.364 Km.

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIAL Y METODOS**

#### **3.1. Materiales**

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

##### **3.1.1. Recursos Humanos**

Tesista

Asesor

Técnico de laboratorio

Secretaria

Ayudantes

##### **3.1.2. Recursos Materiales y servicios**

Equipo de laboratorio

Ensayos de laboratorio

Material bibliográfico

Material de escritorio

Movilidad y viáticos

##### **3.1.3. Recursos de Equipos**

01 Computadora

01 Calculadora científica

01 Estación Total Topcon GPT 3105W

01 GPS Diferencial PROMARK3 RTK

02 Miras

01 Nivel de Ingeniero Marca Wild

01 Brújula

#### **3.2. Metodología de la investigación**

##### **3.2.1. Sistema de variables**

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

##### **Variable Independiente.**

- Estudio Topográfico

- Estudios de mecánica suelos
- Estudio Hidrológico de las cuencas aledañas.

#### **Variable dependiente.**

- Diseño Geométrico.
- Diseño de pavimentos.
- Diseño de las Obras de arte.

### **3.2.2. Tipos y Nivel de la Investigación**

**Tipo:** La investigación a realizar es de tipo Investigación Aplicativa

**Nivel:** Básico

### **3.2.3. Cobertura de la Investigación.**

#### **3.2.3.1 Universo y/o muestra.**

##### **3.2.3.1.1. Universo.**

Caminos Vecinales de la Región San Martín.

##### **3.2.3.1.2. Muestra.**

Camino Vecinal EMP. SM-638 (El Milagro) – EMP. N (San José del Morro), Distrito de Moyobamba.

### **3.2.4. Ámbito Geográfico**

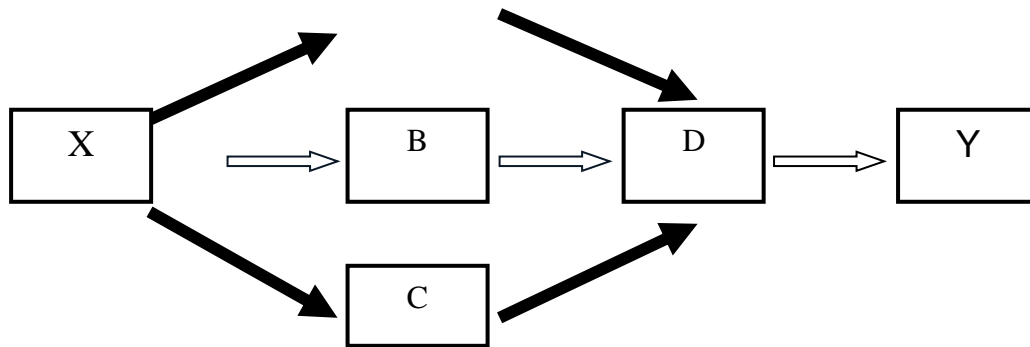
El Proyecto se ejecutará en las localidades de El Milagro, Pedro Pascasio Noriega, Campo alegre y San José del Morro, del Distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba, Región de San Martín.

### **3.2.5. Diseño del Método de Investigación**

La presente investigación se realizará en Gabinete y en el campo.

El diseño de investigación es el siguiente:

A



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

A: Estudios socio – económico para conocer la realidad y necesidad.

B: Estudios de Ingeniería para levantar información requerida.

C: Estudios de impacto ambiental para ver los efectos positivos o negativos.

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 estudio definitivo.**

### 3.2.6. Fuentes Técnicas e Instrumentos de Selección de Datos.

#### 3.2.6.1. Fuentes Técnicas

Para la investigación se utilizará Bibliografía de ingeniería y revistas especializadas particulares, proyecto de tesis relacionados con los estudios definitivos a nivel de afirmado de Infraestructura Vial de Caminos Vecinales y también se hará uso de la biblioteca virtual (INTERNET), normatividad y Reglamentos.

#### **Fuentes Técnicas:**

Investigación de datos y antecedentes.

Levantamiento Topográfico.

Elaboración Planos a curvas de nivel.

Elaboración de plano clave.

Realización de calicatas.

Ubicación de calicatas.

Muestreo de Suelos y Pruebas practicadas.

Determinación del método adecuado para el cálculo del pavimento.

Ensayos de laboratorio.

Análisis de datos.

Determinación del espesor del pavimento.

### **Instrumentos de Selección de Datos:**

Los datos que serán recopilados en campo deberán ser sometidos a distintos tipos de Ensayos los cuales se llevarán a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Suelos WTH localizado en Jr. Pajatén N° 280 – Tarapoto.

Recolección de datos topográficos.

Recolección de muestras de suelos.

Recolección de datos socio económicos.

Recolección de datos obtenidos en laboratorio.

Recolección y análisis de resultados.

### **3.2.7. Instrumentos**

#### **3.2.7.1 Instrumentos bibliográficos.**

Se hará uso de los libros que traten del tema en forma general y también de aquellos textos, tesis, informes, investigaciones afines y revistas que tocan el tema en forma particular básicamente sobre el mejoramiento de infraestructura vial de caminos vecinales.

#### **3.2.7.2 Instrumentos de laboratorio.**

Todos los instrumentos que provea el Laboratorio donde se llevará a cabo los ensayos de las muestras.

### **3.2.8. Procesamiento y Presentación de Datos**

#### **3.2.8.1 Procesamiento y Presentación de Datos.**

Los Procesamientos y presentación de Datos se hará de acuerdo a las Normas técnicas Peruanas de Diseño de Caminos vecinales, y utilizando cálculos estadísticos adecuados con la finalidad de obtener resultados satisfactorios.

Los resultados de estudios de suelos se apoyarán en tablas del presente estudio, lo cual repercutirá en el diseño del espesor del pavimento y la calidad del agregado en la conformación de la sub base y base.

De este modo pasaremos a ordenar toda la información de los resultados de los diferentes estudios como son: el estudio socio económico, el estudio hidrológico, el estudio de

pavimento, etc. Con el fin de poder conocer los beneficios que traerá para los pobladores la elaboración de dicho proyecto de tesis.

### **3.2.8.2 Procedimientos Para la recolección de Datos.**

1. Se obtendrán información teórica referente al tema en estudio.
2. Se tomará información en el campo, correspondientes a exploración de la topografía, calicatas, actividad socio-económica, etc.
3. Se procederá a someter a ensayos de laboratorio las muestras de suelos.
4. Se procesará la información topográfica.
5. Se elaborará el Estudio de Suelos
6. Se elaborará el estudio de impacto ambiental.
7. Se tomará la mejor opción del diseño de pavimentos
8. Se realizará el Estudio Económico del proyecto,
9. Se agrupará y ordenará toda la información desarrollado en gabinete
10. Finalmente se obtendrá el documento final.
11. Se obtendrá el documento final.

### **3.2.8.3 Procesamiento y Presentación de Datos**

#### **3.2.8.1.1. Procesamiento de Datos**

Finalmente los valores obtenidos y toda la información procesada en gabinete se ordenarán adecuadamente para poder formular el documento final.

#### **3.2.8.1.2. Presentación de Datos**

Los resultados de los ensayos de laboratorio, de los estudios realizados se presentarán de una forma ordenada, mediante hojas de memoria de cálculo justificando cada información adecuadamente.

La presentación de Datos se hará de acuerdo a las Normas técnicas Peruanas de Diseño de Infraestructura Vial de Caminos Vecinales, y utilizando cálculos estadísticos adecuados con la finalidad de obtener resultados satisfactorios.

### **3.2.9. Análisis e interpretación de datos y resultados.**

Los análisis e interpretación de datos se realizarán de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas de Diseño de Infraestructura Vial de Caminos Vecinales, así como la interpretación de los distintos ensayos a realizarse.

Logrando de este modo contrastar la diferencia en el abaratamiento de costos de transporte y la integración a la red vial con la realización de dicho proyecto de tesis y su posterior ejecución con la cual los beneficiados pobladores de las localidades de El Milagro, Pedro Pascasio Noriega, Campo alegre y San José del Morro, del Distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba, Región de San Martín, mejorarán sus condiciones de vida.

Se podrá comparar el crecimiento socio-económico mediante cuadros estadísticos elaborados, podremos contrastar el daño ambiental nocivo, de acuerdo al impacto ambiental realizado y finalmente podremos elaborar y tomar la mejor decisión en el diseño de pavimento de acuerdo a los estudios realizados.



## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Estudio topográfico**

Por tratarse de un Estudio Definitivo, los planos topográficos han sido referidos a los controles terrestres de la cartografía oficial, tanto en ubicación geográfica como en elevación, por lo cual se señala en el Plano Clave el Hito Datum o BM tomado como referencia. Por ello, el trazado ha sido referido a las coordenadas señaladas en el plano, mostrando en las tangentes, el azimut geográfico y las coordenadas referenciales de Pis, PCs y PTs, etc.

El levantamiento topográfico se ejecuta en una estrecha franja del territorio, a lo largo de la localización proyectada para el camino y su derecho de vía. Para el caso de mejoramiento de una vía se utilizara el levantamiento restringido a prácticamente el derecho de vía de camino con el estacado preliminar, a este método se le denomina “Trazado Directo”.

Definida la ruta por el camino existente, fijado el punto de partida y los puntos obligados de paso, se procedió a realizar el levantamiento topográfico en su Primera Fase: Trabajo de Campo. Para ello, se ha trazado una poligonal abierta con el empleo de una estación total, instalando en campo los puntos de intersección de los alineamientos (PIs), tanto horizontales como verticales, para luego trazar un eje preliminar de carretera con la inclusión de curvas horizontales y curvas verticales cóncavas y convexas; respetando los criterios establecidos por Normas. Para efectos de obtener la configuración de una faja de terreno de 20m como mínimo se ha seccionado el eje trazado en campo cada 20.00 m. en tramos en tangente, así como cada 10.00 m. en las curvas horizontales con radios inferiores a 100 m., en caso de quiebres de la topografía se tomaron secciones adicionales en los puntos de quiebre.

Asimismo se instaló un BM de control por Kilómetro utilizando una nivelación de tercer orden, nivel de precisión suficiente para efectos de facilitar su posterior replanteo, para cada uno de los puntos de control se realizó un circuito de cierre para la corrección del error acumulado por el Método de Mínimos Cuadrados.

A continuación se presenta en tabla adjunto la relación de BMs fijados en el campo.

**Tabla 16***Relación de BMs ubicados en campo*

<b>BM N°</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Cotas</b>	<b>Referencias</b>
1	0+000	837.320	Lado Derecho de la Vía
2	0+520	865.568	Lado Izquierdo de la Vía
3	1+580	846.014	Lado Izquierdo de la Vía
4	2+635	890.014	Lado Izquierdo de la Vía
5	2+060	893.968	Lado Izquierdo de la Vía
6	3+515	874.597	Lado Derecho de la Vía
7	3+935	871.209	Lado Derecho de la Vía
8	4+350	871.209	Lado Izquierdo de la Vía
9	4+550	855.083	Lado Izquierdo de la Vía
10	5+360	876.201	Lado Izquierdo de la Vía

Fuente: Elaboración Propia.

En su Segunda Fase: Trabajo de Gabinete, se procedió a procesar la información en el software especializado denominado AIDC, para obtener finalmente una configuración de terreno con curvas de nivel y secciones transversales estacadas, con esta información se procedió a trazar la rasante de diseño y efectuar ajustes en el trazo geométrico para dar lugar al eje definitivo con sus respectivas secciones transversales, se incluyó la “caja de diseño” en función del ancho de plataforma considerado y variable según su condición de corte o relleno y su talud de reposo en la ladera correspondiente.

#### **4.1.1. Diseño Geométrico de la Vía**

El primer parámetro a definir para iniciar el proceso del Diseño Geométrico de la Vía es la Velocidad Directriz; para ello, se ha tenido en cuenta que esta vía corresponde a una carretera Vecinal desarrollada en una longitud de 5.364 Km sobre una pendiente longitudinal promedio de pendientes elevadas, con un inicio de carretera en la localidad de El Milagro (Empalme carretera departamental SM-638) hasta el caserío San José del Morro (Empalme PE-5N).

Asimismo, otro parámetro a tener en cuenta es el IMDA (Índice Medio Diario Anual), el cual se incrementa en función del crecimiento anual del Tráfico Normal y Tráfico Generado. En efecto, y luego de analizadas las características topográficas de la zona, se adopta que la velocidad directriz de 30 Km/h.

Definida la velocidad del diseño para la circulación del tránsito automotor, se procedió al diseño del eje del camino, siguiendo el trazado en planta compuesto por tramos rectos (en tangente) y por tramos de curvas circulares, y espirales de ser el caso; similarmente del trazado vertical, con tramos en pendientes rectas y con pendientes curvilíneas, normalmente parabólicas.

### **Alineamiento Horizontal**

Se realizó el alineamiento del camino manteniendo el trazo de la vía ya existente, adecuándose a las condiciones del relieve y minimizando dentro de lo razonable el número de cambio 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.

### **Curvas Horizontales**

El radio mínimo de la curva 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 general se trató de usar curvas de radio amplio, reservándose el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas, tal como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 17**

*Radios mínimos empleados en el trazo*

<b>PI N°</b>	<b>KM</b>	<b>Radio (m)</b>
01	00+093.280	30.00
02	00+143.605	30.00
09	00+941.823	30.00
21	01+713.374	30.00
22	01+734.167	30.00
26	02+100.114	25.00
27	02+139.604	25.00
29	02+257.931	25.00
30	02+292.916	30.00
32	02+446.972	25.00
36	02+580.629	6.00
37	02+609.222	6.00
38	02+688.612	10.00
39	02+754.408	15.00
40	02+771.953	25.00
49	03+621.667	30.00
70	05+023.300	30.00

Fuente: Elaboración Propia

## Peralte en Curvas Horizontales

Se denomina peralte a la sobre elevación de la parte exterior de un tramo de camino 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. Sin embargo, el Manual recomienda que en caminos con IMDA inferior a 200 veh/día y la velocidad directriz igual o menor a 30 Km/h, el peralte de todas las curvas podrá ser igual a 2.5%.

La variación de la inclinación de la sección transversal desde la sección con bombeo normal en el tramo recto hasta la sección con el peralte en pleno, se desarrolla una longitud de vía denominada transición.

La longitud de transición del bombeo es aquella en la que gradualmente se desvanece el bombeo adverso.

Se denomina Longitud de Transición de Peralte a aquella longitud en que la inclinación de la sección gradualmente varía desde el punto en que se desvanecido totalmente el bombeo adverso hasta que la inclinación corresponde a la del peralte.

**Tabla 18**

*Longitudes mínimas de transición de bombeo y transición de peralte (m)*

Velocidad Directriz (Km/h)	Valor de Peralte						Transición de Bombeo
	2%	4%	6%	8%	10%	12%	
	Longitud de Transición de Peralte (m)*						
20	9	18	27	36	45	54	9
30	10	19	29	38	48	57	10
40	10	21	31	41	51	62	10
50	11	22	32	43	54	65	11
60	12	24	36	48	60	72	12

Fuente: Cuadro 3.2.6.1.c del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

En el presente Proyecto, se han considerado los peraltes en curvas horizontales según el siguiente criterio:

**Tabla 19***Peraltes empleados en curvas horizontales*

Rango de valores de radios	Peralte
Menor o igual a 10m	8%
Mayor a 10m y Menor a 30m	7%
Mayor o igual a 30 y Menor a 40m	6%
Igual o Mayor a 40m y Menor a 60m	5%
Igual o Mayor a 60m y Menor a 80m	4%
Igual o Mayor a 80m y Menor a 120m	3%
Igual o Mayor a 120m y Menor o Igual a 150m	3%
Mayor a 150m	0%

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

**Sobreancho de la calzada en Curvas Circulares**

La calzada se incrementa en las curvas para conseguir condiciones de operación vehicular comparable a la de las tangentes.

En las curvas el vehículo de diseño ocupa un mayor ancho que en los tramos rectos; así mismo, a los conductores les resulta más difícil mantener el vehículo en el centro del carril.

En la tabla, se presentan los sobreanchos requeridos para calzadas de doble carril:

**Tabla 20***Sobreancho de la calzada en curvas circulares (Calzada de dos carriles de Circulación)*

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	11.91	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

Fuente: Cuadro 3.2.7 del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Por otro lado, el Manual recomienda, para velocidades de diseño menores a 50 Km/h, no se requerirá de sobreancho cuando el radio de curvatura sea mayor de 500m, tampoco se requerirá sobreancho cuando las velocidades de diseño estén comprendidas entre 50 Km/h – 60 Km/h y el radio de curvatura sea mayor a 800m.

### Alineamiento Vertical

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 los une rectas, que constituyen las tangentes.

En terreno del proyecto la rasante se acomodará al relieve del terreno, por economía, evitando los tramos en contrapendiente cuando deba vencerse un desnivel considerable, ya que ello conduciría a un alargamiento innecesario del recorrido de la carretera.

Los valores especificados para pendiente máxima y longitud crítica, podrán emplearse en el trazado cuando resulta indispensable.

### Curvas Verticales

Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor a 2% para carreteras afirmadas. Las curvas verticales serán proyectadas de modo que permitan, cuando menos, la visibilidad de una distancia igual a la de visibilidad mínima de parada, y cuando sea razonable mayor a la distancia de visibilidad de paso.

Para la determinación de la longitud de las curvas verticales se seleccionará el Índice de Curvatura “K”. La longitud de curva vertical será igual al índice “K” multiplicado por el valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes (A).

$$(L = K.A)$$

Los valores de los Índices “K” se muestran en la tabla, para curvas convexas y en la siguiente tabla para curvas cóncavas.

**Tabla 21**

*Índice “K” para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa.*

Velocidad Directriz Km/h	Longitud controlada por Visibilidad de frenado		Longitud controlada por Visibilidad de adelantamiento	
	Distancia de Visibilidad de frenado m.	Índice de curvatura K	Distancia de Visibilidad de adelantamiento	Índice de Curvatura K
20	20	0.6	-	-
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195

Fuente: Cuadro 3.3.2.a del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

**Tabla 22**

*Índice “K” para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava.*

Velocidad directriz	Distancia de visibilidad de frenado m.	Índice de curvatura
20	20	2.1
30	35	5.1
40	50	8.5
50	65	12.2
60	85	17.3

El índice de la curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A)  $K= L/A$  por el porcentaje de la diferencia algebraica

Fuente: Cuadro 3.3.2.b del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

### **Pendiente Longitudinal**

En los tramos en corte se evitó, 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%.

En general, se considera deseable no sobrepasar los límites máximos de pendiente que están indicados en la tabla siguiente.

**Tabla 23**

*Pendientes Máximas*

Velocidad de diseño:	Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso	Terreno Escarpado
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8

Fuente: Cuadro 3.3.3.a del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

En caso de ascenso continuo y cuando la pendiente sea mayor a 5%, se proyectará cada 3 km, un tramo de descanso de una longitud no menor de 500m, con pendiente no mayor de 2%. Se determinará la frecuencia y ubicación de estos tramos de descanso de manera que se consigan las mayores ventajas y los menores incrementos en el costo de construcción.

En general, cuando se emplee pendientes mayores al 10%, el tramo con ésta pendiente no debe exceder a 180m. Asimismo, es deseable que la máxima pendiente promedio en tramos de longitud mayor a 2000m no supere el 6%.

En curvas horizontales con radios menores a 50m, deben evitarse pendientes en exceso a 8%, debido a que la pendiente en el lado interior de la curva se incrementa muy significativamente.

En el presente Proyecto, se han considerado pendientes hasta 10% con la finalidad de no propiciar grandes volúmenes de corte y tratando en lo posible que no excedan 180m continuos de trazo.

Asimismo, se ha considera pendiente mínima de 0.5%, por lo que la pendiente de las cunetas tendrán una pendiente mínima de 2%, con un bombeo del 3% como recomienda el Manual. El detalle del estudio topográfico se encuentra detallado en los planos respectivos.

## **4.2. Estudio de impacto ambiental**

La elaboración del Estudio de Impacto Ambiental permitió identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales y sociales potenciales que el proyecto de mejoramiento puede ocasionar en los diversos componentes ambientales y sociales de su área de influencia, así como los que podrían ser ocasionados por el medio ambiente sobre la carretera en estudio y en base a ello se elaboró un Plan de Manejo Ambiental que contenga medidas de manejo ambiental para evitar y/o mitigar los impactos negativos directos e indirectos.

El mejoramiento de la carretera teniendo en cuenta las medidas de manejo ambiental permitirá la accesibilidad del transporte de pasajeros y carga, garantizando la transitabilidad de los vehículos en condiciones de eficiencia y seguridad, reduciendo los costos de operación y el tiempo de viaje a los mercados locales y regionales, mejorando las perspectivas de las actividades productivas de la zona y las condiciones de vida de la población.

### **4.2.1. Objetivos del estudio de impacto ambiental:**

Identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales y sociales potenciales que el proyecto de mejoramiento pueda ocasionar en los diversos componentes ambientales y



sociales de su área de influencia, así como los que podrían ser ocasionados por el medio ambiente sobre la carretera en estudio.

Identificar y evaluar los pasivos ambientales críticos y proponer medidas de mitigación correspondientes.

#### **4.2.2. Metodología:**

Se realizó el análisis de las implicancias ambientales del proyecto, para lo cual se tomó en cuenta los componentes o elementos ambientales: aire, agua, suelo, paisaje, vegetación, fauna y socioeconomía, como susceptibles a ser afectados y; las propias actividades o acciones que conllevan a la ejecución de proyecto durante las etapas de construcción y mantenimiento, las mismas que son capaces de generar impactos.

Para la evaluación de los impactos ambientales se aplicó la matriz de Leopold.

Con el presente estudio se busca que se ejecute la obra teniendo en cuenta todas las consideraciones para disminuir los impactos ambientales negativos en el ambiente y de esta manera garantizar la sostenibilidad del proyecto, para lo cual plantea las alternativas de mitigación según el componente ambiental afectado.

#### **4.2.3. Descripción de impactos ambientales**

##### **4.2.3.1. Descripción de los Principales Impactos Ambientales**

Como el Proyecto se refiere a una obra existente que requiere mejoramiento, se estima que la ocurrencia de impactos ambientales estará asociada básicamente al manejo de las áreas de uso temporal (campamentos, patios de máquinas, canteras). En menor medida se presentan en los frentes de trabajo de la obra propiamente dicha, como en el movimiento de tierras (corte y relleno) a lo largo de la vía, conformación de pavimentos y construcción de obras de arte y drenaje.

##### **4.2.3.2. Etapa de Construcción**

###### *Impactos negativos*

##### **Perturbación de la tranquilidad en la población**

Los habitantes de los caseríos y poblados que se ubican adyacentes a los lugares en donde se trabajará, podrían ver perturbada su tranquilidad, debido a que durante el proceso de construcción, los equipos y maquinarias empleados generarán ruidos y vibraciones. Además,

el movimiento de tierras, extracción material de canteras, el transporte de material y la conformación de pavimentos, producen material particulado (polvo), que causarían problemas respiratorios, oculares y alérgicos.

### **Incremento de gases de combustión**

Uno de los potenciales impactos en la calidad del aire será producido por la emisión de gases, tales como: dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), hidrocarburos, monóxido de carbono, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), provenientes del funcionamiento de las maquinarias y vehículos; principalmente, durante las operaciones de extracción de material de cantera y en los movimientos de tierra (cortes, rellenos, conformación de pavimentos, etc).

Sin embargo, se considera que las emisiones serán de magnitud baja, muy dispersas; por lo tanto, dichas emisiones no causarán mayor efecto en la calidad del aire del lugar, debido que el área intervenida es una zona abierta con la presencia de vientos moderados que favorecen la dispersión de dichas emisiones, reduciendo sustancialmente su poder contaminante.

### **Contaminación de los suelos**

Pérdida de calidad edáfica y de la vegetación circundante, debido a derrames de lubricantes, combustibles y grasas de vehículos, maquinarias y equipos, por mal manejo, vertidos accidentales o disposición inadecuada sobre los suelos. Esta situación se presenta latente en toda la zona de trabajo; sin embargo, de acuerdo a la experiencia, los problemas de contaminación de suelos ocurren principalmente en los patios de máquina, depósito de cemento y zonas aledañas.

Del mismo modo, durante el proceso de desmantelamiento de las instalaciones, pueden quedar pisos de concreto, paredes, recipientes u otros elementos contaminantes en los alrededores.

Se aclara que los lubricantes y las grasas al derramarse sobre la superficie, no sólo se quedan a nivel superficial sino que llegan a filtrarse hasta 10 cm de profundidad.

### **Erosión**

La erosión en los suelos durante la construcción de obras de arte en cauces con regímenes permanentes, generaría erosión y posible socavación, por agentes naturales, en las riberas

ante la necesidad de desviar los cauces provisionalmente; además, durante las actividades de movimiento de tierras, extracción de materiales de cantera, conformación de pavimentos, se daría por agentes mecánicos. Sin embargo, este efecto podrá minimizarse con el empleo de un método constructivo que proteja los suelos de la erosión y socavación.

### **Compactación de suelos**

La compactación de suelos de fundación con estructuras naturales de subdrenaje que pudieran afectarse posteriormente a la labores de construcción, será mitigado con la ejecución de sub drenajes de ser el caso.

### **Incremento de los niveles de ruido**

El funcionamiento de la maquinaria y de los vehículos de trabajo, durante del desarrollo de las actividades de la obra en sí, generará un incremento de los niveles de ruido ambiental en éstas áreas. Sin embargo, por la naturaleza de dichas operaciones, las emisiones serán por lo general menores, no existiendo en las áreas próximas elementos frágiles que sean vulnerables a este tipo de contaminante como ecosistema especial que pudiera ser afectado, a excepción del personal de obra cuya protección estará bajo la responsabilidad del contratista de obra.

### **Incremento de partículas suspendidas**

La polución del aire por polvo se producirá principalmente durante las actividades de extracción y transporte de material de cantera, así como, durante los movimientos de tierra y conformación de pavimentos.

### **Sedimentación en los cursos de agua**

La probable afectación de la calidad de las aguas superficiales está referida a la extracción inadecuada de materiales de cantera, movimiento de tierras, conformación de pavimentos y a la construcción de obras de arte para el cruce de quebradas y canales de riego. Estos trabajos podrían generar el incremento de los niveles de turbidez y/o sólidos en suspensión en los recursos hídricos, comprometiendo a las parcelas que se ubican en la parte baja.

### **Contaminación de los cursos de agua**

Otro aspecto está referido a la falta de información o conciencia de muchos trabajadores, quienes generalmente lavan su ropa, vehículos, maquinarias y/o equipos sobre los cursos de agua. Lo cual origina que se contamine con aceites y grasas, no sólo la ribera, sino el ecosistema aguas abajo.

### **Alteración del paisaje**

Durante esta etapa, el paisaje actual presentará mínimos cambios, debido a la pérdida de cobertura vegetal por desbroce, deslizamientos, explotación de las canteras y construcción de campamentos (incluidos rellenos, silos) y algunos cortes para ensanchar la vía.

### **Interrupción parcial del tránsito vehicular local**

El movimiento de tierras, conformación del pavimento, construcción de obras de arte y drenaje, la mayor presencia de vehículos, maquinarias y trabajadores, en la zona del proyecto, alterará el normal desenvolvimiento del tránsito local.

### **Reducción de la cobertura vegetal**

Este impacto se producirá durante la construcción de campamentos y remoción de material para canteras. Las canteras y su entorno más próximo se caracterizan por cobertura vegetal de baja a mediana densidad, compuesto por especies arbóreas y arbustivas propias de la zona. Debido a la pequeña dimensión de las áreas a ser intervenidas con los fines mencionados, con relación a la amplitud del ecosistema de este lugar.

### **Perturbación de la fauna local**

Las operaciones de construcción de campamentos, extracción de material en canteras y durante el desplazamiento de la maquinaria, podrían ocasionar perturbación en la fauna local. Se estima que el incremento de la presencia humana y de maquinarias durante el proceso constructivo de la obra no causará mayor perturbación en la fauna, pues no hay riesgo de procesos migratorios. Debido a la pequeña dimensión de las áreas a ser intervenidas con los fines mencionados, con relación a la amplitud del ecosistema de este lugar.

### **Afectación a la salud pública**

La emisión de material particulado (polvo y gases) durante los movimientos de tierra (corte y relleno), transporte de material y conformación de pavimentos, podrían afectar la salud de los habitantes lugareños en la zona adyacente a la obra y por donde se desplazan los vehículos, que podría manifestarse con enfermedades bronquio pulmonar alérgicas.

### **Afectación de la salud del personal de obra**

El riesgo de ocurrencia de este impacto recaerá exclusivamente sobre el personal de obra, y

sería ocasionado por la emisión de gases y polvo generado por la extracción de material de las canteras, durante el movimiento de tierras, excavaciones, preparación de mezclas y vaciado de concreto, conformación de pavimentos, etc.

#### **4.2.3.3. Etapa de Mantenimiento**

##### **Impacto positivo**

##### **Afianzamiento vial**

El mejoramiento de ésta vía, facilitará la comunicación de los caseríos y centros poblados del área de influencia del proyecto, esto traerá beneficios en la comercialización de productos y en el acceso a los servicios públicos.

##### **Oportunidad de Trabajo**

Al contarse con una vía mejorada, los beneficiarios de las localidades de Campo alegre, Pedro Pascasio y El Milagro ejecutarán actividades de mantenimiento vial rutinario anual como periódico, para ello, requerirán de mano de obra no calificada de la zona.

##### **Dinamización del comercio local**

Una vez que la vía entre en operatividad permitirá que los productos agropecuarios, sean trasladados con facilidad, en menor tiempo y con menor costo de transporte a las ciudades de Moyobamba, Rioja, Nueva Cajamarca, etc, mercados que forman parte del corredor económico establecido en la zona.

#### **4.2.4. Plan de manejo ambiental**

El Plan de Manejo Ambiental está orientado a la ejecución de acciones preventivas y/o correctivas y las medidas de mitigación de impactos ambientales, orientados a evitar o mitigar los impactos negativos a niveles aceptables en el área de influencia del proyecto.

**Durante el proceso constructivo es probable que se perturbe la tranquilidad de los pobladores que residen cerca a los lugares en donde se trabajará, por lo que será necesario adoptar las siguientes medidas:**

Se exigirá al contratista de obra, el uso de silenciadores y el óptimo funcionamiento de los mismos, para aminorar la emisión de ruidos como consecuencia del empleo y movimiento

de las maquinarias, vehículos y equipo. Es por ello, que dentro de los ítems de calificación de postores en el proceso de selección para designación del contratista de obra, se exigirá asumir el compromiso de emplear maquinarias en óptimas condiciones.

Se recomienda el humedecimiento diario en todas las áreas de trabajo, para evitar la emisión de material particulado (polvo). La disposición de materiales excedentes será efectuada cuidadosamente, de manera que el material particulado originado sea mínimo. El humedecimiento de las áreas de trabajo, se realizará en forma interdiaria, a partir del inicio de los trabajos de movimiento de tierras y explotación de canteras.

Los materiales transportados deben ser humedecidos adecuadamente y cubiertos para evitar su dispersión.

**Para evitar la posible contaminación de los suelos, se deben considerar las siguientes medidas:**

Se dispondrá de sistemas adecuados para la eliminación de residuos sólidos, se dotará al campamento de un sistema de limpieza, que incluya el recojo de basura y su traslado a un micro relleno sanitario.

En los campamentos se instalarán sistemas para el manejo y disposición de grasas y aceites; para ello es necesario contar con recipientes herméticos para la disposición de residuos de aceites y lubricantes, los cuales se dispondrán en lugares adecuados para su posterior eliminación.

Si existen derrames de concreto sobre la superficie del suelo, de inmediato se realizarán las acciones correspondientes para la limpieza del mismo y serán eliminados en las áreas seleccionadas para la disposición de material excedente.

Además se sellarán los pozos sépticos, pozas de tratamiento de aguas negras y el desagüe, como parte del acondicionamiento del área ocupada por el campamento provisional de obra.

Se considerará la posibilidad de donar las instalaciones del campamento a las comunidades que hubieran en la zona. De no ser así, se procederá a dismantelar el campamento.

**Para evitar la posible contaminación de los cursos de agua, se deben considerar las siguientes medidas:**

En zonas dedicadas al cultivo donde se prevé la construcción de alcantarillas y badenes se deben desviar los cursos de agua, el mismo que evitará la generación de turbidez en las aguas, que podría afectar las áreas agrícolas.

Se prohibirá el lavado de vehículos, maquinarias y equipos en los cursos de agua.

El abastecimiento de combustible se efectuará de tal forma que se evite el derrame de hidrocarburos u otras sustancias contaminantes a canales de riego y quebradas. Similares medidas se tomarán para el mantenimiento de maquinarias y equipo.

El sistema de extracción de agua elegido no debe producir turbiedad en el agua, encharcamiento ni otros daños al entorno.

Se evitará la utilización de fuentes de agua que representen conflictos con terceras personas. Los lugares de disposición de material excedente estarán lo suficientemente alejados de los cuerpos de agua, de manera que aun durante la creciente, no sean alcanzados por el agua.

**Para evitar alterar el paisaje en la zona, se deben considerar las siguientes medidas:**

El Contratista efectuará el levantamiento y demolición total de los pisos de concreto, paredes y cualquier otra construcción temporal para trasladarlos al lugar de disposición de materiales excedentes. El área donde estuvo el campamento debe quedar totalmente limpia de basura, papeles, trozos de madera, etc.

Una vez desmanteladas todas las áreas utilizadas temporalmente, se procederá a escarificar el suelo y readecuarlo a la morfología original, utilizando para ello la vegetación y materia orgánica reservada anteriormente.

Los taludes obtenidos del corte y de las canteras deberán ser re vegetados a fin de incrementar su estabilidad. Esta medida minimizará las alteraciones paisajísticas que se producirán en el área.

Para no causar la interrupción del normal tránsito vehicular durante los trabajos de movimiento de tierras, transporte de material, conformación de pavimentos, construcción de obras de arte y drenajes, se recomienda colocar señales tanto fijas como movibles y comunicar a los usuarios.

Durante el tiempo que dure la ejecución de la obra se deben desarrollar actividades de capacitación ambiental, la misma que debe impartirse al personal de obras (técnicos y

profesionales) con énfasis en los componentes ambientales, ya que la etapa constructiva constituye el período en que el ambiente estará expuesto a las modificaciones que supongan la construcción de las obras civiles propuestas con el proyecto. Se debe incidir en el cuidado que deben tener en el lavado de las maquinarias, equipos, ropas, vertimiento de combustible, lubricantes y grasas para no contaminar el suelo, y el agua de riego y quebradas. Por otro lado, para evitar accidentes de trabajo se impartirán recomendaciones de Seguridad Laboral entre los trabajadores.

En cuanto al depósito de material excedente (DME) existe un acta de compromiso por parte de las autoridades de la IE 00862 de la localidad de Pedro Pascasio Noriega, para la disposición de material excedente en su terreno institucional.

**Tabla 24**

*Depósito de Material Excedente*

DME	Ubicación	Lado	Volumen Requerido por el Proyecto m <sup>3</sup>	Volumen Potencial m <sup>3</sup>	Volumen a disponer m <sup>3</sup>	Procedencia (cortes, obras de arte)
01	Km 2+600	Izquierdo	15,363.39	20,000.00	15,363.39	corte

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a la mitigación ambiental se ha considerado en el Expediente Técnico su respectivo presupuesto tal como se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 25**

*Presupuesto de Mitigación Ambiental*

Partidas de Mitigación Ambiental	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Parcial (S/.)
Riego permanente en obra	mes	4.00	4,200.00	16,800.00
Reacondicionamiento de área de campamento y patio de máquinas	m <sup>2</sup>	249.00	2.44	607.56
Acondicionamiento de DME	m <sup>2</sup>	10,000.00	1.02	10,200.00
Capacitación en mantenimiento vial preventivo	Chl	2.00	3,120.00	6,240.00
Excavación de hoyos para plantación de árboles	m <sup>3</sup>	42.19	58.24	2,457.15
Siembra de plántones inc. tapado de hoyos 30x30x40 inc. Suministro	und	1,172.00	8.92	10,454.24
Charlas de Educación Ambiental	Chl	2.00	3,120.00	6,240.00
Implementos de seguridad	glb	1.00	12,400.00	12,400.00
<b>Total</b>				<b>65,398.95</b>

Fuente: Elaboración propia

El detalle del Estudio de Impacto Ambiental se encuentra en el **Anexo N° 01**.



### **4.3. Estudio de suelos**

#### **4.3.1. Generalidades**

El presente estudio de suelos forma parte del estudio definitivo de ingeniería, a nivel de ejecución de obra, del proyecto: “Mejoramiento del camino vecinal Emp. SM – 638 (El Milagro) – Pedro Pascasio Noriega – Campo Alegre – Emp. PE – 5N (San José del Morro, distrito de Moyobamba, provincia de Moyobamba – Región San Martín”.

El estudio de mecánica de suelos ha sido realizado por el Laboratorio de Suelos WTH localizado en Jr. Pajatén N° 280 – Tarapoto, con fines de determinar las características del material de la sub rasante natural para el diseño de los espesores de las capas del afirmado, así como también el estudio de los materiales de préstamo, para la capa de afirmado.

#### **4.3.2. Contenido del Informe**

El presente informe contiene los trabajos realizados para la exploración del sub-suelo en el área de proyecto señalado en los acápite anteriores; tanto los trabajos de campo como los de laboratorio y los resultados de los análisis efectuados y conclusiones obtenidas en los ensayos realizados; necesarios para identificar la calidad del suelo sub-yacente, referidas a sus propiedades físicas y mecánicas; con fines de mejoramiento.

Los trabajos de campo han consistido, principalmente en la exploración directa, a través de excavación de calicatas a cielo abierto, con una profundidad de 1.50 m de la sub-rasante para pavimentación y con muestras representativas para su análisis.

Se incluyen, en el presente informe, los resultados de los análisis de laboratorio, perfiles del suelo en cada calicata, así como las conclusiones y recomendaciones..

#### **4.3.3. Descripción General de la Zona del Proyecto.**

El camino vecinal El Milagro – Pedro Pascasio Noriega – Campo Alegre – San José del Morro, cuenta con una longitud de 5.364 Km, la sección carrozable del camino existente es variable, de 3.00 a 4.00 m, la superficie de rodadura actual es terreno natural en pésimo estado de conservación.

Como descripción del camino en proyecto, podemos señalar que la totalidad del eje de proyecto se desarrolla sobre el eje de la plataforma existente, no habiéndose requerido de variante alguna.

La plataforma actual presenta una sección relativamente amplia, de superficie sin afirmar (a nivel de terreno natural), predominando los sectores con baches y encalaminados, con la

superficie disgregada. En éste tramo existen tan solo dos obras de arte (alcantarillas) en mal estado de conservación.

#### **4.3.4. Trabajos de Campo**

##### **4.3.4.1. Reconocimiento Superficial del Terreno.**

En forma previa a la excavación de calicatas, se ha efectuado un recorrido de reconocimiento e identificación de las áreas de mayor importancia y criticidad estableciéndose los puntos en donde se efectuarán las calicatas.

Los trabajos señalados tienen la finalidad de conocer, en forma preliminar, los tipos de suelos que conforman la estratigrafía sub-yacente al área del proyecto, a través de la observación de las características y parámetros físicos y mecánicos del suelo superficial. Así mismo, este reconocimiento superficial del terreno contribuyó a una sectorización inicial, a efectos de seleccionar la obtención de las muestras que se ensayaron para la obtención del CBR.

##### **4.3.4.2. Exploraciones de Campo**

Según el reconocimiento del terreno ejecutado, se han excavado 14 calicatas debido a la topografía plana, cambios de suelos y otros, todas las excavaciones se realizaron a 1.50 m de profundidad.

##### **4.3.4.3. Inspección In Situ**

Para la observación e inspección visual en el mismo terreno, con fines de una clasificación preliminar, se ha efectuado un perfilado preliminar en cada una de las calicatas excavadas, en las que se ha efectuado la inspección in situ, determinándose las principales características de cada estrato, de acuerdo a una apreciación visual.

De conformidad con la inspección efectuada y de acuerdo al registro de campo, de la clasificación visual-manual de los suelos observados y; de acuerdo a los procedimientos del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), basados en la norma ASTM D-2487; se efectuó una clasificación preliminar del subsuelo, dentro de la profundidad estudiada, reconociéndose los estratos, de acuerdo a sus principales características físicas, las mismas que han sido confirmadas y/o corregidas con los resultados de laboratorio.

Esta clasificación visual realizada durante la inspección in situ, ha permitido determinar los estratos y obtener muestras representativas de cada estrato, las mismas que fueron acondicionadas para su envío al laboratorio.

#### 4.3.4.4. Obtención de muestras (Calicatas)

El programa de actividades para desarrollar el presente estudio, tiene como base los trabajos de campo; realizados para la obtención de muestras en los estratos identificados en la inspección in situ, observación de la estratigrafía y clasificación de los suelos representativos.

Estos trabajos han consistido en la excavación de un total de ocho calicatas a cielo abierto, de 1.50 m de profundidad, ubicadas estratégicamente en las zonas adyacentes a la franja de rehabilitación de la plataforma de rodadura; las mismas que han sido codificadas en forma secuencial mediante la letra “C” y un número correlativo, a fin de identificarlas durante todo el proceso; así como la apreciación visual de la estratigrafía, consistencia natural y demás características del suelo subyacente; de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 26**

*Calicatas del tramo*

<i>Tramo</i>	<i>Long. (Km)</i>	<i>N° Calicatas</i>	<i>Calicatas / Subtramo (Inicio - Fin)</i>	
El Milagro – Pedro Pascasio Noriega – Campo Alegre – San José del Morro	5.364	14	C-01 (km 0+000)	C-14 (km 5+414)

Fuente: Elaboración Propia

Estas calicatas han sido utilizadas en el análisis y observación preliminar de los estratos superficiales, considerando que se han extraído muestras representativas, efectuándose un cuidadoso registro de las características predominantes de los suelos que conforman cada estrato observado, así como la clasificación visual de los materiales, de acuerdo a los procedimientos del Sistema Único de Clasificación de Suelos (SUCS) y su correlación con el sistema AASHTO, características que han sido corroborados con los resultados de los ensayos procesados en el laboratorio.

Las muestras obtenidas han sido acondicionadas en forma adecuada para su transporte al laboratorio, a fin de efectuar los ensayos correspondientes a la granulometría, límites de Atterberg, Próctor Modificado y C.B.R.

El perfilaje efectuado se ha representado en un registro de excavación para la calicata, el mismo que permite observar los tipos de suelos que conforman cada uno de los estratos y cuyos gráficos se adjuntan en el presente informe; mostrando la composición del terreno natural. Del mismo modo, se han realizado pruebas de reconocimiento manual para

predefinir la consistencia del material de cada estrato, lo que complementa la observación visual en la calicata excavada.

#### **4.3.5. Trabajos de Laboratorio**

Con las muestras obtenidas, en la excavación realizada, se ha verificado la clasificación visual y efectuándose en el laboratorio los siguientes ensayos:

**Tabla 27**

*Ensayos de laboratorio Estandar y Especiales*

<b>Ensayos realizados</b>	<b>Norma aplicable</b>
Contenido de humedad	ASTM D2216
Análisis granulométrico	ASTM D422
Límites de Atteberg	ASTM D4318
Clasificación de suelos (AASHTO)	ASTM D2486
Clasificación de suelos (SUCS)	ASTM D2487
Próctor modificado	ASTM D1557
Capacidad soporte de suelo	ASTM D1883

Fuente: Elaboración Propia

Los ensayos señalados fueron realizados en concordancia con las normas NTP y ASTM, en cada una de las muestras alteradas e inalteradas. Los resultados, conclusiones y recomendaciones derivadas del presente informe, se incluyen en los acápites correspondientes; así como los cuadros, gráficos y perfiles adjuntos.

#### **4.3.6. Análisis de los resultados**

De las exploraciones de campo, así como los resultados obtenidos en el laboratorio, se ha efectuado la identificación de los suelos de la sub-rasante. En consideración a los sectores observados se han considerado pertinente describir el análisis de los resultados de los ensayos de laboratorio de la forma siguiente:

##### **4.3.6.1. Superficie de Rodadura**

La superficie de rodadura se encuentra en mal estado, apreciándose que la rasante existente se encuentra en malas condiciones y expuesto a los daños de la escorrentía superficial producto de las precipitaciones; ya que no cuenta con drenajes adecuados y las alcantarillas existentes se encuentran colmatadas.

Estas condiciones han sido provocadas por las precipitaciones intensas cíclicas que se dan en la zona de selva, que ocasionan que la calzada se deteriore totalmente, generándose baches, encalaminados y ahuellamientos debido al paso de los vehículos.

#### 4.3.6.2. Sub rasante

Se denomina subrasante a las capas que se encuentran debajo de la estructura del pavimento, en el presente caso, considerando que en la totalidad del camino estudiado no existe ningún tipo de mejoramiento con material granular, se determina que la actual superficie de rodadura no puede ser considerada como superficie de rodadura, debido a que tiene una capacidad portante baja; debiéndose realizar labores de mejoramiento de la subrasante con material de cantera.

En todo caso, para efectos de evaluación y diseño, se ha considerado como sub-rasante a los estratos que componen el suelo natural y que se encuentran debajo del nivel de perfilado proyectado. En todos los casos, las profundidades estudiadas son mayores a 1.50 m por debajo del nivel de corte o explanación proyectada, no habiéndose detectado nivel freático en ninguna de las calicatas excavadas.

De las exploraciones de campo, así como de los resultados obtenidos en el laboratorio, se concluye que el tramo en estudio se encuentra sobre suelos subyacentes naturales, de composición variable, que va del tipo SC-SM al tipo CL; observándose una predominancia de los suelos: Arcillas inorgánicas de baja plasticidad (CL).

**Tabla 28**

*Perfil del Suelo Camino Vecinal*

N°	Muestra (m) De-A	Progresiva (Km.)	Límite de Consistencia %			Clasificación de Suelos	
			Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	SUCS	AASHTO
			ASTM-D-4318			ASTM-D- 2487	ASTM-D- 3282
C-01	0.10 - 1.50	0+000	26.18	19.60	6.58	CL-ML	A-4 (3)
C-02	0.00 - 1.50	0+500	26.20	19.26	6.95	SC-SM	A-4 (0)
C-03	0.15 - 0.55	1+000	42.60	24.76	17.84	CL	A-7-6 (15)
C-03	0.55 - 1.50	1+000	62.63	34.18	28.45	MH	A-7-5 (20)
C-04	0.30 - 1.50	1+500	29.26	19.25	10.01	CL	A-4 (4)
C-05	0.00 - 1.50	2+000	25.55	19.74	5.81	SC-SM	A-4 (0)
C-06	0.40 - 1.50	2+500	41.10	23.42	27.75	CL	A-7-6 (16)
C-07	0.20 - 1.50	3+000	39.33	22.45	16.88	CL	A-6 (17)
C-08	0.00 - 1.50	3+500	53.18	30.78	22.40	MH	A-7-5 (20)
C-09	0.00 - 1.50	3+700	43.43	24.41	19.02	CL	A-7-6 (18)
C-10	0.00 - 1.50	3+744	43.35	14.85	28.50	CL	A-7-6 (11)
C-11	0.00 - 1.50	4+144	37.60	15.60	22.00	CL	A-6 (11)
C-12	0.00 - 1.50	4+544	31.87	16.76	15.11	CL	A-6 (10)
C-13	0.00 - 1.50	4+944	32.35	17.20	15.15	CL	A-6 (8)
C-14	0.00 - 1.50	5+344	35.35	15.36	19.99	CL	A-6 (6)

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla observada, se puede concluir que la sub-rasante en el presente camino, está conformado mayormente por arcillas inorgánicas de baja plasticidad (CL), limos

inorgánicos de alta plasticidad (MH), , arcillas limosas(CL-ML) y arena con presencia de finos (SC-SM) .

De acuerdo al IP podemos mencionar que en las calicatas N° 03, 04, 06, 07,09, 12, 13, 14 presenta suelos arcillosos ( $20 > IP > 10$ ), asimismo en las calicatas N° 01, 02 y 05 presenta suelos poco arcillosos ( $10 > IP > 4$ ), las calicatas 03,10 y 11 presentan suelos arcillosos de baja plasticidad y la calicata 08 presenta limos inorgánicos de baja plasticidad.

De los resultados anteriores se concluye que la zona de estudio está representada por sedimentos coluviales, aluviales, arcillas plásticas, limos elásticos como también arenas limosas, semi compacto, de regular y/o alta expansibilidad, suelos considerados de regular a mala calidad.

**Los resultados del CBR valor de soporte es de 3.30 % como mínimo y el promedio de CBR es de 6.378 % por lo que la sub rasante se considera mala y habrá que mejorarla.**

#### 4.3.6.3. Estratigrafía

De acuerdo al reconocimiento geológico y las excavaciones realizadas, el proyecto se encuentra con suelos, limos inorgánicos, limos elástico, arcillas plásticas, arenas arcillo limosas semi compactos de color amarillento, blanquecino y crema.

#### 4.3.7. Ubicación de canteras

Para la ejecución de los trabajos de conformación de terraplén se realizara con material de la cantera Chavarry. Esta cantera se encuentra a una distancia media de 1.45 Km de la localidad de El Milagro en la ruta SM -638.

Para la ejecución de los trabajos de mejoramiento de subrasante se realizara con material de la cantera Garate - Soritor. Esta cantera se encuentra a una distancia promedio de 19.05 Km de la localidad de El Milagro.

**Tabla 29**

*Ubicación de la cantera "Garate".*

Cantera	Acceso	Estado acceso	Progresiva	Lado	Usos	Comentario
Garate	19.05 km.	Bueno	0+000	Izquierdo	Afirmado	Material Combinado

Fuente: Elaboración Propia

Para la ejecución de los trabajos de Mejoramiento de la base existente (Afirmado) se tiene la cantera GARATE - Soritor. Esta cantera se encuentra a una distancia promedio de 19.05 Km de la localidad de El Milagro.

**Tabla 30***Ubicación de la cantera “Chavarry”.*

Cantera	Acceso	Estado acceso	Progresiva	Lado	Usos	Comentario
Chavarry	1,450 m.	Bueno	0+000	Izquierdo	Material de Relleno	Material de Préstamo

Nota: La cantera de material para terraplenes se encuentra entre la intersección de las vías PE-5N y SM-638 a una distancia aprox. De 1450 metros del punto de inicio del tramo en estudio (km 00+000).

Fuente: Elaboración Propia

Para la ejecución de los trabajos de concreto, se puede obtener agregados para los diseños, se tiene la cantera Naranjillo (1.5 Km. del centro poblado de Bajo Naranjillo, a una distancia de 59.65 Km. De la localidad de El Milagro), también se tiene la cantera del río Yuracyacu, sector Ucrania en Nueva Cajamarca (64.65 Km de la localidad de El Milagro).

**Todas estas canteras citadas cumplen con los requisitos o especificaciones dadas en el presente informe, según estudio de mecánica de suelos.**

#### 4.3.8. Ubicación de botadero

Se ha ubicado el botadero en el caserío Pedro Pascasio Noriega en un terreno perteneciente a la institución educativa N° 00862 a una distancia máxima de 2.7 km, donde existen zonas de depresión, que en coordinación con los pobladores beneficiarios y las autoridades educativas, permitirá acumular material de relleno (desmonte) en su propiedad.

**Tabla 31***Ubicación de botaderos*

Ubicación	Acceso	Estado acceso	Progresiva	Lado	Usos	Comentario
I.E N° 00862	0.20 km	Regular	2+665	Derecho	Botadero	Material Excedente

El detalle del Estudio de Suelos se encuentra en el **Anexo N° 02.**

#### 4.4. Estudio de tráfico

##### 4.4.1. Objetivo

El objetivo del estudio de tráfico vehicular nos permite clasificar y conocer el volumen de los vehículos que se movilizan por la carretera en la actualidad, así como de estimar el

origen-destino de los vehículos, elementos indispensables para la evaluación económica de la carretera y la determinación de sus características de diseño.

#### **4.4.2. Estudio del tráfico**

Del tráfico de vehículos, de acuerdo al Inventario Vial Georeferenciado de la Provincia de Moyobamba el tráfico del camino es de 31 vehículos por día, conformado por 26 vehículos ligeros y 05 vehículos pesados. La población que se verá beneficiada directamente con la ejecución de las obras de infraestructura de transporte es de 1,523 habitantes de acuerdo al Perfil de Proyecto de Inversión Pública y al Inventario Vial Georeferenciado.

El principal sistema de transporte empleado para la movilización de pasajeros y carga es el camino vecinal, esta vía adquiere gran importancia económica, debido a que constituye el único medio en el área del proyecto que hace posible el transporte directo entre esta región con las demás regiones del país, con las cuales mantiene estrechas relaciones comerciales, principalmente con los demás mercados costeros. Asimismo, permite el acceso de la población a los servicios públicos y privados.

#### **4.4.3. Demanda Actual**

La demanda actual del proyecto está representado en primer lugar por la cantidad de vehículos motorizados que transitan por el tramo de la carretera y está dada por el Índice Medio Diario ( IMD ) y además los productos agrícolas que se necesita extraer de las chacras que actualmente se están perdiendo porque muchas veces se deterioran.

También la demanda actual está dada por todos los beneficiarios como usuarios de la carretera que actualmente utilizan, se considera como demanda al transporte de carga y pasajeros desde los caseríos El Milagro, Pedro Pascasio Noriega, Campo Alegre y San José del Morro, pertenecientes a la provincia de Moyobamba, que es el receptor de la producción local y sus alrededores, siendo esta la capital de la Provincia y del Departamento de San Martín, considerado como un foco de desarrollo.

#### **4.4.4. Conteo de tráfico**

Estas se realizaron durante el mes de Agosto. Se obtuvieron los siguientes resultados:



**Tabla 32**  
*Conteo de trafico*

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total Semanal
Automóvil	12	13	9	10	10	12	15	81
Camioneta	12	13	14	13	15	16	13	96
Combi Rural	0	1	1	2	3	2	2	11
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus Grande	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	4	4	3	5	7	6	4	33
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>31</b>	<b>27</b>	<b>30</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 33**  
*Índice medio diario anual*

Tipo de Vehículo	Total Semanal	IMDS (Vi/7)	fc	IMDS x fc
Automóvil	81	12	0.93654857	11
Camioneta	96	14	0.93654857	13
Combi Rural	11	2	0.93654857	2
Micro	0	0	0.93654857	0
Bus Grande	0	0	0.93654857	0
Camión 2E	33	5	0.95255208	5
<b>TOTAL</b>				<b>31</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.5. Estudio de la vía

El tipo de servicio que va a generar el presente proyecto que es de acceso al transporte de pasajeros y turistas locales, así como de la producción hacia el mercado local más cercano como Moyobamba y Rioja, al cual se accede desde las localidades de El Milagro, Pedro Pascasio Noriega, Campo Alegre y San José del Morro a través de la trocha carrozable que se empalma con la Vía Nacional Fernando Belaunde Terry (PE-5N).

Este tema tiene como objetivo determinar los volúmenes de tránsito en esta carretera vecinal; en tal sentido es importante conocer los principales parámetros que determinen los índices del tráfico real, para poder tomar criterios técnicos en la jurisdicción del proyecto.

#### 4.4.6. Análisis de tráfico

Para diseñar una carretera es necesario predecir el número de vehículos para un periodo de diseño; la información sobre el tráfico actual son dados de medidas directas en alguna carretera con características de tránsito actual.

Los cálculos para pronosticar el tránsito futuro, dan la pauta sobre la cual se pueden elaborar proyectos económicamente seguros, así como proporcionar la base para proyectos que satisfagan las demandas del tránsito.

#### 4.4.7. Tráfico proyectado

La proyección del tránsito de los vehículos del área de influencia de la carretera vecinal en estudio corresponde para un horizonte de planeamiento de 10 años, establecido para este tipo de proyectos y expresado en términos de Índice Medio Diario (IMD).

Desde el punto de vista del diseño de la capa de rodadura sólo tienen interés los vehículos pesados (buses y camiones), considerando como tales aquellos cuyo peso bruto excede de 2.5 Tn. El resto de los vehículos que puedan circular con un peso inferior (motocicletas, automóviles y camionetas) provocan un efecto mínimo sobre la capa de rodadura, por lo que no se tienen en cuenta en su cálculo.

El tráfico proyectado al año horizonte, se clasificará según lo siguiente:

**Tabla 34**

*Características básicas para la superficie de rodadura de las Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito*

Carretera de BVT	IMD Proyectado	Ancho de Calzada (M)	Estructuras y Superficie de Rodadura Alternativas (**)
T3	101 – 200	2 carriles 5.50 – 6.00	Afirmado (material granular, grava de tamaño máximo 5 cm homogenizado por zarandeado o por chancado) con superficie de rodadura adicional (min. 15 cm), estabilizada con finos ligantes u otros; perfilado y compactado.
T2	51 – 100	2 carriles 5.50 – 6.00	Afirmado (material granular natural, grava, seleccionada por zarandeo o por chancado (tamaño máximo 5 cm); perfilado y compactado, min. 15 cm.
T1	16 – 50	1 carril(*) o 2 carriles 3.50 – 6.00	Afirmado (material granular natural, grava, seleccionada por zarandeo o por chancado (tamaño máximo 5 cm); perfilado y compactado, min. 15 cm.
T0	< 15	1 carril(*) 3.50 – 4.50	Afirmado (tierra) En lo posible mejorada con grava seleccionada por zarandeo, perfilado y compactado, min. 15 cm
Trocha carrozable	IMD Indefinido	1 sendero(*)	Suelo natural (tierra) en lo posible mejorado con grava natural seleccionada; perfilado y compactado.

Por lo tanto, la clasificación de la carretera por su IMD proyectado es **T1 (16<IMD<50)**.

#### 4.5. Estudio de hidrología y drenaje

##### 4.5.1. Introducción

El drenaje superficial de la carretera tiene por finalidad manejar en forma adecuada el agua proveniente de las precipitaciones, así mismo evitar el deterioro de la carretera para lograr un adecuado mantenimiento a fin de brindar un buen servicio de transporte.

El manejo de agua se logra haciendo uso de un adecuado diseño y dimensionamiento de estructura hidráulica y estructura de la carretera. Si hablamos de estructura de la carretera nos referimos a bombeos y pendientes.

A lo largo del Camino Vecinal en estudio, se tiene que entre las progresivas Km. 1+400 - Km. 1+600; Km. 2+750 - Km. 2+950; Km. 3+200 - Km. 5+050 son proclives a inundaciones por la presencia de pequeñas quebradas, estanques y arrozales que hacen que el suelo permanezca constantemente saturado, estos fenómenos se producen mayormente en épocas de lluvias.

#### **Ubicación:**

La ubicación geográfica del distrito de Moyobamba está dada por las coordenadas 06° 02'00" de Latitud Sur y 76°58'19" Latitud Oeste a 860 metros sobre el nivel de mar, en la región selva.

La Región San Martín se encuentra ubicado en la Selva Alta del Nor Oriente Peruano, entre los paralelos 5°24' y 8°47' de latitud sur a partir del Ecuador y los meridianos 75°27' y 77°84' de longitud oeste. Limita por el Norte con el departamento de Loreto, por el Este con los departamentos de Loreto y Huánuco, por el Sur con el Departamento de Huánuco y por el Oeste con los departamentos de La Libertad y Amazonas. Contiene territorios de selva alta y baja.

Localidades	:	El Milagro, Pedro Pascasio Noriega, Campo Alegre, San José del Morro.
Distrito	:	Moyobamba.
Provincia	:	Moyobamba.
Región	:	San Martín.

#### **4.5.2. Ubicación de Fuentes de Agua.**

En todo el recorrido de la carretera, objeto del proyecto, se cuenta con 1 punto de agua:

#### **Rio Indoche:**

Por las características de ubicación del punto de agua, el acceso se realizara tanto por el punto inicial (Km 0+000), a través de la carretera SM-638; como por el punto final (Km 5+364), a través de la vía nacional PE-5N.

Acceso:

1.650 km al punto inicial del tramo (Km. 0+000).

3.000 km al punto final del tramo (Km. 5+364).

En el recorrido también existen otras fuentes pequeñas de agua que eventualmente pudieran usarse si es que la condición de caudal lo permite.

Para las obras de concreto se hará uso del agua potable de las localidades beneficiarias (El Milagro, Pedro Pascasio Noriega, Campo Alegre y San José del Morro).

Las características del clima de la zona donde está ubicada la carretera y tomando en cuenta la información pluviométrica disponible.

### **4.5.3. Hidrología**

#### **Estimación de Caudales de Escorrentía**

El método de estimación de los caudales asociados a un periodo de retorno depende del tamaño y naturaleza de la cuenca tributaria. Cuando las cuencas son pequeñas se considera apropiada la aplicación del método de la FORMULA RACIONAL, para la determinación de los caudales. Se consideran cuencas pequeñas a aquellas en el que el tiempo de concentración es igual o menos a 6 horas. El tiempo de recorrido del flujo en el sistema de cauces de una cuenca, o tiempo de concentración relacionado con la intensidad media de precipitación se puede deducir por la fórmula:

$$T = 0.3 (L/J^{1/4})^{3/4}$$

Siendo:

T= Tiempo de concentración en horas

L= Longitud del cauce principal en Km

J= Pendiente media

Esta fórmula no es aplicable al flujo sobre la plataforma del camino dado que este flujo es difuso y lento. Cuando de disponga de información directa sobre niveles o cualidades de la avenida, se recomienda comparar los resultados obtenidos del análisis con dicha información.

El caudal del diseño que desagüe de una cuenca pequeña se obtendrá mediante la Formula Racional:

$$Q = CIA/3.6$$

Siendo:

Q = Caudal  $m^3/seg$

I = Intensidad de la precipitación pluvial máxima previsible, correspondiente a una duración igual al tiempo de concentración y a un periodo de retorno dado, en mm/h

A = Área de la cuenca en  $km^2$

C = Coeficiente de escorrentía

Para el pronóstico de los caudales, el procedimiento racional requiere contar con la familia de curvas, Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF). En nuestro país debido a la escasa información pluviográfica con que se cuenta difícilmente pueden elaborarse esas curvas.

**Tabla 35**

*Coefficientes de duración lluvias entre 48 horas y 1 hora*

<b>Duración de la Precipitación en horas</b>	<b>Coefficiente</b>
1	0.25
2	0.31
3	0.38
4	0.44
5	0.5
6	0.56
8	0.64
10	0.73
12	0.79
14	0.83
16	0.87
18	0.9
20	0.93
22	0.97
24	1.00
48	1.32

Fuente: Cuadro 4.1.2.a del Manual para el Diseño de Carretera No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

El coeficiente C, de la formula racional, puede determinarse con la ayuda de los siguientes cuadros.

**Tabla 36***Valores para la determinación del coeficiente de escorrentía*

<b>Condición</b>		<b>Valores</b>				
1. Relieve de Terreno	$K_1= 40$ Muy accidentado pendiente superior al 30%	$K_1= 30$ Accidentado pendiente 10% y 30%	$K_1= 20$ Ondulado entre pendiente 5% y 10%	$K_1= 10$ Llano entre pendiente inferior al 5%		
	2. Permeabilidad del Suelo	$K_2= 20$ Muy impermeable roca sana	$K_2= 15$ Bastante impermeable arcilla	$K_2= 10$ Permeable	$K_2= 5$ Muy permeable	
		3. Vegetación	$K_3=20$ Sin vegetación	$K_3= 15$ Poca Menos del 10% de la superficie	$K_3= 10$ Bastante Hasta el 50% de la superficie	$K_3= 5$ Mucha Hasta el 90% de la superficie
4. Capacidad de Retención	$K_4= 20$ Ninguna		$K_4= 15$ Poca	$K_4= 10$ Bastante	$K_4= 5$ Mucha	

Fuente: Cuadro 4.1.2.b del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

**Tabla 37***Coficiente de escorrentía*

<b><math>K= K_1+K_2+K_3+K_4^*</math></b>	<b>C</b>
100	0.80
75	0.65
50	0.50
30	0.35
25	0.20

Fuente: Cuadro 4.1.2.c del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Para la determinación del coeficiente de escorrentía también podrán tomarse como referencia, cuando sea pertinente, los valores mostrados en la siguiente tabla.

**Tabla 38***Coefficiente de escorrentía según superficie*

<b>Tipo de Superficie</b>	<b>Coefficiente de Escorrentía</b>
Pavimento Asfáltico y concreto	0.70 - 0.95
Adoquines	0.50 - 0.70
Superficie de grava	0.15 - 0.30
Bosques	0.10 - 0.20
Zonas de vegetación densa	0.10 - 0.50
✓ Terrenos granulares	0.30 - 0.75
✓ Terrenos arcillosos	
Tierra sin vegetación	0.20 - 0.80
Zonas cultivadas	0.20 - 0.40

Fuente: Cuadro 4.1.2 d del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Para el cálculo de la velocidad y del caudal en un canal con régimen hidráulico uniforme, se puede emplear la fórmula de Manning.

$$V = R^{2/3} S^{1/2} / n$$

$$Q = V * A$$

$$R = A/P$$

Siendo:

Q = Caudal en m<sup>3</sup>/s

V = Velocidad media en m/s

A = Área de la sección transversal ocupada por el agua en m<sup>2</sup>

P = perímetro mojado en m

R = Radio hidráulico en m

S = Pendiente del fondo en m/m

n = Coeficiente de rugosidad de Manning (ver cuadro siguiente).

**Tabla 39***Valores del coeficiente de Manning*

<b>Tipo De Canal</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Normal</b>	<b>Máximo</b>
Tubo metálico corrugado	0.021	0.024	0.030
Tubo de concreto	0.010	0.015	0.020
Canal revestido en concreto alisado	0.011	0.015	0.017
Canal revestido en concreto sin alisar	0.014	0.017	0.020
Canal revestido albañilería de piedra	0.017	0.025	0.030
Canal sin revestir en tierra o grava	0.018	0.027	0.030
Canal sin revestir en roca uniforme	0.025	0.035	0.040
Canal sin revestir en roca irregular	0.035	0.040	0.050
Canal sin revestir con maleza tupida	0.050	0.080	0.012
Río en planicie de cauce recto sin zonas con piedras y malezas	0.025	0.030	0.035
Ríos sinuosos o torrentosos con piedras	0.035	0.040	0.600

Fuente: Cuadro 4.1.2 e del Manual para el Diseño de Carretera No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

### Período de Retorno

La selección del caudal de diseño para el cual debe proyectarse un elemento del drenaje superficial, está relacionado con la probabilidad de riesgo que dicho caudal sea excedido durante el cual se diseña la obra de arte o drenaje. En general, se aceptan riesgos más altos cuando los daños probables que se produzcan, en caso discurra un caudal mayor al de diseño, sean menores, y los riesgos aceptables deberán ser muy pequeños cuando los daños probables sean mayores.

El riesgo o probabilidad de excedencia de un caudal en un intervalo de años está relacionado con la frecuencia histórica de su aparición o con el período de retorno. En la tabla siguiente, se muestran los valores del riesgo de excedencia del caudal de diseño, durante la vida útil del elemento de drenaje para diversos períodos de retorno.

**Tabla 40**

*Riesgo de excedencia (%) durante la vida útil para diversos períodos de retorno*

Período de Retorno (años)	Años de Vida Útil				
	10	20	25	50	100
10	65.13%	57.84%	92.82%	99.48%	99.99%
15	49.84%	74.84%	82.12%	96.82%	99.41%
20	40.13%	64.15%	72.26%	92.31%	98.31%
25	33.52%	55.80%	63.96%	87.01%	86.31%
50	18.29%	33.24%	39.65%	63.58%	86.74%
100	9.56%	18.21%	22.22%	39.50%	63.40%
500	1.98%	3.92%	4.88%	9.30%	18.14%
1000	1.00	1.98%	2.47%	4.88%	9.52%
10000	0.10	0.20%	0.25%	0.50%	0.75%

Fuente: Cuadro 4.1.1 a del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Se recomienda adoptar períodos de retorno no inferiores a 10 años para las cunetas y para las alcantarillas de alivio. Para las alcantarillas de paso el retorno aconsejable es de 50 años. Para los pontones y puentes el período de retorno no será menos de 100 años. Cuando sea previsible que se produzcan daños catastróficos en caso que se excedan los caudales de diseño, el período de retorno podrá ser hasta de 500 años a más. En el Cuadro siguiente, se indican períodos de retorno aconsejables según el tipo de obra de drenaje.



**Tabla 41**

*Períodos de retorno para diseño de obras de drenaje en carreteras de bajo volumen de tránsito*

<b>Tipo De Obra</b>	<b>Período De Retorno En Años</b>
Puentes y Pontones	100 (mínimo)
Alcantarillas de Paso	50
Alcantarillas de Alivio	10 – 20
Drenaje de Plataforma	10

Fuente: Cuadro 4.1.1 b del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

#### **4.5.4. Diseño de Obras de Drenaje Superficial**

##### **Criterios Generales de Diseño**

A lo largo de la vía se han encontrado pequeños cauces con flujos permanentes y estacionales; de las cuales se tienen indicios que en época de lluvia con períodos de retorno considerables, las estacionales a lo largo del trazo se activan. Por lo tanto, tanto en las Obras de Cruce (alcantarillas), como en Obras de Alivio de Cunetas (alcantarillas), su elección dependerá de las características del flujo, de la topografía y de la economía en el dimensionamiento de las Obras de Arte.

Por otro lado, las escorrentías superficiales a lo largo de la vía que provienen de las precipitaciones en el trayecto de la vía, condicionan el planteamiento de cunetas de base para evacuar las aguas a través de las alcantarillas de alivio y éstas a su vez a los cursos de agua que existen a lo largo de la vía.

Por lo tanto, el sistema conformado por cunetas de base que desfogon 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 Sismorresistente en lo que fuere aplicable.

Actualmente, la vía cuenta con 01 alcantarilla metálica de diámetro 36” (colocada artesanalmente) sin cabezales ni protección, además de 02 alcantarillas de concreto (01 anillo); en mal estado de conservación, colmatas debido a la falta de mantenimiento,

perjudicando la estabilidad de algunos tramos de la vía por la reducción de la capacidad hidráulica diseñada para dichas obras de arte, por lo que se está proponiendo la demolición y construcción de nuevas en el caso que no cumplan las condiciones hidráulicas de diseño.

A continuación se detallan los criterios específicos para el Diseño de las estructuras de drenaje superficial, planteadas con motivo del mejoramiento de la vía.

#### Cunetas de Base:

Las cunetas tendrán en general sección triangular y se proyectarán para todos los tramos al pie de taludes de corte. Según, el Manual las dimensiones serán fijadas de acuerdo a las condiciones pluviométricas, siendo las dimensiones mínimas aquellas indicadas en la siguiente tabla:

**Tabla 42**

#### *Dimensiones mínimas de cunetas*

<b>Región</b>	<b>Profundidad (M)</b>	<b>Ancho (M)</b>
Seca	0.20	0.50
Lluviosa	0.30	0.75
Muy Lluviosa	0.50	1.00

Fuente: Cuadro 4.1.3.a del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Estos elementos de Drenaje Superficial se proyectan con la finalidad de evacuar las aguas de precipitaciones pluviales que discurren por la calzada, a través del bombeo, se ha considerado cunetas de sección transversal de 0.50 x 1.00m con talud 1:2 y variable según el talud de reposo de la ladera, sin revestir en tramos de corte con pendiente menores a 4% y revestidas para pendientes mayores o iguales a 4%.

#### Alcantarillas de Paso y Alcantarillas de Alivio:

##### Tipo y Ubicación

El tipo de alcantarilla deberá ser elegido en cada caso teniendo en cuenta el caudal a eliminarse, la naturaleza, la pendiente del cauce y el costo en relación con la disponibilidad de los materiales.

La cantidad y la ubicación serán fijadas para garantizar el drenaje, evitando la acumulación excesiva de aguas. Además, en los puntos bajos del perfil debe proyectarse una alcantarilla de alivio, salvo solución alternativa.

Para el caso del Mejoramiento del Camino Vecinal Emp. SM-638 (El Milagro) – Pedro Pascasio Noriega – Campo Alegre – Emp. PE-5N (San José del Morro) se proyectaran tanto alcantarillas de paso como de alivio, las que permitirán evacuar las aguas de los pequeños cursos existentes y las provenientes de las cunetas de base; para de esta manera conservar la operatividad de la carretera.

Por otro lado, atendiendo las recomendaciones del Manual acerca de las dimensiones mínimas de las Alcantarillas de Alivio, de tal forma que permitan su limpieza y conservación es deseable que la dimensión mínima de la alcantarilla sea 0.60m. en el caso de tubos; es por ello que se contara con alcantarillas de 36”, 42” y 60” (01 ojo y 02 ojos) de (HDPE).

**Tabla 43**

*Descripción de obras de arte e infraestructura existentes*

N°	Ubicación (Progresiva)	Descripción	Causas del Problema	Alternativa de Solución
01	Km. 1+566.00	Cruce provisional de Madera de L=5.00m, en regular estado de conservación.	Cruce provisional de madera con deficiente capacidad hidráulica y peligro de colapso ante máximas avenidas.	Demoler y construir alcantarilla HDPE Ø=60" de 02 ojos, L=10.00m.
02	Km. 2+162.00	Alcantarilla de CA. circular de un anillo L=4.00m, en mal estado de conservación.	Alcantarilla obstruida y cubierta de vegetación en la entrada y salida.	Demoler y construir nueva HDPE Ø=60", L=9.00m.
03	Km. 2+813.00	Alcantarilla de CA. circular de un anillo L=4.50m, en mal estado de conservación.	Alcantarilla obstruida y cubierta de vegetación en la entrada y salida. Insuficiente capacidad hidráulica.	Demoler y construir nueva HDPE Ø=60" de 02 ojos, L=9.00M.
04	Km. 4+260.00	Alcantarilla Circular TMC d=36", en pésimo estado de conservación.	Alcantarilla obstruida con erosión en la salida. No cuenta con protección ni diseño hidráulico adecuado.	Demoler y construir nueva HDPE Ø=60" de 02 ojos, L=8.50M.

Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado, atendiendo las recomendaciones del Manual acerca de las dimensiones mínimas de las Alcantarillas de Alivio, de tal forma que permitan su limpieza y conservación es deseable que la dimensión mínima de la alcantarilla sea 0.60m. en el caso de tubos.

Para el presente Proyecto, se plantean ejecutar:

13 alcantarillas circulares de tubería corrugada de polietileno de alta densidad D=36”.

02 alcantarillas circulares de tubería corrugada de polietileno de alta densidad D=42”.

02 alcantarillas circulares de tubería corrugada de polietileno de alta densidad D=60”.

05 Alcantarilla circular de tubería corrugada de polietileno de alta densidad (2 OJOS) D=60”.

Todas con muros cabezales y alas de encauzamiento de concreto armado  $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$  debidamente protegidos en la entrada y salida mediante concreto ciclópeo, para permitir un adecuado mantenimiento posterior, a pesar que la sección hidráulica requerida sea menor.

**Tabla 44**

*Descripción de obras de arte e infraestructura proyectadas.*

Nº	Ubicación (Progresiva)	Tipo	Longitud (m)	Causas del Problema	Punto Topográfico
01	Km. 0+140.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 36"	11.00	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cóncava
02	Km. 0+440.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 36"	8.50	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cóncava
03	Km. 0+503.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 36"	8.00	Inexistente estructura de paso.	Curva Vertical Cóncava
04	Km. 0+840.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 42"	8.50	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cóncava
05	Km. 1+010.10	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 36"	13.00	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cóncava
06	Km. 1+140.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 36"	8.00	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cóncava
07	Km. 1+360.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 36"	8.00	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cóncava
08	Km. 1+460.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 36"	8.00	Inexistente estructura de paso.	Curva Vertical Cóncava
09	Km. 1+530.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 36"	9.00	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cóncava
10	Km. 1+566.00	Alcantarilla 2 Ojos Tubería de Polietileno de Alta Densidad 60"	6.00	Pontón de madera en mal estado, con peligro de colapso.	Curva Vertical Cóncava
11	Km. 1+802.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 36"	8.50	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cóncava
12	Km. 2+012.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 36"	8.50	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cóncava
13	Km. 2+162.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 60"	9.00	Alcantarilla obstruida y cubierta de vegetación en la entrada y salida. Insuficiente capacidad hidráulica.	Curva Vertical Cóncava
14	Km. 2+250.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 36"	10.00	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cóncava
15	Km. 2+485.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 36"	8.00	Inexistente estructura de paso.	Curva Vertical Cóncava
16	Km. 2+813.00	Alcantarilla 2 Ojos Tubería de Polietileno de Alta Densidad 60"	9.00	Alcantarilla obstruida con erosión en la salida. No cuenta con protección ni diseño hidráulico adecuado	Curva Vertical Cóncava
17	Km. 3+226.00	Alcantarilla 2 Ojos Tubería de Polietileno de Alta Densidad 60"	9.00	Inexistente estructura de paso.	Curva Vertical Cóncava

Nº	Ubicación (Progresiva)	Tipo	Longitud (m)	Causas del Problema	Punto Topográfico
18	Km. 3+532.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 60"	8.50	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cónca
19	Km. 3+750.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 36"	8.50	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cónca
20	Km. 4+260.00	Alcantarilla 2 Ojos Tubería de Polietileno de Alta Densidad 60"	8.50	Alcantarilla obstruida con erosión en la salida. No cuenta con protección ni diseño hidráulico adecuado	Curva Vertical Cónca
21	Km. 4+423.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 42"	8.50	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cónca
22	Km. 4+963.00	Alcantarilla 2 Ojos Tubería de Polietileno de Alta Densidad 60"	8.50	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cónca

Fuente: Elaboración Propia

El detalle del Estudio de Hidrología y Drenaje se encuentra en el **Anexo N° 03**.

#### 4.6. Diseño de pavimento a nivel de afirmado

##### 4.6.1. Generalidades

Una carretera destinada al tránsito moderno no puede considerarse terminada si es que no se ha dotado de un pavimento que responda a sus exigencias. Es en este aspecto donde el ingeniero debe tener un especial cuidado, ya que un cuidadoso estudio y la selección del pavimento apropiado influirán enormemente en el acabado y conservación de la obra así como en el costo que demanda su construcción.

Es en los pavimentos para carreteras donde más se debe tener en cuenta el aspecto económico, debido a las grandes superficies que hay que cubrir y en donde lógicamente una pequeña diferencia en el precio por metro cuadrado tiene gran incidencia en el costo del conjunto.

En el diseño y cálculo de pavimentos deben tenerse en cuenta los efectos originados por las cargas de los ejes de los vehículos de transporte que son cada vez más pesados y más rápidos.

El material a usarse varía según la región y las fuentes locales de agregados, cantera de cerro o de río, también se diferencia si se utilizará como una capa superficial o capa inferior, porque de ello depende el tamaño máximo de los agregados y el porcentaje de material fino o arcilla, cuyo contenido es una característica obligatoria en el camino de afirmado.

El afirmado es una mezcla de tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla. Si no existe una buena combinación de estos tres tamaños, el afirmado será pobre.

El afirmado requiere de un porcentaje de piedra para soportar las cargas, asimismo necesita un porcentaje de arena clasificada según tamaño para llenar los vacíos entre las piedras y dar estabilidad a la capa; y, obligatoriamente un porcentaje de finos plásticos para cohesionar los materiales de la capa de afirmado.

Hay dos principales aplicaciones en el uso de afirmados: su uso como superficie de rodadura en caminos no pavimentados o su uso como capa inferior granular o como colchón anticontaminante.

Como superficie de rodadura, un afirmado sin suficientes finos, está expuesto a perderse, porque es inestable. En construcción de caminos se requiere un porcentaje limitado pero suficiente de materiales finos y plásticos, que cumplan la función de aglutinar para estabilizar la mezcla de gravas.

Un buen afirmado para capa inferior, tendrá mayor tamaño máximo de piedras, que en el caso de la capa de superficie y muy poco porcentaje de arcillas y de materiales finos en general. La razón de ello es que la capa inferior debe tener buena resistencia para soportar las cargas del tránsito y además debe tener la cualidad de ser drenante.

### **Manipuleo y Colocación del Material de Afirmado**

En relación a la obtención y manipuleo de los materiales en las canteras o fuentes de materiales es muy importante, que antes de comenzar a procesar el material, se retire la capa de tierra vegetal y la vegetación de la superficie, pues ésta contiene materia orgánica que no es buena para la superficie del camino.

Generalmente toda cantera o fuente de material tiene variaciones en las capas de revestimiento granular a explotar, pues se presentan capas aparentemente muy uniformes pero cambian repentinamente con bolsones de un material diferente y esto afecta la gradación total de la grava, por eso es importante el conocimiento e investigación de las fuentes de materiales para conseguir una correcta explotación y una buena mezcla desde el comienzo del proceso.

Otro de los problemas es la segregación del material durante el proceso, cuando ocurre esto, las partículas de gran tamaño tienden a juntarse hasta conseguir aislarse, en vez de mezclarse con el resto del material. Esta situación provocará la inconsistencia del material así como

dificultad en su compactación. Las zonas superficiales que contienen una cantidad inusual de partículas gruesas presentarán una condición suelta e inestable, mientras que otras zonas presentarán exceso de finos, que provocarán ahuellamientos profundos durante el periodo de lluvias.

El comportamiento de la capa de afirmado dependerá en gran parte de su ejecución, especialmente de la compactación que se le haya dado. La compactación reducirá los vacíos y aumentará el número de puntos de contacto entre partículas y el correspondiente rozamiento. La capa de afirmado debe ser compactada por lo menos, al 100% de la densidad máxima, determinada según el método AASHTO T180.

No obstante, es necesario indicar que el comportamiento de una superficie de afirmado no tendrá en ningún caso un comportamiento similar a las superficies pavimentadas. Siempre habrá algunas pérdidas de agregados en virtualmente todos los caminos de afirmado, por lo que se debe evaluar la necesidad de colocar capas de protección o estabilizaciones, según lo permitan los presupuestos de construcción y/o mantenimiento y la disponibilidad de materiales en la zona.

#### **Fuente de Materiales – Canteras**

Se deberá efectuar un estudio de canteras – fuentes de materiales para rellenos, capa de afirmado y para obras de concreto hidráulico. Para el caso de canteras que cuenten con estudios previos, se efectuarán solamente ensayos que confirmen la calidad y potencia de las mismas.

Las prospecciones que se realizarán en las canteras se efectuarán en base a calicatas, de las que se obtendrán las muestras necesarias para los análisis y ensayos de laboratorio. Se realizarán exploraciones (mínimo 06 prospecciones por cada área menor o igual a una hectárea) por medio de sondeos, calicatas y/o trincheras. Las muestras representativas de los materiales de cada cantera serán sometidas a los ensayos estándar, mínimo 06 pruebas por tipo de ensayo, a fin de determinar sus características y aptitudes para los diversos usos que sean necesarios (rellenos, afirmados, concreto, etc).

La exploración de las canteras o fuentes de materiales debe cubrir un área que asegure un volumen de material útil explotable del orden de 1.5 veces las necesidades del proyecto.

Estos trabajos se efectuarán a criterio, experiencia y responsabilidad del Proyectista, los resultados y conclusiones que presente deben ser los representativos y con una confiabilidad

aceptada, de tal manera que los materiales procedentes de las canteras seleccionadas por el Proyectista cumplan estrictamente las Especificaciones Técnicas para Construcción de Carreteras (EG-2000).

La cantera seleccionada para este proyecto, en cuanto a mejoramiento de la base existente (afirmado) y mejoramiento de subrasante es la denominada Cantera GARATE ubicada en el distrito de Soritor; para conformación de terraplén se empleara material de la Cantera CHAVARRY. Para lo cual se analizó el costo en función al precio establecido por los propietarios y esta forma parte de los precios establecidos en el presupuesto general de ejecución del proyecto.

#### 4.6.2. Estudio del tráfico

El servicio que va a generar el presente proyecto es permitir una adecuada circulación vehicular tanto de transporte de pasajeros como de carga desde los centros de producción hacia el mercado local más cercano que es la ciudad de Moyobamba.

El presente estudio tiene como objetivo determinar los volúmenes de tránsito en esta carretera vecinal; en tal sentido es importante conocer los principales parámetros que determinen los índices del tráfico real, para poder tomar criterios técnicos en la jurisdicción del proyecto.

#### Proyección del Tráfico Normal

La proyección del tránsito de los vehículos del área de influencia de la carretera vecinal en estudio corresponde para un horizonte de planeamiento de 10 años, establecido para este tipo de proyectos y expresado en términos de Índice Medio Diario (IMD).

El tráfico proyectado al año horizonte, se clasificará según lo siguiente:

**Tabla 45**

*Características básicas para la superficie de rodadura de las Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito*

Carretera de BVT	IMD Proyectado	Ancho de Calzada (M)	Estructuras y Superficie de Rodadura Alternativas (**)
T3	101 – 200	2 carriles 5.50 – 6.00	Afirmado (material granular, grava de tamaño máximo 5 cm homogenizado por zarandeado o por chancado) con superficie de rodadura adicional (min. 15 cm), estabilizada con finos ligantes u otros; perfilado y compactado.
T2	51 – 100	2 carriles 5.50 – 6.00	Afirmado (material granular natural, grava, seleccionada por zarandeo o por chancado (tamaño máximo 5 cm); perfilado y compactado, min. 15 cm.



T1	16 – 50	1 carril(*) o 2 carriles 3.50 – 6.00	Afirmado (material granular natural, grava, seleccionada por zarandeo o por chancado (tamaño máximo 5 cm); perfilado y compactado, min. 15 cm.
T0	< 15	1 carril(*) 3.50 – 4.50	Afirmado (tierra) En lo posible mejorada con grava seleccionada por zarandeo, perfilado y compactado, min. 15 cm
Trocha carrozable	IMD Indefinido	1 sendero(*)	Suelo natural (tierra) en lo posible mejorado con grava natural seleccionada; perfilado y compactado.

(\*) Con plazoletas de cruce, adelantamiento o volteo cada 500 – 1000 m; mediante regulación de horas o días, por sentido de uso.

(\*\*) En caso de no disponer gravas en distancia cercana las carreteras puede ser estabilizado mediante técnicas de estabilización suelo-cemento o cal o productos químicos u otros.

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

La proyección se ha realizado tomando como referencia el tráfico base de los vehículos de pasajeros (vehículos ligeros), considerando la tasa promedio de crecimiento de la población de la región, que es de 2.6 % promedio anual para el horizonte de planeamiento del proyecto, al que se le incrementará en un 15 % debido a los trabajos de mejoramiento del camino vecinal. Por lo tanto, la tasa de crecimiento adoptada para vehículos ligeros es de 2.60 %. Para los vehículos pesados se ha estimado en función al comportamiento de la actividad económica predominante en el área de influencia, la tasa de crecimiento asumida de manera conservadora es de 3.6 %.

#### Tabla 46

##### *Tasa de crecimiento de tráfico*

Tasas de crecimiento	
Vehículos ligeros	2.60 %
Vehículos pesados	3.60 %

Fuente: Elaboración Propia

En la proyección del tráfico generado, se ha estimado que la ejecución del proyecto dará un impacto a la actividad económica de relativo orden de importancia, que impulsará a la población a incrementar sus áreas de cultivos disponibles, que le permitirá tener un excedente exportable mayor a la situación actual, pero que no amerita un análisis del método del excedente del productor. Por lo que se considera un 30 % del tráfico normal.

Para la presente evaluación el tráfico normal se considera el tránsito de vehículos en relación a otras vías del mismo tipo en la zona, cuyo tránsito mayor ocurre en épocas de cosecha, para lo cual se proyecta de acuerdo a la tabla siguiente:

**Tabla 47***Proyección del Tráfico Generado (Vehículo/Día)*

<b>Tipo de Vehículo</b>		<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>
Automóvil	2.60 %	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Camioneta	2.60 %	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Combi Rural	2.60 %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Micro	2.60 %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus Grande	2.60 %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	3.60 %	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión 3E	3.60 %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>0</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto podemos concluir que el tráfico demandado con proyecto está dado por el tráfico proyectado con tráfico normal más el tráfico que se generará como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 48***Demanda proyectada*

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>
<b>Tráfico Normal</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>33</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>37</b>	<b>38</b>	<b>39</b>
Automóvil	11	11	11	12	12	12	13	13	13	14	14
Camioneta	13	13	13	14	14	14	15	15	16	16	16
C.R.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus Grande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tráfico Generado</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
Automóvil	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Camioneta	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
C.R.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus Grande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>IMD TOTAL</b>	<b>31</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>38</b>	<b>39</b>	<b>39</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>42</b>	<b>43</b>	<b>44</b>

\* Se estima el tráfico generado en un proyecto de mejoramiento = 15 % del tráfico normal

Fuente: Elaboración Propia

**Análisis de tráfico**

El procedimiento de análisis de tráfico es importante y puede variar de acuerdo a la metodología empleada, sin embargo los resultados deben ser compatibles de acuerdo con la cantidad de vehículos de diferente tipo que transitarán por la vía, que para el presente caso se prevé sean autos, camionetas, microbuses tipo combi y camiones.

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 49**

*Calculo de Repeticiones de Ejes Equivalentes para periodos de 5 y 10 años*

IMDA (total ambos sentidos)	Veh. Pesados (carril de diseño)	5 años (carril de diseño)		10 años (carril de diseño)	
		Nº Repeticiones EE 8.2 tn	Nº Repeticiones EE 8.2 tn	Nº Repeticiones EE 8.2 tn	Nº 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</sub> T<sub>n</sub> = 7.46 x 10<sup>4</sup>**

Desde el punto de vista del diseño de la capa de rodadura sólo tienen interés los vehículos pesados (buses y camiones), considerando como tales aquellos cuyo peso bruto excede de 2.5 Tn. El resto de los vehículos que puedan circular con un peso inferior (motocicletas, automóviles y camionetas) provocan un efecto mínimo sobre la capa de rodadura, por lo que no se tienen en cuenta en su cálculo.

**Tabla 50**

*Tabla de 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

### **4.6.3. Diseño de pavimento con mejoramiento de subrasante con geomallas**

#### **4.6.3.1. Objetivo**

El principal objetivo del presente informe es proporcionar una herramienta para determinar la mejora en la sub rasante cuando es reforzada con una geomalla biaxial MacGrid EGB y también proporcionar una metodología de diseño que involucre la utilización de geomallas biaxiales para el mejoramiento de sub rasantes.

#### **4.6.3.2. Generalidades**

Las geomallas biaxiales usualmente son utilizadas para mejorar el proceso constructivo y el refuerzo de una subrasante pobre. La principal función de una geomalla en este tipo de aplicación es de refuerzo (reduce el espesor de relleno), aumento de la vida útil de la estructura o una combinación de ambos. Una función secundaria es la de separación entre la sub rasante y el relleno.

Los beneficios de geomallas en mejoramiento de sub rasantes son mostrados en numerosos ensayos de laboratorios y experimentos en ensayos a escala. (Hass et al., Webster, 1993, Collin et al, 1996, Fannin and Sigurgsson, 1996; Knapton and Austin, 1996; Gabr et al, 2001; and Leng and Gabr, 2002).

Históricamente las geomallas fueron introducidas en el mercado en los años 80 y por ese tiempo los geotextiles eran usados como refuerzo y separación de sub rasantes. El primer método de diseño fue realizado por Barenberg et al. (1975) y Steward et al. (1977) y fue de refuerzo. La solución de Steward fue modificada por Tingle y Webster (2003) para refuerzo de sub rasantes con geomallas.

Utilizando éstas investigaciones los doctores Giroud y Han (2004) desarrollaron una metodología de diseño para el refuerzo de sub rasantes con geomallas, éste método puede ser utilizado para calcular un mejoramiento sin refuerzo y con refuerzo.

#### 4.6.3.3. Mecanismos de refuerzo de las geomallas

El mecanismo de refuerzo de las geomallas puede dividirse de la siguiente manera:

##### Confinamiento Lateral de la Base o Sub - Base:

La función de refuerzo por confinamiento lateral de las partículas se desarrolla a través de la interacción (trabazón) entre la geomalla y material granular.

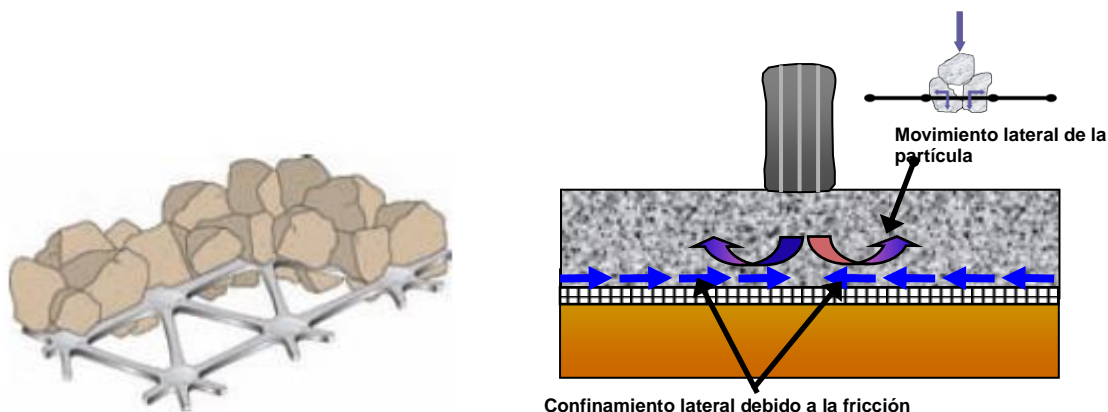


Figura 13. Confinamiento lateral e incremento del módulo (Fuente: Use of Geogrids in Pavement Construction. USACOE ETL 1110-1-189)

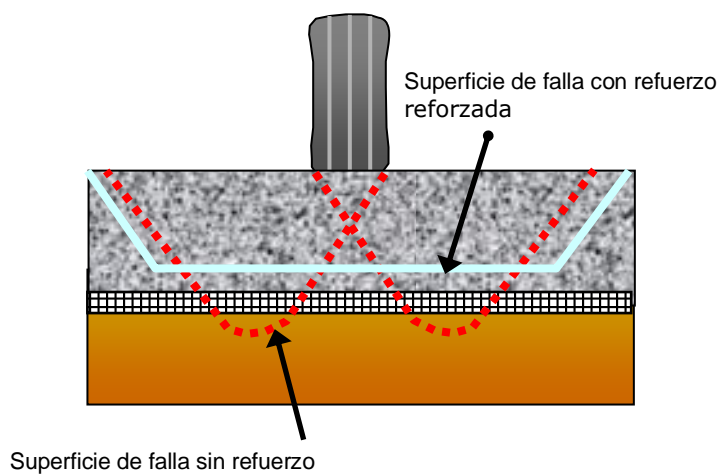
Las cargas vehiculares aplicadas en la superficie de un camino crean un movimiento de desplazamiento lateral del agregado de la capa base, debido a esto aparecen deformaciones laterales en el fondo de ésta capa mientras las partículas se mueven hacia abajo y hacia fuera de la carga aplicada. Éste movimiento lateral permite que las deformaciones verticales tengan un lugar creando un surco permanente en el camino de la rueda.

Al colocar una o varias geomallas en la base granular, se crea una interacción entre la base y la malla mientras las partículas tratan de desparramarse lateralmente. De esta manera la

base granular le transmite esfuerzos de tracción a la geomalla y dado que éstas tienen la capacidad de resistir esfuerzos horizontales, se generan deformaciones laterales mucho menores en el sistema, esto se debe al mecanismo de confinamiento debido a la trabazón entre la geomalla y el material granular dando como resultado deformaciones mucho menores en el pavimento.

### **Mejoramiento de la capacidad portante:**

Este mejoramiento se logra desplazando la falla del sistema de la sub-rasante débil hacia la capa granular de mucha más resistencia.



*Figura 14.* Mejoramiento Capacidad Portante (Fuente: Use of Geogrids in Pavement Construction. USACOE ETL 1110-1-189)

### **Efecto Membrana Tensionada:**

La función de la geomalla para actuar como una membrana en tensión se puede describir en términos de otras funciones, tales como el confinamiento de la sub-rasante, el incremento de la capacidad portante de la sub-rasante o el soporte como membrana.

En la aplicación de cargas de ruedas que causan falla por corte de la subrasante y que dan lugar a grandes profundidades de surco, la forma deformada de la geomalla sería como la que se muestra en la Figura 14. Esta forma y la consiguiente tensión desarrollada en el material crea una resistencia hacia arriba a la carga de la rueda y un confinamiento hacia abajo de la subrasante. Este soporte membranal de la carga de la rueda reduce la tensión vertical aplicada a la subrasante. Por otro lado, el confinamiento de la subrasante incrementa su resistencia a la falla por corte.

Este proceso de refuerzo será dependiente de la profundidad del surco desarrollado. Inicialmente, la carga aplicada podría exceder la resistencia de la subrasante, lo que da lugar a la formación del surco. A medida que el surco va creciendo (siempre bajo la condición de que la carga aplicada excede la resistencia de la subrasante) la geomalla empieza a soportar cada vez más carga.

El proceso continúa hasta que la tensión en la subrasante llega a un nivel admisible. En este punto, el sistema se hace estable y la profundidad del surco llega a un valor constante. Sin embargo, para desarrollar este mecanismo, se necesita una deformación significativa de la superficie del camino, lo que generalmente requiere que el suelo de la subrasante sea débil y/o las cargas de tránsito sean grandes. El tráfico, además, debe estar canalizado para que la función como membrana tensionada trabaje.

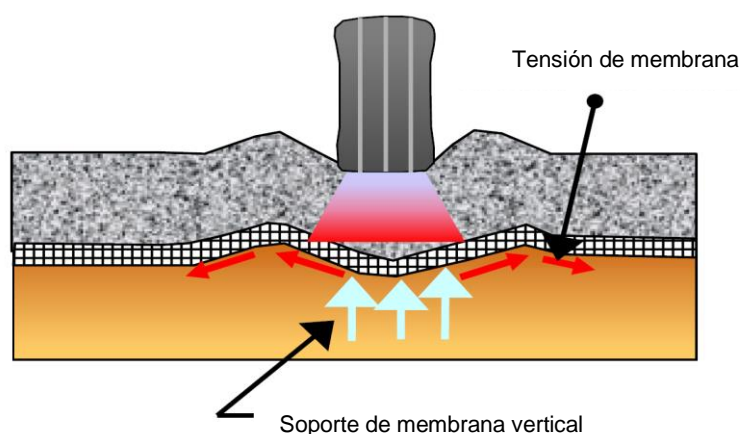


Figura 15. Efecto de Membrana Tensionada (Fuente: Use of Geogrids in Pavement Construction. USACOE ETL 1110-1-189)

El confinamiento lateral es identificado como el mecanismo principal de refuerzo, seguido por el mejoramiento de la capacidad portante y el efecto de membrana tensionada, la contribución de cada uno de estos mecanismos en la estructura de un pavimento todavía no es cuantificada.

#### 4.6.4. Determinación del CBR de diseño

Para tal efecto, se ha empleado la metodología recomendada por el MTC para diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito, en el cual menciona que dada la variabilidad que presentan los suelos (aún dentro de un mismo grupo de suelos y en un sector homogéneo), así como los resultados de los ensayos de CBR (valor soporte del suelo), se efectuará un mínimo de 6 ensayos de CBR por sector homogéneo del suelo, con el fin de aplicar un

criterio estadístico para la selección de un valor único de soporte del suelo. En caso de que en un determinado sector se presente una gran heterogeneidad en los suelos de subrasante, que no permite definir uno como predominante, el diseño se basará en el suelo más débil que se encuentre.

De acuerdo a los ensayos los resultados de CBR presentan heterogeneidad, por lo tanto se considera como CBR de diseño a 3.30 % por ser el menor (suelo más débil) y los resultados de los análisis se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 51**

*Datos de la subrasante del proyecto*

N°	Progresiva (Km).	CBR al 95% MDS	CBR ordenados de mayor a menor	CBR de diseño (%)
C-01	0+000	5.75	15.55	
C-02	1+500	7.77	8.21	
C-03	2+000	15.55	7.77	
C-04	3+000	4.50	5.75	
C-05	4+000	8.21	5.40	
C-06	4+020	4.70	5.10	3.30
C-07	4+400	3.50	4.70	
C-08	4+800	5.40	4.50	
C-09	5+200	3.30	3.50	
C-10	5+364	5.10	3.30	

Fuente: Elaboración Propia

#### **4.6.5. Diseño del Mejoramiento de la Sub-Rasante**

##### **Método de diseño**

Los doctores Giroud y Han (2004) desarrollaron una teoría basada en calibraciones diseñadas para refuerzos de vías no pavimentadas. Ellos se basaron en el método de diseño desarrollado anteriormente por Giroud y Noiray (1981). Giroud y Noiray desarrollaron una solución empírica para vías no reforzadas usando datos de ensayos y cuantificándolos en beneficios resultado de un refuerzo con geotextiles. Ésta solución está basada en el equilibrio límite de la capacidad portante con una modificación que considera el beneficio del efecto de membrana tensionada. La teoría de Giroud y Han toma en cuenta la distribución de esfuerzos, las características del relleno, la interfase geomalla – agregado, volumen de tráfico, presión de las llantas, profundidad de ahuellamiento, calidad de la sub rasante, etc.



El cálculo del espesor de relleno para mejoramiento se realiza en base a la siguiente fórmula:

$$h = \frac{0.868 + (0.661 - 1.006J^2) \left(\frac{r}{h}\right)^{1.5} \log N}{[1 + 0.204(R_E - 1)]} \left( \sqrt{\frac{\frac{P}{\pi r^2}}{\frac{s}{f_s} \left[1 - 0.9e^{-\left(\frac{r}{h}\right)^2}\right] N_c f_c CBR_{sg}}}} - 1 \right) r \dots\dots\dots (1)$$

En donde:

h = Espesor de relleno requerido (m)

J = Modulo de apertura de la geomalla (N-m/degree)

P = Carga de la llanta (kn)

r = Radio de contacto de la llanta (m)

N = Número de pasadas de un eje

$$RE = \text{Modulo de ratio} = \frac{E_{bc}}{E_{sg}} = \frac{3.48 CBR_{bc}^{0.3}}{CBR_{sg}} \leq 5$$

CBRbc= Valor de CBR del relleno.

CBRsg= Valor de CBR de la sub rasante.

fs = Factor de profundidad (75mm)

s = Profundidad máxima de ahuellamiento (mm)

Nc = Factor de capacidad portante

= 3.14 (sin refuerzo)

= 5.71 (refuerzo con geomallas)

fc = Factor (30kPa)

Cálculos preliminares:

$$r = \sqrt{\frac{P}{\pi p}} \dots\dots\dots(2)$$

p = Presión de la llanta

Se deberá realizar la verificación si se necesita una mejora en la sub rasante:

$$P_{h=0, \text{sin.refuerzo}} = \left(\frac{s}{f_s}\right) \pi r^2 N_c c_u$$

Ph = Capacidad de soporte sin refuerzo (kN)

Si  $P < Ph = 0$ , sin refuerzo la sub rasante puede soportar la carga del eje con un mínimo de espesor de relleno de 10cm, si  $P > Ph = 0$ , sin refuerzo se requiere de un mejoramiento de la sub rasante.

Después de realizado éstos cálculos se procede a reemplazar los valores en la fórmula 1.

#### 4.6.6. Cálculo del Mejoramiento de la Sub-Rasante

##### Datos:

Carga única por eje (P)	: 41 kN
Presión de la llanta (p)	: 550 kPa
Número de pasadas de eje (N)	: 10000
CBR (sub rasante):	3.3 %
CBR (relleno):	23.0 %
Profundidad de ahuellamiento:	40mm
J (Geomalla MacGrid EGB30S)	: 0.65 (N-m/degree)

##### Cálculos:

Calculamos según los pasos especificados en la parte 4.6.5:

El valor de r según la fórmula 02:

$$r = \sqrt{\left[ \frac{(41)}{\pi \times 550} \right]} = 0.154m$$

Ahora se deberá verificar si la fundación requiere o no de un mejoramiento de la sub rasante:

$$P_{h=0, \text{sin.refuerzo}} = \left( \frac{40}{75} \right) \pi (0.154)^2 \times 3.14 \times 30 \times 3.00 \approx 11.24KN$$

$$P_{h=0, \text{sin.refuerzo}} \leq P \rightarrow 11.24 \leq 41$$

La sub rasante no puede soportar la carga de la rueda y es necesario colocar un refuerzo.

Se deberá calcular el valor del ratio del módulo del relleno entre la sub rasante:

$$R_E = \left( \frac{3.48(23)^{0.3}}{3.3} \right) \approx 2.7 \leq 5$$

Si  $R_E > 5.0$  se deberá tomar como valor máximo de  $R_E = 5.0$

#### Con Refuerzo (Geomalla MacGrid EGB 30S)

Para este caso consideramos el valor  $J = 0.65$  y  $N_c = 5.71$ , se deberá realizar iteraciones hasta alcanzar valores parecidos, para el primer cálculo asumimos un  $h = 0.50m$ .

Primera Iteración:

$h = 0.50m$

$$h = \frac{0.868 + (0.661 - 1.006(0.65)^2) \left(\frac{0.154}{0.50}\right)^{1.5} \log 10000}{[1 + 0.204(2.7 - 1)]} \left( \frac{550}{\sqrt{\frac{40}{75} \left[1 - 0.9e^{-\left(\frac{0.154}{0.50}\right)^2}\right] 5.71 \times 23 \times 3.3}} - 1 \right) \times 0.154 \approx 0.26m$$

Segunda Iteración:

$h=0.26$  m

$$h = \frac{0.868 + (0.661 - 1.006(0.65)^2) \left(\frac{0.154}{0.26}\right)^{1.5} \log 10000}{[1 + 0.204(2.7 - 1)]} \left( \frac{550}{\sqrt{\frac{40}{75} \left[1 - 0.9e^{-\left(\frac{0.154}{0.26}\right)^2}\right] 5.71 \times 23 \times 3.3}} - 1 \right) \times 0.154 \approx 0.19m$$

Tercera Iteración:

$h=0.19$  m

$$h = \frac{0.868 + (0.661 - 1.006(0.65)^2) \left(\frac{0.154}{0.19}\right)^{1.5} \log 10000}{[1 + 0.204(2.7 - 1)]} \left( \frac{550}{\sqrt{\frac{40}{75} \left[1 - 0.9e^{-\left(\frac{0.154}{0.19}\right)^2}\right] 5.71 \times 23 \times 3.3}} - 1 \right) \times 0.154 \approx 0.16m$$

La siguiente iteración nos dará un valor menor, pero muy cercano a la tercera, entonces elegimos tomar la tercera como la definitiva, de ese modo estamos del lado de la seguridad.

*Para el caso de un mejoramiento considerando un refuerzo de Geomalla biaxial se necesita un espesor mínimo de 0.16 m (para el caso del presente proyecto por tema de seguridad se colocara 0.25 cm de afirmado) de material granular.*

*Adicionalmente se colocara una capa de 0.10 m (MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE) de espesor de relleno seleccionado (anticontaminante) a fin de evitar que el material granular se mezcle con el suelo de fundación que en este caso es un suelo saturado y de muy malas características geo mecánicas.*

*Finalmente el paquete estructural sumará un total de 0.35 m de espesor.*

### **Método Con Aplicación De Geomallas Biaxiales**

En este caso el paquete estructural con aplicación de geomallas biaxiales será de 0.35 m de espesor: 0.25 m de material de afirmado y 0.10 m de material granular seleccionado para el mejoramiento de la sub rasante.

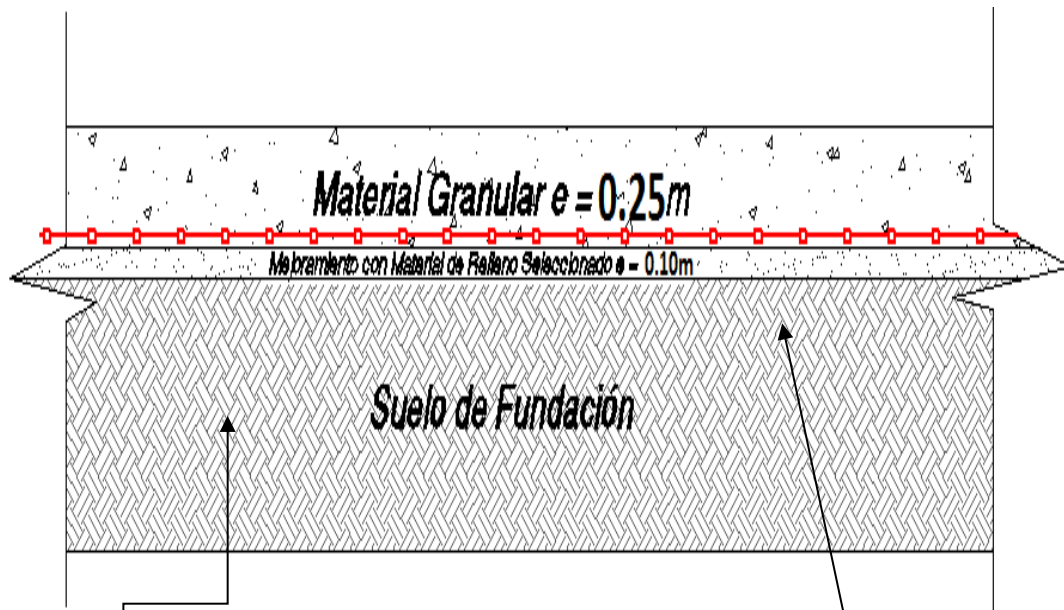


Figura 16. Sub – Base Granular Reforzada (Fuente: Elaboración Propia)

Mejoramiento de sub rasante con  
Material de Cantera Seleccionado  
de Espesor  $e = 0.10$  m

Geomalla Biaxial

Con la Geomalla biaxial necesitamos un mejoramiento de subrasante de 0.10m. y un espesor de afirmado de 0.25m.

### Según Tipo de Subrasante

De igual forma tomando el CBR= 3.30% y entrando al gráfico:

Tipo de Sub Rasante = So ( Sub rasante muy pobre )

Para Clase de Tráfico = T1

Encontramos que el espesor del Afirmado = 25 Cms

Estos resultados están en cumplimiento a lo estipulado a la clase de trafico T1 (Figura 10).

**CATALOGO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO**

TIPO DE SUBRASANTE	CLASE TRAFICO: T1 IMDa: 20 - 50 vehículos Vehículos Pesados (Buses+Camiones) carril de diseño: 6 - 15 vehículos pesados Número de Repeticiones de EE 8.2tn (carril de diseño): 3.2E+04 - 7.9E+05		
	OPCION sin capa de protección		
	A	B	C
<p><b>S0</b></p> <p>SUBRASANTE MUY POBRE CBR &lt; 3%</p>	<p>450m</p>	<p>250m 300m</p>	<p>250m 200m</p>
<p><b>S1</b></p> <p>SUBRASANTE POBRE CBR 3% - 5%</p>	<p>370m</p>	<p>250m 200m</p>	<p>250m 150m</p>
<p><b>S2</b></p> <p>SUBRASANTE REGULAR CBR 6% - 10%</p>	<p>250m</p>		
<p><b>S3</b></p> <p>SUBRASANTE BUENA CBR 11% - 19%</p>	<p>180m</p>		
<p><b>S4</b></p> <p>CBR = &gt; 20%</p>	<p>120m</p>		

-----	Nivel superior de la subrasante
	Subrasante
.....	Mejoramiento de Subrasante material CBR > 6%
.....	Mejoramiento de Subrasante material CBR > 6% con adición de un % de Cal ó Cemento en peso de los suelos
.....	Capa de Afirmado o Grava natural seleccionada por zarandeo incluyendo finos ligantes
.....	Nota: Previa evaluación del tipo de cargas circulares, se podrá adicionar una capa de protección sobre la superficie con imprimación reforzada
.....	Capa de Protección con Imprimación Asfáltica Reforzada

## **4.7. Estudio económico del proyecto**

### **Generalidades**

Se ha realizado los metrados de todas las partidas conformantes del Estudio Definitivo a Nivel de Afirmado del Camino Vecinal y los costos unitarios de cada partida que conllevaron a la elaboración del Presupuesto de obra, al cual se le incluyó los Gastos Generales Fijos y Variables y la Utilidad y los impuestos de Ley ( I.G.V. 18%). Además se elaboró la Fórmula Polinómica, utilizando el programa S10 y la Programación de Obra correspondiente.

El detalle del Estudio Económico del Proyecto se encuentra en el **Anexo 4**.

A continuación se detallan los metrados, análisis de costos unitarios, Desagregado de Gastos Generales, Presupuesto de Obra, Fórmula Polinómica, Programación de Obra y Especificaciones Técnicas del Proyecto.

#### **4.4.1. Metrados**

El detalle de la planilla de metrados se encuentra en el **Anexo 4**.

#### **4.4.2. Análisis de costos unitarios**

El detalle de los Análisis de Costos Unitarios se encuentra en el **Anexo 4**.

#### **4.4.3. Desagregado de gastos generales**

### Desagregado de gastos generales

Estudio definitivo a nivel de afirmado del camino vecinal emp.sm-683 (el milagro) – Pedro Pascasio Noriega – campo alegre – emp. Pe-5n (san José del morro), l= 5.364 km, Distrito y Provincia Moyobamba, Departamento San Martín.

Fecha del Presupuesto : Agosto-17

Plazo de Ejecución : 120 d.c

DESCRIPCIÓN	INCIDENCIA	CANTIDAD	COSTO	Nº MESES	PARCIAL
<b>Personal Técnico</b>					
Ing. Residente de Obra (Incluido Liquidación)	1.00	1.00	9,000.00	4.00	36,000.00
Ing. Metrados y Valorizaciones y Liquidaciones	1.00	1.00	5,000.00	4.00	20,000.00
Ing. Asistente	1.00	1.00	4,500.00	4.00	18,000.00
Ing. Oficina Técnica	1.00	1.00	4,500.00	4.00	18,000.00
Maestro General de Obra	1.00	2.00	3,200.00	4.00	25,600.00
Administrador de Obra	1.00	1.00	2,500.00	4.00	10,000.00
Asistente Administrador de Obra	1.00	1.00	2,000.00	4.00	8,000.00
Secretaria	1.00	1.00	1,250.00	4.00	5,000.00
Contador	0.50	1.00	3,000.00	4.00	6,000.00
Almacenero	1.00	2.00	1,500.00	4.00	12,000.00
Guardian de Obra	1.00	2.00	1,500.00	4.00	12,000.00
Controlador de Maquinaria	1.00	2.00	1,600.00	4.00	12,800.00
Personal Técnico (mano de Obra)	1.00	18.00	1,000.00	4.00	72,000.00
<b>Alquiler de Equipo Menor</b>					
Camioneta 4x4	1.00	1.00	4,000.00	4.00	16,000.00
Camión 4 Ton.	1.00	1.00	4,000.00	4.00	16,000.00
<b>Mobiliario</b>					
Computadora Personal(Laptop)	1.00	1.00	4,000.00		4,000.00
Mesa de Trabajo	1.00	3.00	600.00		1,800.00
Impresora	1.00	3.00	500.00		1,500.00
Tinta Thoner	1.00	8.00	300.00		2,400.00
<b>Útiles de Escritorio</b>					
Material de Escritorio	1.00	1.00	500.00	4.00	2,000.00
Cuaderno de Obra x 100 hojas	1.00	10.00	50.00		500.00
Legalización de Cuaderno de Obra	1.00	10.00	50.00		500.00
Copias de planos	1.00	50.00	10.00		500.00
Copias de documentos	1.00	5.00	200.00		1,000.00
<b>Movilidad</b>					
Choferes	1.00	2.00	2,000.00	4.00	16,000.00
Movilidad y Viaticos del Residente de Obra	1.00	2.00	500.00	4.00	4,000.00
<b>Gastos Varios</b>					
Implementos de Seguridad	1.00	1.00	2,200.00	4.00	8,800.00
Placa Recordatoria	1.00	1.00	922.35		922.35
Cámara Digital	1.00	1.00	700.00		700.00
Botiquín	1.00	1.00	650.00	4.00	2,600.00
Gastos en combustibles y mantenimiento	1.00	2.00	2,000.00	4.00	16,000.00
<b>TOTAL GASTOS GENERALES ( 10% C.D )</b>					<b>350,622.35</b>
<b>COSTO DIRECTO TOTAL</b>					<b>3,506,223.50</b>
<b>PORCENTAJE DE INCIDENCIA</b>					<b>10.00%</b>

## Gastos de supervisión

Estudio definitivo a nivel de afirmado del camino vecinal emp.sm-683 (El Milagro) – Pedro Pascasio Noriega – Campo Alegre – emp. Pe-5n (San José Del Morro), l= 5.364 km, Distrito y Provincia Moyobamba, Departamento San Martín.

Fecha del Presupuesto : Agosto-17

Plazo de Ejecución : 120 d.c

DESCRIPCIÓN	INCIDENCIA	CANTIDAD	COSTO	N° MESES	PARCIAL
<b>Personal Técnico</b>					
Supervisor de obra	1.00	1.00	10,000.00	4.00	40,000.00
Asistente Técnico de supervisión	1.00	1.00	5,500.00	4.00	22,000.00
Topógrafo de supervisión	1.00	1.00	3,000.00	4.00	12,000.00
Ing. Oficina Técnica	1.00	1.00	3,500.00	4.00	14,000.00
Especialista de Suelos	1.00	1.00	3,000.00	4.00	12,000.00
Administrador de Supervisión	1.00	1.00	2,800.00	4.00	11,200.00
Secretaria de Supervisión	1.00	1.00	1,250.00	4.00	5,000.00
Contador	0.50	1.00	2,800.00	4.00	5,600.00
<b>Útiles de Escritorio</b>					
Material de Escritorio	1.00	1.00	1,000.00	4.00	4,000.00
Fotocopias	1.00	5.00	102.17	4.00	2,043.44
Copias de Planos	1.00	20.00	12.00	4.00	960.00
<b>Movilidad</b>					
Camioneta 4x4 - Alquiler	1.00	1.00	4,500.00	4.00	18,000.00
Chofer	1.00	1.00	2,000.00	4.00	8,000.00
<b>Gastos Varios</b>					
Oficina de supervisión	1.00	1.00	1,000.00	4.00	4,000.00
Alquiler de Laboratorio de Suelos	1.00	1.00	1,475.00	4.00	5,900.00
Implementos de Seguridad	1.00	1.00	1,500.00	4.00	6,000.00
Cámara Digital	1.00	1.00	607.74		607.74
Gastos en combustibles y mantenimiento	1.00	2.00	2,000.00		4,000.00
<b>TOTAL GASTOS DE INSPECCIÓN ( 5% C.D )</b>					<b>175,311.18</b>
<b>COSTO DIRECTO TOTAL</b>					<b>3,506,223.50</b>
<b>PORCENTAJE DE INCIDENCIA</b>					<b>5.00%</b>

TOTAL COSTO INDIRECTO = (I)  
+ (II) =

<b>525,933.53</b>
-------------------



## 4.4.4. Presupuesto de obra

S10

Página

1

## Presupuesto

Presupuesto 0402015 MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL EMP. SM-638 (EL MILAGRO) - PEDRO PASCACIO NORIEGA - CAMPO ALEGRE - EMP. PE-5N (SAN JOSÉ DEL MORRO), DISTRITO DE MOYOBAMBA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, REGION SAN MARTIN

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
01	<b>MEJORAMIENTO DE LA VIA-AFIRMADO</b>				<b>2,036,879.25</b>
01.01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>23,782.02</b>
01.01.01	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA	m2	84.00	63.91	5,368.44
01.01.02	CARTEL DE OBRA CON PLANCHA LISA e=0.23 mm DE 3.60x2.40 m	und	2.00	2,166.79	4,333.58
01.01.03	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	mes	4.00	3,520.00	14,080.00
01.02	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>25,328.09</b>
01.02.01	FLETE TERRESTRE	GLB	1.00	14,560.00	14,560.00
01.02.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA Y EQUIPO	GLB	1.00	4,035.20	4,035.20
01.02.03	TRAZO Y REPLANTEO CON EQUIPO	KM	5.36	983.68	5,272.52
01.02.04	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS	m3	4.81	245.14	1,179.12
01.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON VOLQUETE DE 6 M3 CARGUIO MANUAL D<= 5 KM	m3	6.25	45.00	281.25
01.03	<b>EXPLANACIONES</b>				<b>1,479,143.06</b>
01.03.01	CORTE EN MATERIAL ORGANICO Y/O INADECUADO	m3	9,525.05	5.23	49,816.01
01.03.02	CORTE EN MATERIAL SUELTO	m3	27,033.41	5.27	142,466.07
01.03.03	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA - CONFORMACION DE TERRAPLENES	KM	5.36	1,117.56	5,990.12
01.03.04	REPOSICION DE MATERIAL ORGANICO Y/O INADECUADO CON MATERIAL PROPIO (CONF. DE TERRAPLEN)	m3	5,183.15	4.99	25,863.92
01.03.05	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON GEOMALLA BIAIXIAL E=0.10m	m2	36,160.69	17.48	632,088.86
01.03.06	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB RASANTE	m2	35,302.45	2.53	89,315.20
01.03.07	CONFORMACION DE TERRAPLENES CON MATERIAL PROPIO	m3	19,518.45	4.99	97,397.07
01.03.08	CONFORMACION DE TERRAPLENES CON MATERIAL DE CANTERA	m3	11,556.77	29.75	343,813.91
01.03.09	CONFORMACION Y PERFILADO DE CUNETAS	m	6,825.60	0.79	5,392.22
01.03.10	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO	m3	14,821.07	5.87	86,999.68
01.04	<b>PAVIMENTOS</b>				<b>508,626.08</b>
01.04.01	AFIRMADO e=0.25m	m2	33,156.85	15.34	508,626.08
02	<b>CONSTRUCCIÓN Y MEJORAMIENTO DE OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>				<b>1,363,306.74</b>
02.01	<b>ALCANTARILLAS - TUBERIA CORRUGADA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD</b>				<b>679,334.31</b>
02.01.01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>4,433.34</b>
02.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO EN ALCANTARILLAS	m2	1,718.35	2.58	4,433.34
02.01.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>154,774.66</b>
02.01.02.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS CON EQUIPO	m3	3,484.60	10.54	36,727.68
02.01.02.02	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION DE ZANJAS PARA ESTRUCTURAS	m2	1,309.68	4.86	6,365.04
02.01.02.03	BASE GRANULAR E=0.30 m COMPACTACION EQUIPO LIVIANO	m2	380.35	22.26	8,466.59
02.01.02.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO INC. PLANCHA COMP.	m3	1,701.80	49.13	83,609.43
02.01.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO	m3	3,340.02	5.87	19,605.92

02.01.03	<b>CONCRETO SIMPLE</b>				<b>138,730.20</b>
02.01.03.01	SOLADO E=4" (C:H 1:10)	m2	362.60	32.55	11,802.63
02.01.03.02	MAMPOSTERIA DE PIEDRA F'C=175 KG/CM2	m3	54.14	172.69	9,349.44
02.01.03.03	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 - ZAPATAS ALCANTARILLA	m3	290.08	405.33	117,578.13
02.01.04	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>165,927.50</b>
02.01.04.01	ACERO DE REFUERZO Fy=4200kg/cm2-CABEZALES Y ALAS DE ENCAUZAMIENTO DE ALCANTARILLA	kg	7,868.74	5.40	42,491.20
02.01.04.02	CONCRETO F'C=175 KG/CM2-CABEZALES Y ALAS DE ENCAUZAMIENTO DE ALCANTARILLA	m3	173.51	398.92	69,216.61
02.01.04.03	ALCANTARILLA-ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1,627.73	33.31	54,219.69
02.01.05	<b>TUBERIA CORRUGADA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD</b>				<b>215,468.61</b>
02.01.05.01	TUBERIA CORRUGADA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD D=36"	m	122.38	477.27	58,408.30
02.01.05.02	TUBERIA CORRUGADA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD D=42"	m	22.25	785.74	17,482.72
02.01.05.03	TUBERIA CORRUGADA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD D=60"	m	111.25	1,254.63	139,577.59
02.02	<b>CUNETAS DE CONCRETO</b>				<b>683,972.43</b>
02.02.01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>4,950.51</b>
02.02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL CON EQUIPO-PARA CUNETAS	KM	5.91	837.65	4,950.51
02.02.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>147,807.43</b>
02.02.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA CUNETAS	m3	1,299.89	35.47	46,107.10
02.02.02.02	PERFILADO Y COMPACTACION DE CUNETAS	m2	12,998.92	7.09	92,162.34
02.02.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO	m3	1,624.87	5.87	9,537.99
02.02.03	<b>CONCRETO SIMPLE</b>				<b>531,214.49</b>
02.02.03.01	CONCRETO F'C=175 KG/CM2-CUNETETA	m3	1,299.89	378.89	492,515.32
02.02.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-CUNETETA	m2	443.93	33.31	14,787.31
02.02.03.03	JUNTAS CON ASFALTO E=1"	m	4,137.00	5.78	23,911.86
03	<b>INSTALACIÓN DE SEÑALIZACION VIAL</b>				<b>20,979.04</b>
03.01	SEÑALES PREVENTIVAS	und	32.00	351.11	11,235.52
03.02	SEÑALES INFORMATIVAS	und	9.00	526.98	4,742.82
03.03	SEÑALES AMBIENTALES	und	6.00	666.36	3,998.16
03.04	HITOS KILOMETRICOS	und	7.00	143.22	1,002.54
04	<b>MITIGACION AMBIENTAL</b>				<b>85,058.47</b>
04.01	RIEGO PERMANENTE EN OBRA	mes	4.00	3,404.07	13,616.28
04.02	REACONDICIONAMIENTO DE AREA DE CAMPAMENTO Y PATIO DE MAQUINAS	m2	249.00	2.57	639.93
04.03	ACONDICIONAMIENTO DE BOTADEROS	m3	25,000.00	1.00	25,000.00
04.04	CAPACITACION EN MANTENIMIENTO VIAL PREVENTIVO	CHL	2.00	3,700.00	7,400.00
04.05	EXCAVACION DE HOYOS PARA PLANTACION DE ARBOLES	m3	47.59	35.47	1,688.02
04.06	SIEMBRA DE PLANTONES INC. TAPADO DE HOYOS 30x30x40 INC. SUMINISTRO	und	1,322.00	9.92	13,114.24
04.07	CHARLAS DE EDUCACION AMBIENTAL	CHL	2.00	3,700.00	7,400.00
04.08	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	GLB	1.00	16,200.00	16,200.00
	<b>Costo Directo</b>				<b>3,506,223.50</b>
	<b>Gastos Generales (10% CD)</b>				<b>350,622.35</b>
	<b>Utilidad (10% CD)</b>				<b>350,622.35</b>
	-----				
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>4,207,468.20</b>
	<b>IGV (18% ST)</b>				<b>757,344.28</b>
	-----				
	<b>COSTO TOTAL DE OBRA</b>				<b>4,964,812.48</b>
	<b>Supervisión (5% CD)</b>				<b>175,311.18</b>
	<b>Intervención Ambiental (1% CD)</b>				<b>35,062.24</b>

-----  
**TOTAL\_PRESUPUESTO**

5,175,185.90

PRESUPUESTO "ESTUDIO DEFINITIVO DEL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL LA LIBERTAD DE HUASCAYACU -COMUNIDAD NATIVA SAN RAFAEL, DISTRITO DE MOYOBAMBA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA - SAN MARTÍN".

N°	Actividades	Unidad de Medida	Cuadrilla	Cant.	Costo Unit. (S/)	Costo Total (S/)
	<b>INTERVENCIÓN AMBIENTAL</b>					<b>35,062.24</b>
<b>1</b>	<b>INTERVENCIÓN EN RR.NN.</b>					<b>35,062.24</b>
<b>1.1</b>	<b>RECUPERACIÓN DE LA COBERTURA BOSCOSEA</b>					<b>35,062.24</b>
<b>1.1.1</b>	<b>Reforestación del Área de Intervención</b>	Mes		4	5,000.00	<b>20,000.00</b>
						<b>5,000.00</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
	Profesional	Mes		1	2,500.00	2,500.00
	Asistente Técnico	Mes		1	1,500.00	1,500.00
	Mano no calificada	Mes		1	1,000.00	1,000.00
						5,000.00
<b>1.1.2</b>	<b>Construcción de Viveros</b>	Viveros		1	7,274.06	<b>7,274.06</b>
						<b>7,274.06</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
	Profesional	días		12	120.00	1,440.00
	Asistente Técnico	días		12	90.00	1,080.00
	Mano no Calificada	días	3	12	70.00	840.00
						3,360.00
	<b>Materiales</b>					
	Tubo PVC 4" de 3m	Und.		10	20.00	200.00
	Fierro 3/8"	Varilla		10	18.00	180.00
	Fierro 1/2"	Varilla		9	32.00	288.00
	Alambre de Amarre N°18	kg		8	10.00	80.00
	Cemento	Und.		10	25.00	250.00
	Malla Rachell	Metro		54	12.00	648.00
	Alambre de Púas	Rollo		6	65.00	390.00
	Grapas	kg		7	7.00	49.00
	Poste de Pona de 2.5m de altura	Und.		10	20.00	200.00
	Calamina	Und.		20	20.00	400.00
	Hilo Nylon de Tres Hebras Delgada	Rollo		4	40.00	160.00
	Tubo PVC 1/2" de 5m	Und.		10	7.00	70.00
	Codo PVC 1/2"	Und.		10	1.50	15.00
	Pegamento Para Tubería 1/8 de kg	Und.		3	15.00	45.00
	Teflón	Und.		3	1.00	3.00
	Llave de Paso Para Tubo de 1/2"	Und.		1	10.00	10.00
	Ducha de PVC	Und.		1	33.00	33.00
	Llave Jardín Para Tubo de 1/2"	Und.		1	22.00	22.00
	Manguera Reforzada de 1/2"	Metro		47	1.55	73.06
	Wincha de 5m	Und.		2	26.00	52.00
	Palana	Und.		3	100.00	300.00
	Rastrillo	Und.		2	15.00	30.00
	Carretilla	Und.		3	115.00	345.00
	Machete	Und.		5	10.00	50.00
	Malla 1/4" Para Zaranda	Metro		3	7.00	21.00
						3,914.06
<b>1.1.3</b>	<b>Producción de Plantones</b>	Producción		1	7,788.19	<b>7,788.19</b>
						<b>7,788.19</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
	Profesional	Mes		1	2,500.00	2,500.00
	Profesional Técnico	Mes		1	1,500.00	1,500.00
	Mano no Calificada	Mes	3	1	1,000.00	1,000.00
						5,000.00
	<b>Materiales</b>					
	Bolsa Para Plantones 3x5"	Millar		4	10.00	40.00
	Tierra Negra	M3		10	50.00	500.00
	Humos de Lombriz	Kg.		120	1.00	120.00
	Cal	kg		50	2.00	100.00
	Semillas	Kg.		5	120.00	600.00
	Regadora	Und.		4	50.00	200.00
	Fertilizantes	Saco		4	100.00	400.00
	Movilidad	Servicio		4	161.41	645.64
						2,605.64
	<b>Equipos</b>					
	Herramientas Manuales	%MO		1	182.55	182.55
						182.55

#### 4.4.5. Relación de insumos

#### 4.4.6. Fórmula polinómica

## Fórmula Polinómica

Presupuesto **0402015** "MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL EMP. SM-638 (EL MILAGRO) - PEDRO PASCACIO NORIEGA - CAMPO ALEGRE - EMP. PE-5N (SAN JOSÉ DEL MORRO), DISTRITO DE MOYOBAMBA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, REGION SAN MARTIN"

Subpresupuesto **001** "MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL EMP. SM-638 (EL MILAGRO) - PEDRO PASCACIO NORIEGA - CAMPO ALEGRE - EMP. PE-5N (SAN JOSÉ DEL MORRO), DISTRITO DE MOYOBAMBA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, REGION SAN MARTIN MOYOBAMBA- SAN MARTÍN"

Fecha Presupuesto **01/08/2017**

Moneda **SOLES**

Ubicación Geográfica **220101 SAN MARTIN - MOYOBAMBA - MOYOBAMBA**

**K = 0.116\*(CAr / CAo) + 0.218\*(MAr / MAo) + 0.339\*(MMr / MMo) + 0.327\*(Ir / Io)**

Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.116	43.966	56.034 CA	05	AGREGADO GRUESO
2	0.218	57.798 MA	42.202	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
3	0.339	39.823	60.177 MM	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
4	0.327	100.000 I		03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO
				48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
				49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO
				39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

## Fórmula Polinómica - Agrupamiento Preliminar

Presupuesto **0403008** "MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL EMP. SM-638 (EL MILAGRO) - PEDRO PASCACIO NORIEGA - CAMPO ALEGRE - EMP. PE-5N (SAN JOSÉ DEL MORRO), DISTRITO DE MOYOBAMBA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, REGION SAN MARTIN"

Subpresupuesto **001** "MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL EMP. SM-638 (EL MILAGRO) - PEDRO PASCACIO NORIEGA - CAMPO ALEGRE - EMP. PE-5N (SAN JOSÉ DEL MORRO), DISTRITO DE MOYOBAMBA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, REGION SAN MARTIN MOYOBAMBA- SAN MARTÍN"

Fecha presupuesto **01/08/2017**

Moneda **SOLES**

Indice	Descripción	% Inicio	% Saldo	Agrupamiento
02	ACERO DE CONSTRUCCION LISO	0.153	0.000	
03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO	7.886	9.228	+02+71+56+43+44
04	AGREGADO FINO	1.146	0.000	
05	AGREGADO GRUESO	3.891	5.117	+04+38
13	ASFALTO	0.211	0.000	
21	CEMENTO PORTLAND TIPO I	6.244	6.455	+13
30	DOLAR (GENERAL PONDERADO)	0.197	0.000	
32	FLETE TERRESTRE	0.281	0.000	
37	HERRAMIENTA MANUAL	0.388	0.000	
38	HORMIGON	0.080	0.000	
39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR	32.687	32.687	
43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT.	0.686	0.000	
44	MADERA TERCIADA PARA CARPINTERIA	0.294	0.000	
47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES	12.586	12.586	
48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL	12.612	13.520	+32+54+37+30
49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO	20.407	20.407	
53	PETROLEO DIESEL	0.000	0.000	
54	PINTURA LATEX	0.042	0.000	
56	PLANCHA DE ACERO LAC	0.140	0.000	
71	TUBERIA DE FIERRO FUNDIDO	0.069	0.000	
<b>Total</b>		<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	

## 4.4.7. Calendario valorizado de avance de obra

## CRONOGRAMA DE AVANCE FISICO VALORIZADO

**MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL EMP.SM – 638 (EL MILAGRO) – PEDRO PASCASIO NORIEGA – CAMPO ALEGRE – EMP.PE-SN (SAN JOSÉ DEL MORRO), DISTRITO DE MOYOBAMBA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN**

Ubicación : SAN MARTIN - MOYOBAMBA - MOYOBAMBA		Costo al: 01/08/2017											
Item	Descripción	Und.	Metrados	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	MES 1		MES 2		MES 3		MES 4	
						% AVANCE	MONTO	% AVANCE	MONTO	% AVANCE	MONTO	% AVANCE	MONTO
<b>01</b>	<b>MEJORAMIENTO DE LA VIA-AFIRMADO</b>												
<b>01.01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>												
01.01.01	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA	m2	84.00	63.91	5,368.44	100%	5,368.44	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
01.01.02	CARTEL DE OBRA CON PLANCHA LISA e=0.23 mm DE 3.60x2.40 m	und	2.00	2,166.79	4,333.58	100%	4,333.58	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
01.01.03	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	mes	4.00	3,520.00	14,080.00	25%	3,520.00	25%	3,520.00	25%	3,520.00	25%	3,520.00
<b>01.02</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>												
01.02.01	FLETE TERRESTRE	GL B	1.00	14,560.00	14,560.00	100%	14,560.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
01.02.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA Y EQUIPO	GL B	1.00	4,035.20	4,035.20	100%	4,035.20	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
01.02.03	TRAZO Y REPLANTEO CON EQUIPO	KM	5.36	983.68	5,272.52	100%	5,272.52	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
01.02.04	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS	m3	4.81	245.14	1,179.12	100%	1,179.12	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
01.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON VOLQUETE DE 6 M3 CARGUIO MANUAL D<= 5 KM	m3	6.25	45.00	281.25	100%	281.25	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
<b>01.03</b>	<b>EXPLANACIONES</b>												
01.03.01	CORTE EN MATERIAL ORGANICO Y/O INADECUADO	m3	9,525.05	5.23	49,816.01	100%	49,816.01	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
01.03.02	CORTE EN MATERIAL SUELTO	m3	27,033.41	5.27	142,466.07	100%	142,466.07	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
01.03.03	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA - CONFORMACION DE TERRAPLENES	KM	5.36	1,117.56	5,990.12	100%	5,990.12	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
01.03.04	REPOSICION DE MATERIAL ORGANICO Y/O INADECUADO CON MATERIAL PROPIO (CONF. DE TERRAPLEN)	m3	5,183.15	4.99	25,863.92	100%	25,863.92	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
01.03.05	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON GEOMALLA BIAxIAL E=0.10m	m2	36,160.69	17.48	632,088.86	100%	632,088.86	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
01.03.06	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m2	35,302.45	2.53	89,315.20	33%	29,474.02	67%	59,841.18	0%	0.00	0%	0.00
01.03.07	CONFORMACION DE TERRAPLENES CON MATERIAL PROPIO	m3	19,518.45	4.99	97,397.07	100%	97,397.07	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
01.03.08	CONFORMACION DE TERRAPLENES CON MATERIAL DE CANTERA	m3	11,556.77	29.75	343,813.91	100%	343,813.91	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
01.03.09	CONFORMACION Y PERFILADO DE CUNETAS	m	6,825.60	0.79	5,392.22	0%	0.00	100%	5,392.22	0%	0.00	0%	0.00
01.03.10	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO	m3	14,821.07	5.87	86,999.68	13%	11,309.96	87%	75,689.72	0%	0.00	0%	0.00
<b>01.04</b>	<b>PAVIMENTOS</b>												
01.04.01	AFIRMADO e=0.25m	m2	33,156.85	15.34	508,626.08	0%	0.00	35%	178,019.13	65%	330,606.95	0%	0.00
<b>02</b>	<b>CONSTRUCCIÓN Y MEJORAMIENTO DE OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>												
<b>02.01</b>	<b>ALCANTARILLAS - TUBERIA CORRUGADA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD</b>												
<b>02.01.01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>												
02.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO EN ALCANTARILLAS	m2	1,718.35	2.58	4,433.34	0%	0.00	100%	4,433.34	100%	4,433.34	-100%	-4,433.34
<b>02.01.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>												
02.01.02.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS CON EQUIPO	m3	3,484.60	10.54	36,727.68	0%	0.00	100%	36,727.68	0%	0.00	0%	0.00
02.01.02.02	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION DE ZANJAS PARA ESTRUCTURAS	m2	1,309.68	4.86	6,365.04	0%	0.00	33%	2,100.46	67%	4,264.58	0%	0.00
02.01.02.03	BASE GRANULAR E=0.30 m COMPACTACION EQUIPO LIVIANO	m2	380.35	22.26	8,466.59	0%	0.00	0%	0.00	100%	8,466.59	0%	0.00
02.01.02.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO INC. PLANCHA COMP.	m3	1,701.80	49.13	83,609.43	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	83,609.43
02.01.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO	m3	3,340.02	5.87	19,605.92	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	19,605.92
<b>02.01.03</b>	<b>CONCRETO SIMPLE</b>												
02.01.03.01	SOLADO E=4" (C:H 1:10)	m2	362.60	32.55	11,802.63	0%	0.00	0%	0.00	100%	11,802.63	0%	0.00
02.01.03.02	MAMPOSTERIA DE PIEDRA FC=175 KG/CM2	m3	54.14	172.69	9,349.44	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	9,349.44
02.01.04.02	CONCRETO FC=210 KG/CM2 - ZAPATAS ALCANTARILLA	m3	290.08	405.33	117,578.13	0%	0.00	0%	0.00	100%	117,578.13	0%	0.00
<b>02.01.04</b>	<b>CONCRETO ARMADO</b>												
02.01.04.01	ACERO DE REFUERZO Fy=4200kg/cm2- CABEZALES Y ALAS DE ENCAUZAMIENTO DE ALCANTARILLA	kg	7,868.74	5.40	42,491.20	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	42,491.20
02.01.04.03	CONCRETO FC=175 KG/CM2-CABEZALES Y ALAS DE ENCAUZAMIENTO DE ALCANTARILLA	m3	173.51	398.92	69,216.61	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	69,216.61
02.01.04.04	ALCANTARILLA-ENCOFRADO Y DESECOFRADO	m2	1,627.73	33.31	54,219.69	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	54,219.69

02.01.05	TUBERIA CORRUGADA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD												
02.01.05.01	TUBERIA CORRUGADA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD D=36"	m	122.38	477.27	58,408.30	0%	0.00	0%	0.00	100%	58,408.30	0%	0.00
02.01.05.02	TUBERIA CORRUGADA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD D=42"	m	22.25	785.74	17,482.72	0%	0.00	0%	0.00	100%	17,482.72	0%	0.00
02.01.05.03	TUBERIA CORRUGADA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD D=60"	m	111.25	1,254.63	139,577.59	0%	0.00	0%	0.00	33%	46,060.60	67%	93,516.98
02.02	CUNETAS DE CONCRETO												
02.02.01	OBRAS PRELIMINARES												
02.02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL CON EQUIPO-PARA CUNETAS	KM	5.91	837.65	4,950.51	0%	0.00	0%	0.00	100%	4,950.51	0%	0.00
02.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS												
02.02.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA CUNETAS	m3	1,299.89	35.47	46,107.10	0%	0.00	0%	0.00	75%	34,580.32	25%	11,526.77
02.02.02.02	PERFILADO Y COMPACTACION DE CUNETAS	m2	12,998.92	7.09	92,162.34	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	92,162.34
02.02.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO	m3	1,624.87	5.87	9,537.99	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	9,537.99
02.02.03	CONCRETO SIMPLE												
02.02.03.01	CONCRETO FC=175 KG/CM2-CUNETA	m3	1,299.89	378.89	492,515.32	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	492,515.32
02.02.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-CUNETA	m2	443.93	33.31	14,787.31	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	14,787.31
02.02.03.03	JUNTAS CON ASFALTO E=1"	m	4,137.00	5.78	23,911.86	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	23,911.86
03	INSTALACIÓN DE SEÑALIZACION VIAL												
03.01	SEÑALES PREVENTIVAS	und	32.00	351.11	11,235.52	0%	0.00	0%	0.00	100%	11,235.52	0%	0.00
03.02	SEÑALES INFORMATIVAS	und	9.00	526.98	4,742.82	0%	0.00	0%	0.00	100%	4,742.82	0%	0.00
03.03	SEÑALES AMBIENTALES	und	6.00	666.36	3,998.16	0%	0.00	0%	0.00	100%	3,998.16	0%	0.00
03.04	HITOS KILOMETRICOS	und	7.00	143.22	1,002.54	0%	0.00	0%	0.00	33%	330.84	67%	671.70
04	MITIGACION AMBIENTAL												
04.01	RIEGO PERMANENTE EN OBRA	mes	4.00	3,404.07	13,616.28	25%	3,404.07	25%	3,404.07	25%	3,404.07	25%	3,404.07
04.02	REACONDICIONAMIENTO DE AREA DE CAMPAMENTO Y PATIO DE MAQUINAS	m2	249.00	2.57	639.93	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	639.93
04.03	ACONDICIONAMIENTO DE BOTADEROS	m3	25,000.00	1.00	25,000.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	25,000.00
04.04	CAPACITACION EN MANTENIMIENTO VIAL PREVENTIVO	CH L	2.00	3,700.00	7,400.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	7,400.00
04.05	EXCAVACION DE HOYOS PARA PLANTACION DE ARBOLES	m3	47.59	35.47	1,688.02	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	1,688.02
04.06	SIEMBRA DE PLANTONES INC. TAPADO DE HOYOS 30x30x40 INC. SUMINISTRO	und	1,322.00	9.92	13,114.24	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	13,114.24
04.07	CHARLAS DE EDUCACION AMBIENTAL	CH L	2.00	3,700.00	7,400.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	7,400.00
04.08	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	GL B	1.00	16,200.00	16,200.00	100%	16,200.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00

<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>3,506,223.50</b>	<b>39.83%</b>	<b>1,396,374.12</b>	<b>10.53%</b>	<b>369,127.82</b>	<b>18.99%</b>	<b>665,866.09</b>	<b>31%</b>	<b>1,074,855.47</b>
GASTOS GENERALES (10%)	350,622.35	39.83%	139,637.41	10.53%	36,912.78	18.99%	66,586.61	31%	107,485.55
UTILIDAD (10%)	350,622.35	39.83%	139,637.41	10.53%	36,912.78	18.99%	66,586.61	31%	107,485.55
<b>SUBTOTAL</b>	<b>4,207,468.20</b>	<b>39.83%</b>	<b>1,675,648.94</b>	<b>10.53%</b>	<b>442,953.38</b>	<b>18.99%</b>	<b>799,039.30</b>	<b>31%</b>	<b>1,289,826.57</b>
IGV (18%)	757,344.28	39.83%	301,616.81	10.53%	79,731.61	18.99%	143,827.07	31%	232,168.78
<b>COSTO TOTAL DE LA OBRA</b>	<b>4,964,812.48</b>	<b>39.83%</b>	<b>1,977,265.75</b>	<b>10.53%</b>	<b>522,684.99</b>	<b>18.99%</b>	<b>942,866.38</b>	<b>31%</b>	<b>1,521,995.36</b>
SUPERVISION (5%)	175,311.18	39.83%	69,818.71	10.53%	18,456.39	18.99%	33,293.30	31%	53,742.78
INTERVENCION AMBIENTAL (1%)	35,062.24	39.83%	13,963.74	10.53%	3,691.28	18.99%	6,658.66	31%	10,748.56
<b>TOTAL DEL PRESUPUESTO</b>	<b>5,175,185.90</b>	<b>39.83%</b>	<b>2,061,048.20</b>	<b>10.53%</b>	<b>544,832.66</b>	<b>18.99%</b>	<b>982,818.34</b>	<b>31%</b>	<b>1,586,486.70</b>

SON : CINCO MILLONES CIENTO SETENTA Y CINCO MIL CIENTO OCHENTA Y CINCO Y 90/100 SOLES

#### 4.4.8. Cronograma de Adquisición de Insumos

## CRONOGRAMA DE ADQUISICIÓN DE INSUMOS

**PROYECTO :** MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL EMP.SM – 638 (EL MILAGRO) – PEDRO PASCASIO NORIEGA – CAMPO ALEGRE – EMP.PE-5N (SAN JOSÉ DEL MORRO)

**UBICACIÓN :** DISTRITO MOYOBAMBA, PROVINCIA MOYOBAMBA, REGION SAN MARTIN  
**UNIDAD FORMULADORA :** INSTITUTO VIAL PROVINCIAL MOYOBAMBA

RECURSO	UND	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4
CLAVOS PARA MADERA C/C 4"	kg	4.00	5.00	20.00	20.00			
CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg	415.15	6.00	2,490.89	2,490.89			
CLAVOS PARA MADERA C/C 1"	kg	0.08	8.00	0.67	0.67			
CLAVOS PARA MADERA C/C 2"	kg	12.60	5.00	63.00	63.00			
CLAVOS PARA MADERA C/C 2 1/2"	kg	0.26	6.00	1.56	1.56			
CLAVOS PARA CALAMINA	kg	8.40	8.00	67.20	67.20			
ALAMBRE NEGRO N°16	kg	473.80	6.00	2,842.83			2,842.83	
ALAMBRE NEGRO N°8	kg	415.35	5.00	2,076.76			2,076.76	
PERNO 1/4" X 2 1/2"	pza	94.00	3.00	282.00			282.00	
TUBO GALVANIZADO 2 " E=2.3 mm (liviano)	m	142.10	25.00	3,552.50			3,552.50	
ACERO DE REFUERZO FY=4,200 GRADO 60	kg	8,291.58	3.50	29,020.52			29,020.52	
BISAGRAS DE FIERRO DE 3"	PAR	2.01	6.00	12.05	12.05			
CHAPA YALE 3610-60 2 GOLPES DE SOBREPONER	und	1.01	70.00	70.56	70.56			
GEOMALLA BIAXIAL EXTRUIDA 30 KN/m	m2	38,330.33	4.75	182,069.07		182,069.07		
TUBERIA CORRUGADA HDPE N 12 IB WT SOLIDA 36" (UNION HERMETICA ESPIGA/CAMPANA, INC. ANILLO DE JEBE)	m	122.38	410.00	50,175.80		50,175.80		
TUBERIA CORRUGADA HDPE N 12 IB WT SOLIDA 42" (UNION HERMETICA ESPIGA/CAMPANA, INC. ANILLO DE JEBE)	m	22.25	715.00	15,908.75		15,908.75		
TUBERIA CORRUGADA HDPE N 12 IB WT SOLIDA 60" (UNION HERMETICA ESPIGA/CAMPANA, INC. ANILLO DE JEBE)	m	111.25	1,175.00	130,718.75		130,718.75		
HUMUS	kg	661.00	5.00	3,305.00				3,305.00
TIERRA DE CHACRA O VEGETAL	m3	237,960.00	60.00	1,427.76				1,427.76
ARENA FINA	m3	62,055.00	70.00	4,343.85			4,343.85	
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3	1,428.29	90.00	128,546.19			128,546.19	
PIEDRA GRANDE PROM. 6"	m3	37.90	65.00	2,463.37			2,463.37	

ARENA GRUESA	m3	717.92	70.00	50,254.15			37,690.61	12,563.54
DERECHO DE EXTRACCION EN CANTERA PARA TERRAPLEN	m3	14,445.96	2.00	28,891.93		28,891.93		
DERECHO DE EXTRACCION EN CANTERA PARA AFIRMADO	m3	10,924.31	3.00	32,772.94		16,386.47	16,386.47	
DERECHO DE EXTRACCION EN CANTERA PARA MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE	m3	4,339.28	2.00	8,678.57		8,678.57		
ASFALTO LIQUIDO RC-250	gln	496.44	22.00	10,921.68			10,921.68	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 KG)	BOL	14,688.51	22.00	323,148.57	40,393.57	80,787.14	161,574.29	40,393.57
UTILES DE ESCRITORIO	GLB	4.00	200.00	800.00	800.00			
MATERIAL DIDACTICO (FOLLETOS,PLANOS,ETC)	GLB	4.00	200.00	800.00				800.00
HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3	45.89	90.00	4,129.65	1,032.41	3,097.24		
CAL 25 KG	bls	3.44	12.50	42.96	42.96			
YESO 18 KG	kg	2.68	12.00	32.16				
PLANTON	und	1,322.00	3.50	4,627.00				4,627.00
MADERA TORNILLO Y/O SIMILAR	p2	476.54	5.00	2,382.72	1,191.36	1,191.36		
MADERA PARA ENCOFRADO	p2	9,345.41	3.50	32,708.95		32,708.95		
PALETAS DE SEÑALIZACION	und	24.00	15.00	360.00	360.00			
ESTACA DE MADERA	p2	777.23	0.50	388.60	388.60			
FLETE TERRESTRE	GLB	1.00	14,560.00	14,560.00	14,560.00			
FLETE TERRESTRE PARA TUBERIA HDPE	m	255.88	50.00	12,794.00		12,794.00		
TRIPLAY DE 4' X 8' X 6 mm	pln	81.14	30.00	2,434.32	2,434.32			
THINER	gln	1.00	18.00	18.00	18.00			
IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	GLB	1.00	16,200.00	16,200.00	16,200.00			
PINTURA ESMALTE	gln	6.04	40.00	241.78			241.78	
PINTURA REFLECTORIZANTE	gln	1.41	80.00	112.80			112.80	
PINTURA ANTICORROSIVO (2 CARAS)	gln	30.38	60.00	1,822.80			1,822.80	
PLANCHA GALVANIZADA 1/16"	m2	29.12	210.00	6,116.04				6,116.04
CALAMINA PLANA DE 4' x 8'	pln	23.27	30.00	698.04	698.04			
CALAMINA LISA 0.23 mm 0.90x1.80m	pln	12.00	35.00	420.00	420.00			
CARTELES DE PREVENCION	und	16.00	40.00	640.00	640.00			
CINTA AMARILLA	m	400.00	1.00	400.00	400.00			
SOLDADOS DE CONCRETO	und	16.00	20.00	320.00	320.00			
				<b>1,117,176.74</b>	<b>82,625.19</b>	<b>563,408.03</b>	<b>401,878.45</b>	<b>69,232.91</b>



#### **4.5. Análisis y discusión de los resultados**

La elaboración del Estudio definitivo del Mejoramiento del Camino Vecinal EMP. SM-638 (El Milagro) – Pedro Pascasio Noriega – Campo Alegre – EMP. PE-5N (San José del Morro), L= 5.364 Km., arroja resultados que se ajustan a la realidad de la zona, según se detalla a continuación.

El Estudio de Impacto Ambiental nos llevó a considerar algunas partidas dentro del presupuesto de obra para mitigar los impactos negativos que se ocasionará durante la ejecución de la obra.

Los resultados del CBR valor de soporte es de 3.30 % como mínimo y el promedio de CBR es de 6.378 % por lo que la sub rasante se considera mala y habrá que mejorarla

El diseño del camino vecinal se realizó aplicando las normas para el diseño de caminos vecinales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

El tipo de pavimento a usar es a nivel de afirmado o lastrado que consta la base de material granular seleccionado, teniendo en cuenta su bajo costo inicial, la disponibilidad de los agregados y facilidad en el mantenimiento.

El paquete estructural para el pavimento será con aplicación de geomallas biaxiales será de 0.35 m de espesor: 0.25 m de material de afirmado y 0.10 m de material granular seleccionado para el mejoramiento de la sub rasante.

El presupuesto se realizó con programa de computo del S10 WIN, que es un programa de cálculo de presupuestos de obras civiles, el cual ahorra el tiempo para calcular, presupuesto general, costos unitarios, presupuesto desagregado, cuadro de insumos, y duración de actividades de cada partida o sub partida.

Para el procesamiento de los costos unitarios, se trabajó con jornales actualizados de mano de obra según CAPECO, vigentes desde el 01 de junio del 2016 hasta el 31 de Mayo del 2017.

El presupuesto se ha formulado a partir de la información que nos proporciona el software S10, sobre el análisis de Costos Unitarios y los metrados lo que constituye el Costo Directo, al cual se le agrega el porcentaje de Gastos Generales debidamente desagregado, así como un porcentaje de Utilidad e Impuesto General a las Ventas que corresponden al 18% del sub total, de igual forma se ha considerado 8% para supervisión y el Costo del Expediente Técnico obteniéndose un valor presupuestal de S/. 5'175,185.90 Soles.

## CONCLUSIONES

El factor ambiental que tiene mayor impacto ambiental negativo es el suelo (- 47), seguido del aire (-46), población (- 42), fauna (-21) y flora (-14). El mayor impacto positivo es en el factor económico con un valor de 98 (impacto ambiental positivo significativo).

La valoración relativa de todo el proyecto es de - 38, que le ubica en el rango de 21 - 40 (menor significancia) y que pueden ser revertidos con las respectivas medidas de mitigación.

La incidencia total sobre los factores ambientales es 289, lo cual resulta medio.

En conclusión el proyecto es VIABLE desde el punto de vista Socio Ambiental.

El estudio de canteras comprendió la ubicación, investigación y comprobación de las características física - mecánicas de los materiales para su empleo en afirmado y relleno, así como también garantizar la existencia de la cantidad necesaria.

Las canteras seleccionadas son aquellas que presentan materiales cuya cantidad y calidad del material existente son adecuadas y suficientes para las labores de mantenimiento. Por lo tanto las potencias útiles de las canteras estudiadas cubrirán con creces la necesidad del proyecto.

En este caso del pavimento, el paquete estructural con aplicación de geomallas biaxiales será de 0.35 m de espesor: 0.25 m de material de afirmado y 0.10 m de material granular seleccionado para el mejoramiento de la sub rasante.

El presupuesto total de La obra asciende a la suma de S/. 5'175,185.90 (Cinco millones ciento setenta y cinco mil ciento ochenta y cinco con 90/100 soles).

El Plazo de Ejecución de Obra para este proyecto es de 124 días calendario.

## RECOMENDACIONES

La entidad proponente del proyecto Municipalidad Provincial de Moyobamba debe comprometerse a hacer cumplir estrictamente lo planificado en el Plan de Manejo Ambiental del presente estudio ya que de esto depende la minimización de impactos negativos durante las fases del Proyecto, asimismo permitirá que en el futuro no exista conflictos con la población y organismos ambientales gubernamentales y no gubernamentales.

Para la supervisión se recomienda aplicar los lineamientos de la supervisión ambiental de carreteras del MTC, además de contar con todo el Equipo e Instrumentos de Laboratorio de Suelos, para el control de calidad, desde el inicio de la obra hasta su culminación.

Bajo responsabilidad de los ejecutores de la obra, se recomienda efectuar el control permanente de las características físico-mecánicas de los agregados en función de los volúmenes explotados, factor único y predominante en el comportamiento y permanencia de la vía.

Para cumplir adecuadamente con el Control de Calidad de la Obra (materiales y proceso constructivo), es indispensable el cumplimiento irrestricto de las Especificaciones Técnicas adjunto al expediente técnico.

La buena calidad y permanencia de la obra depende de que se efectúe un Control permanente y oportuno de los parámetros de calidad de los materiales antes y durante la ejecución de la obra (proceso constructivo). Por lo tanto deberán aplicar en forma estricta y adecuada las técnicas y procedimientos utilizados en Ingeniería para la explotación de Bancos de Materiales (Canteras), fundamentalmente teniendo siempre en consideración la variabilidad horizontal y vertical que presentan las mismas por su origen, así como el control permanente de las propiedades físico – mecánicas de los agregados en relación con los volúmenes explotados.

El Ingeniero Residente debe tomar el Cronograma de Obra, en forma referencial y deberá elaborar un nuevo Cronograma de Ejecución de Obra según las condiciones “Insitu” de la misma, pero deberá ajustarse al Tiempo programado de ejecución de obra establecido.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castillo, R. y Sarmiento J.; (1984): *Costos Directos é directos en Construcción*. Lima: Fondo Editorial CAPECO.
- Valles, R.; (1964): *Carretera, Calles y Aeropistas*. Buenos Aires: Editorial El Ateneo.
- Fuentes, A.; (1997): *Caminos I*. Lima: Editorial Guerra Bustamante, Cesar. *Carreteras, Ferrocarriles, Canales. Localización y Diseño Geométrico*. Editorial América 3era Edición.
- Huerta, G.; (2009): *Programación de Obra con MS Project*. Lima: Editorial ICG 3ra Edición.
- Ibáñez, W.; (2011): *Costos y tiempos en carreteras*. Lima: Editorial Macro E.I.R.L. 2da Edición.
- Keller, G., Bauer, G. y Aldana, M.; (1995): *Caminos rurales con impactos mínimos*. Guatemala: USAID.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones; (2009): *Reglamento Nacional de Tránsito*. Lima.
- Ministerio de Transportes Comunicaciones, Vivienda y Construcción; (2001): *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG - 2001*. Lima.
- Ministerio de Transportes Comunicaciones, Vivienda y Construcción; (2016): *Manual de ensayos de materiales para Carreteras*. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones; (2005): *Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito*. Lima.
- Salinas, M.; (2011): *Costos y Presupuestos de Obra*. Lima: Editorial ICG 2011 8va Edición.

## **ANEXOS**

## **ANEXO 1: Estudio hidrológico y drenaje**

## **ANEXO 2: Estudio de suelos**

## **ANEXO 3: Estudio económico**



## **METRADOS**

# **ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS**

## **CRONOGRAMA DE OBRA**

## **ANEXO 4: Fotografías**



*Fotografía N°01:* Inicio del Tramo en estudio EMP.SM-638(El Milagro) - Pedro Pascacio Noriega - Campo Alegre - EMP.PE-5N (San José Del Morro), presenta la pérdida de la carpeta de rodadura, (km 00+000).



*Fotografía N°02:* Se aprecia la erosión del ancho de plataforma, donde existen baches, convirtiéndose en Zona Inundable, será necesario la construcción una Alcantarilla HDPE Long.=11.00m, d=42", (km 00+140.00), Zona Crítica.





*Fotografía N°03:* Se aprecia la erosión del ancho de plataforma con baches y encalaminados, será necesario la construcción de una Alcantarilla HDP. Long.=8.00m, d=36", (km 00+503.00), Zona Agrícola.



*Fotografía N°04:* Se muestra el Cruce provisional de madera en estado regular (Zona Inundable, en épocas de lluvia), será necesario la construcción de una Alcantarilla HDPE d=60" (2 ojos), Long.=10.00m (Km 1+566.00).





*Fotografía N°05:* Punto final del tramo en estudio, EMP.PE-5N (Caserío San José del Morro), km 05+364.00.



*Fotografía N°06:* Cantera Chavarry, presenta buenas características para ser usado como material de relleno, así como la potencia suficiente para cubrir la necesidad del proyecto. Se observa además la altura de corte 10 metros.





*Fotografía N°07: En la Actualidad la Cantera Chavarry, posee material listo para ser utilizado en los proyectos requeridos.*



*Fotografía N°08: Cantera Garate, ubicado en el sector Rumipata Distrito de Soritor, Se puede observar la altura actual de Corte.*





*Fotografía N°09:* Se comprobó in-situ el color textura y calidad de material, para ser utilizado en la capa de afirmado, corroborando a lo que dice el estudio de mecánica de suelos.



*Fotografía N°10:* En la Actualidad la Cantera Garate, posee material seleccionado listo para ser utilizado.





*Fotografía N°11:* En la Actualidad la Cantera Garate, se ha explotado parte de la potencia existiendo una altura de corte actual de 20metros.



*Fotografía N°12:* Puntos de Agua, cantera del Río indoche, se encuentra a 1.65km del punto inicial del tramo(km 00+000), y a 3.00km del punto final del tramo en estudio (km 05+364) .

# **PLANOS**