Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN TARAPOTO - PERU

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú.
Vea una copia de esta licencia en http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/

Obra publicada con autorización del autor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL LA LIBERTAD DE HUASCAYACU – COMUNIDAD NATIVA SAN RAFAEL L= 6.014 Km– DISTRITO Y PROVINCIA DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN''

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR:

Bach. Cristian Berrú Paredes

ASESOR:

Ing. Juvenal Vicente Díaz Agip

TOMO I

Tarapoto – Perú

2017

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

"ESTUDIO DEFINITIVO DEL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL LA LIBERTAD DE HUASCAYACU – COMUNIDAD NATIVA SAN RAFAEL L= 6.014 Km– DISTRITO Y PROVINCIA DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN''

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

BACH. CRISTIAN BERRU PAREDES

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

.....	.....
Ing. M.Sc. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA	**Ing. ERNESTO ELISEO GARCÍA RAMIREZ**
Presidente	**Secretario**
.....	.....
Ing. M.Sc. RUBÉN DEL AGUILA PANDURO	**Ing. JUVENAL VICENTE DÍAZ AGIP**
Miembro	**Asesor**

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Cristian Berrú Paredes, con DNI N° 70653088, Domicilio Legal Jr. Alonso de Alvarado N°155 – Tarapoto, Bachiller de la facultad de Ingeniería civil y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de San Martin – Tarapoto, con la Tesis Titulada: **"ESTUDIO DEFINITIVO DEL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL LA LIBERTAD DE HUASCAYACU – COMUNIDAD NATIVA SAN RAFAEL L= 6.014 Km– DISTRITO Y PROVINCIA DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN".**

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 constituirían 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 Martin – Tarapoto.

Tarapoto, 29 de Diciembre del 2017.

.....

Cristian Berrú Paredes

DNI N° 70653088

DECLARACION JURADA

Yo, Cristian Berrú Paredes, identificado con DNI N° 70653088 con domicilio en Jr. Alonso de Alvarado N°155 – 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.

.....

Cristian Berrú Paredes

DNI N° 70653088

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: Berrú Paredes Cristian	
Código de alumno : 123107	**Teléfono:** 982827388
Correo electrónico : berrucristian@gmail.com	**DNI:** 70653088

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

2. Datos Académicos

Facultad de: Ingeniería Civil y Arquitectura
Escuela Profesional de: Ingeniería Civil

3. Tipo de trabajo de investigación

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

4. Datos del Trabajo de investigación

Titulo: "Estudio Definitivo del Mejoramiento del Camino Vecinal La Libertad de Huascayacu - Comunidad Nativa San Rafael L=6.014km - Distrito y Provincia de Moyobamba - San Martín"
Año de publicación:

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(x)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

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

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

6. Originalidad del archivo digital.

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

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

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

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

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

04 / 12 / 2018

.....

Firma del Responsable de Repossitorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

***Acceso abierto**: uso licito 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 mi Padre Julio Berrú, a mi Madre Esther Paredes y a mi Hermano Julio Cesar Berrú que fueron el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentaron las bases de responsabilidad y deseos de superación, en ellos tengo el espejo en el cual me quiero reflejar debido a sus virtudes me llevan a admirarlos cada día más.

Son personas que me han ofrecido el amor y la calidez de la familia a la cual amo.

Cristian Berrú Paredes

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primera instancia a Dios por su bendición de la vida que me permite lograr mis sueños y metas. A mi familia y personas cercanas que estuvieron presentes con su apoyo en el desarrollo de la presente tesis.

Cristian Berrú Paredes

INDICE

DEDICATORIA vi
AGRADECIMIENTO vii
INDICE viii
ÍNDICE DE TABLA xii
ÍNDICE DE FIGURAS xiv
RESUMEN xv
ABSTRACT xvi
INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.1. Exploración preliminar orientando la investigación 2
1.2. Aspectos generales del estudio 3
1.3. Componentes Del Proyecto 15

CAPÍTULO II
MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes, planteamiento, formulación del problema a resolver 18
2.2. Justificación e importancia 19
2.3. Definición del problema 20
2.4. Limitaciones 20
2.5. Objetivos 20
2.6. Marco teórico y conceptual 21
2.7. Marco conceptual: Definición de términos básicos. 61
2.8. Hipótesis 62

CAPÍTULO III
MATERIALES Y METODOS

3.1. Materiales 63
3.2. Metodología de la investigación 63
3.2.1. Sistema de variables 63
3.2.2. Tipos y Nivel de la Investigación 64
3.2.3. Cobertura de la Investigación. 64
3.2.4. Ámbito Geográfico 64

3.2.5. Diseño del Método de Investigación 64
3.2.6. Fuentes Técnicas e Instrumentos de Selección de Datos. 65
3.2.7. Instrumentos 66
3.2.8. Procesamiento y Presentación de Datos 66
3.2.9. Análisis e interpretación de datos y resultados. 68

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Estudio topográfico 69
4.1.1. Diseño Geométrico de la Vía 70
4.2. Estudio de impacto ambiental 77
4.2.1. Objetivos del estudio de impacto ambiental: 77
4.2.2. Metodología: 77
4.2.3. Descripción de impactos ambientales 78
4.2.4. Plan de manejo ambiental 82
4.3. Estudio de suelos, canteras y fuentes de agua 87
4.3.1. Estudio de suelos 87
4.3.1.1. Generalidades 87
4.3.1.2. Contenido del Informe 87
4.3.1.3. Descripción General de la Zona del Proyecto. 87
4.3.1.4. Trabajos de Campo 88
4.3.1.5. Superficie de Rodadura 91
4.3.2. Estudio de canteras y fuentes de agua 94
4.3.2.1. Introducción 94
4.3.2.2. Metodología del estudio de canteras 94
4.3.2.3. Investigación de campo 94
4.4. Estudio de tráfico 101
4.4.1. Objetivo 101
4.4.2. Proyección del Tráfico Normal 101
4.4.3. Análisis de Tráfico 103
4.5. Estudio de hidrología y drenaje 106
4.5.1. Hidrología 107
4.5.2. Diseño de Obras de Drenaje Superficial 114
4.6. Diseño de pavimento a nivel de afirmado 119

4.6.1. Diseño de pavimento con mejoramiento de subrasante con geomallas y con estabilizador de suelo....119
4.6.2. Cálculos Realizados....126
4.6.3. Resultados, comentarios y recomendaciones. 130
4.7. Estudio económico del proyecto 132
4.7.1. Metrados 133
4.7.2. Análisis de costos unitarios 135
4.7.3. Desagregado de gastos generales 137
4.7.4. Presupuesto de obra 144
4.7.5. Relación de insumos....151
4.7.6. Formula polinómica....152
4.7.7. Calendario valorizado de avance de obra 155
4.7.8. Cronograma de Adquisición de Insumos....160
4.8. Análisis y discusión de los resultados 163
CONCLUSIONES 164
RECOMENDACIONES 166
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 167
ANEXOS 168
ANEXO 1: Estudio hidrológico y drenaje.... 169
ANEXO 2: Estudio de suelos 170
ANEXO 3: Estudio económico....171
ANEXO 4: Fotografías.... 175
PLANOS
Plano de Ubicación....PU-01
Plano Clave de Plazoletas....PC-01
Plano de plazoletas de Cruce Km 0+000 – 6+014 ....PLZ-01
Plano de Planta – Perfil Longitudinal Km 0+000 – Km 1+000 ....PPL-01
Plano de Planta – Perfil Longitudinal Km 1+000 – Km 2+000 ....PPL-02
Plano de Planta – Perfil Longitudinal Km 2+000 – Km 3+000 ....PPL-03
Plano de Planta – Perfil Longitudinal Km 3+000 – Km 4+000 ....PPL-04
Plano de Planta – Perfil Longitudinal Km 4+000 – Km 5+000 ....PPL-05
Plano de Planta – Perfil Longitudinal Km 5+000 – Km 6+014 ....PPL-06
Plano Clave de Obras de Arte Km 0+000 – Km 6+014 .... PCL-01
Plano de Secciones Transversales Km 0+000 – Km 1+000 .... ST-01

Plano de Secciones Transversales Km 1+000 – Km 2+000 ..... ST-02
Plano de Secciones Transversales Km 2+000 – Km 3+000 ..... ST-03
Plano de Secciones Transversales Km 3+000 – Km 4+000 ..... ST-04
Plano de Secciones Transversales Km 4+000 – Km 5+000 ..... ST-05
Plano de Secciones Transversales Km 5+000 – Km 6+014 ..... ST-06
Plano de Cruce Vehicular Km 0+000 – 6+014 ..... CRV-01
Plano de Planta – Elevación Pontón Km 0+328 ..... OAP-PE-01
Plano de Planta – Elevación Pontón Km 3+340 ..... OAP-PE-02
Plano de Planta – Elevación Pontón Km 5+000 ..... OAP-PE-03
Plano de Cortes – Elevaciones Pontón Km 0+328 ..... OAPG-01
Plano de Cortes – Elevaciones Pontón Km 3+340 ..... OAPG-02
Plano de Cortes – Elevaciones Pontón Km 5+000 ..... OAPG-03
Plano de Detalles Pontón Km 0+328 ..... OAPA-01
Plano de Detalles Pontón Km 3+340 ..... OAPA-02
Plano de Detalles Pontón Km 5+000 ..... OAPA-03
Plano Clave de Señalización PS-01
Plano de Señales Informativas PS-02
Plano de Señales Preventivas PS-03
Plano de Señales Ambientales PS-04
Plano de Señales en Obra PS-05
Plano de Obras de Drenaje ..... OD-01 – OD-37
Plano de Ubicación de Canteras UC-01
Plano de Geomallas (Colocación e Instalación) PMSR-01
Plano de Protección de Estribos – Pontón Nº01 Km 0+328 ..... PPE-01
Plano de Protección de Estribos – Pontón Nº02 Km 3+340 ..... PPE-02
Plano de Protección de Estribos – Pontón Nº03 Km 5+000 ..... PPE-03
Plano de Detalles de Protección de Estribos PPE-04
Plano de Clave de Depósito de Material Excedente PC-DME-01

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Columna Estratigrafica 9
Tabla 2. Fisiografía 11
Tabla 3. Población del Área de Influencia 13
Tabla 4. Población Actual Total Proyectada 13
Tabla 5. Población Proyectada por todo el Horizonte del Proyecto 14
Tabla 6. Presupuesto de Obra 17
Tabla 7. Elementos de Curvas Simples 25
Tabla 8. Radios Mínimos y Peraltes Máximos en curvas 26
Tabla 9. Ancho mínimo de calzada en tangente 29
Tabla 10. Sobre Ancho de Calzada en curvas circulares 29
Tabla 11. Taludes de Corte 33
Tabla 12. Taludes de Relleno 33
Tabla 13. Granulometría para Material de Afirmado 35
Tabla 14. Características técnicas del camino vecinal mejorado 38
Tabla 15. Especificaciones para la granulometría 55
Tabla 16. Especificaciones para la granulometría capa superficial afirmad 57
Tabla 17. Relación de BMs ubicados en campo 70
Tabla 18. Radios mínimos empleados en el trazo 71
Tabla 19. Longitudes mínimas de transición de bombeo y transición de peralte 72
Tabla 20. Peraltes empleados en curvas horizontales 73
Tabla 21. Sobreancho de la calzada en curvas circulares 73
Tabla 22. Índice “K” para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa 75
Tabla 23. Índice “K” para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava 75
Tabla 24. Pendientes Máximas 76
Tabla 25. Depósito de Material Excedente 85
Tabla 26. Presupuesto de Mitigación Ambiental 86
Tabla 27. Calicatas del tramo 90
Tabla 28. Ensayos de laboratorio 91
Tabla 29. Perfil del Suelo Camino Vecinal 92
Tabla 30. Ubicación De La Cantera “Alto Sol” 95
Tabla 31. Coordenadas UTM cantera Alto Sol 96
Tabla 32. Ubicación De La Cantera “Libertad de Huascayacu” 97

Tabla 33. Coordenadas UTM cantera Libertad de Huascayacu 97
Tabla 34. Fuentes de Agua 99
Tabla 35. Características básicas para la superficie de rodadura de las Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.....101
Tabla 36. Tasa de crecimiento de tráfico.....102
Tabla 37. Proyección del Tráfico Generado (Vehículo/Día).....102
Tabla 38. Demanda proyectada 103
Tabla 39. Calculo de Repeticiones de Ejes Equivalentes para periodos de 5 y 10 años ...104
Tabla 40. Tabla de la clase de tráfico que circula por el tramo en estudio.....105
Tabla 41. Coeficientes de duración lluvias entre 48 horas y 1 hora 109
Tabla 42. Valores para la determinacion del coeficiente de escorrentia 110
Tabla 43. Coeficiente de escorrentia 110
Tabla 44. Coeficiente de escorrentia según superficie 111
Tabla 45. Valores del coeficiente de Manning 112
Tabla 46. Riesgo de excedencia durante la vida útil para diversos períodos de retorno ...113
Tabla 47. Períodos de retorno para diseño de obras de drenaje en carreteras de bajo volumen de tránsito 113
Tabla 48. Dimensiones mínimas de cunetas.....115
Tabla 49. Descripcion de obras de arte e infraestructura existentes.....116
Tabla 50. Descripcion de obras de arte e infraestructura proyectadas 117
Tabla 51. Datos de la subrasante del proyecto 128
Tabla 52. Datos empleados en diseño 128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa Político del Perú. 5
Figura 2. Mapa del Departamento de San Martin 6
Figura 3. Mapa de la Provincia de Moyobamba y sus Distritos 7
Figura 4. Ubicación del Proyecto 7
Figura 5. Precipitación total anual de las estaciones cercanas 8
Figura 6. Promedio de precipitación total mensual para 1996-2004 9
Figura 7. Elementos de una Curva Simple 25
Figura 8. Altura Libre en Túneles 32
Figura 9. Sección Típica de una Carretera a Media Ladera 34
Figura 10. Pavimento Flexible 43
Figura 11. Determinación de espesor de capa de revestimiento granular 47
Figura 12. Catálogo de estructuras de pavimento 49
Figura 13. Catálogo de estructuras de pavimento 50
Figura 14. Catálogo de estructuras de pavimento 51
Figura 15. Catálogo de estructuras de pavimento 52
Figura 16. Catálogo de estructuras de pavimento 53
Figura 17. Vista Satelital y Ubicación de la Cantera Alto Sol 96
Figura 18. Vista Satelital y Ubicación de la Cantera Libertad de Huascayacu 98
Figura 19. Vista Satelital y Ubicación de las Fuentes de Agua 99
Figura 20. Confinamiento lateral e incremento del módulo 119
Figura 21. Mejoramiento Capacidad Portante 120
Figura 22. Distribución de cargas similar a un zapato de nieve 120
Figura 23. Efecto de Membrana Tensionada 121
Figura 24. Diseño de Afirmado con Geomallas Multiaxiales 129
Figura 25. Estructura propuesta 130
Figura 26. Sección Típica de Pavimento propuesto 131

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, Moyobamba - 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 La Libertad de Huascayacu – Comunidad Nativa San Rafael.

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.

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

Palabras Clave: Camino, Estudio, Definitivo, Mejoramiento

ABSTRACT

The following applied type research has been carried out by the Faculty of Civil Engineering and Architecture of the National University of San Martin and developed Moyobamba - San Martin. This work has been developed applying the current theories and norms of topography, soil mechanics, environmental impact, hydrology, road drainage, concrete and other related, and that have allowed having the Definitive Study of the La Libertad Neighborhood Road of Huascayacu - San Rafael Native Community.

For the study of rehabilitation of the local road under study, the engineering methods known for these types of studies were used, in two phases of work: field and cabinet. During the Field Phase the evaluation and inventory of the current road was carried out: definition of the final line, 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 design of the road. 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 that it is possible to achieve, from the correct application of the theories, studies and conclusive results that after the measured analysis can be presented in the form of a definitive project, evaluating its feasibility in its entire context, optimizing its roads.

Keywords: Road, Study, Definitive, Improvement.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
Dirección
CENTRO DE IDIOMAS

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 del Mejoramiento del Camino Vecinal La Libertad de Huascayacu – Comunidad Nativa**

San Rafael, L= 6.014 Km.– Distrito y Provincia de Moyobamba – San Martín''.

1.2. Aspectos generales del estudio

Características generales

1.2.1.1. Ubicación geográfica del proyecto

El tramo en materia del presente estudio tiene una longitud total de 6.014 Km. y se desarrolla en la provincia de Moyobamba, en el distrito de Moyobamba, empezando en la localidad de La Libertad de Huascayacu, terminando en la comunidad nativa de San Rafael.

Aspecto Político

Localidades	:	La Libertad de Huascayacu
		Comunidad Nativa de San Rafael
Distrito	:	Moyobamba
Provincia	:	Moyobamba
Región	:	San Martín

Aspecto Cartográfico

Punto Inicial	:	La Libertad de Huascayacu.
Altitud	:	827.97 msnm
Coordenadas UTM Norte	:	9349612.80
Coordenadas UTM Este	:	267105.12
Punto Final	:	Comunidad Nativa San Rafael.
Altitud	:	890.02 msnm
Coordenadas UTM Norte	:	9352845.54
Coordenadas UTM Este	:	268291.31

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

El acceso a la zona del proyecto se hace por dos frentes y se tiene como referencia la ciudad de Moyobamba. El primer acceso se hace partiendo de la zona de Electro Oriente y se sigue la ruta del camino vecinal SM-529, correspondiente al tramo Moyobamba – Yantaló, avanzando 8.00km llegamos a la ciudad de Yantaló, continuamos por la ruta SM-529 y avanzamos 11.40km hasta llegar al sector Boca de Huascayacu, de ahí hay un desvío a la derecha por una variante hacia el Puerto Buenos Aires de 1.80 km, de ahí se cruza el Río Mayo (inc. Vehículo) en Balsa Cautiva; una vez allí se llega a la ruta SM-525 avanzando 1.70km donde se llega al Centro Poblado Buenos Aires, continuando por esta misma vía 3.90km aproximadamente se llega a la Localidad de la Libertad de Huascayacu que es el punto de inicio del tramo en estudio (Km. 00+000), continuando hasta la Comunidad Nativa San Rafael, punto final de la vía en estudio (km. 6+014). El segundo acceso se hace partiendo de la ciudad de Moyobamba por la vía Marginal Fernando Belaunde PE-5N avanzando 20.00km nos encontramos con la ciudad de Rioja, siguiendo esta ruta se llega al Desvío a la Localidad de Yuracyacu para luego seguir avanzando 10.00km y llegar al valle de la

Conquista, de ahí se recorre 6 km hasta llegar al Centro Poblado de Pueblo Libre y avanzando unos 3 km más se llega a la localidad de la Libertad de Huascayacu que es el punto de inicio del tramo en estudio (Km. 00+000), continuando hasta la Comunidad Nativa de San Rafael, punto final de la vía en estudio (km.6+014).

Ubicación del Proyecto

Figura 1. Mapa Político del Perú. (Fuente: Perú Digital.)

Figura 2. Mapa del Departamento de San Martin (Fuente: Perú Digital)

Figura 3. Mapa de la Provincia de Moyobamba y sus Distritos (Fuente: Perú Digital).

Figura 4. Ubicación del Proyecto (Fuente: Perú Digital)

1.2.1.2. Aspectos climáticos

El clima en la Zona afectada es el mismo en todo el valle del Alto Mayo; con temperatura promedio de 22º C y varía entre los 18º C y 26º C.

Se hace difícil diferenciar las estaciones, por lo que la temperatura es casi uniforme en todo el año, llueve con menos frecuencia entre los meses de mayo a octubre, siendo los meses de enero a abril donde se registran los mayores índices de precipitaciones que van de los 1,200 a 2,400 mm de intensidad. Las precipitaciones registradas, indican una excedencia de 3,000mm por año.

En el Valle de este distrito se encuentran gran cantidad de plantas cultivables y pastos; como también una gran variedad de maderas que necesitan un alto porcentaje de calor y humedad. 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.

1.2.1.3. Precipitación

En la figura 5 muestra la variación de la precipitación anual en las estaciones cercanas al ACM AHARAM en el periodo 1997 al 2005. Se registró un promedio anual de 1241.6 mm, con variaciones entre 1000 mm en el año 2005 y 1600 mm en el año 2003. En general se puede considerar que en este corto período no hay variación significativa entre años.

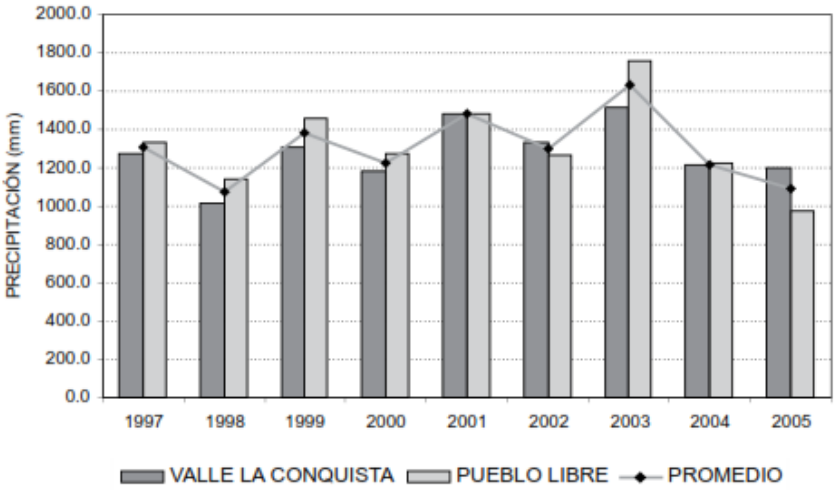


Figura 5. Precipitación total anual de las estaciones cercanas (Fuente: PEAM 2006)

En el régimen de precipitación, se pueden distinguir dos períodos marcados durante el año: uno muy lluvioso de octubre a abril (7 meses, de 120 a 160 mm/mes), la época seca o poco lluviosa (alrededor o menos de 100 mm), de mayo a setiembre con meses críticos de junio a agosto (3 meses, menos de 60 mm/mes) y una inflexión en enero (ver *Figura* 6).

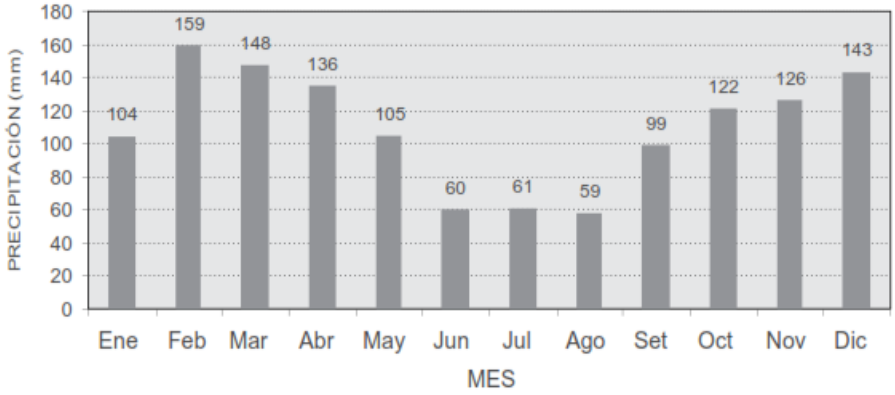


Figura 6. Promedio de precipitación total mensual para 1996-2004, según las estaciones Valle de la Conquista y Pueblo Libre. (Fuente: PEAM 2006)

1.2.1.4. Hidrología

La fuente de agua principal es el río Huascayacu que fluye paralelamente a la vía.

1.2.1.5. Geología

La localidad de La Libertad de Huascayacu geológicamente se encuentra en la unidad litoestratigráfica depósitos fluviales y la localidad de San Rafael se encuentra en la formación Yahuarango; la columna estratigráfica para ambas localidades se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 1

Columna Estratigrafica

Era	Sistema	Serie	Unidad Litoestratigráfica
Cenozoico	Cuaternario	Holocena	Depósitos fluviales
	Paleógeno	Paleocena	Formación Yahuarango

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

Depósitos Fluviales (Qh-fl)

Se constituye en la unidad más reciente. Comprende las acumulaciones fluviales recientes que se distribuyen a lo largo de la Cordillera Subandina y el llano amazónico, depositadas bajo la influencia de los sistemas hídricos que drenan la región.

Sedimentológicamente están constituidos por gravas, arenas, limos y arcillas no consolidadas. Conforman los lechos de los ríos, las planicies de inundación las llamadas terrazas bajas inundables.

En la cuenca del Alto Mayo se ha tenido reportes como lo efectuado en la localidad de Huasta, donde se tiene la presencia de conglomerados polimícticos subrecientes, los cuales se encuentran conforma los sistemas de terrazas bajas y altas o la denominada planicie aluvio fluvial.

Asimismo, en ambas márgenes del río Huascayacu se ha localizado secuencias de arenitas de grano fino inconsolidados a semiconsolidado que se intercalan con arcillitas gris verdosa, purpura y rojiza.

Formación Yahuarango (P-y)

Corresponde a un conjunto litológico de capas rojas continentales, que da comienzo a la depositación continental con pequeñas interrupciones de leves trangresiones marinas. Fue definido por Kummel, B. (1946), como miembro del Grupo Contamana, describiendo en la parte superior, limoarcillitas rojas (lodolitas rojizas), limolíticas; y en la base, conglomerados redondeados a subangulosos con estratificación sesgada.

Su distribución se manifiesta a lo largo de toda la Cordillera Subandina en forma de extensas franjas continuas y alargadas. Se encuentran configurando los sistemas de colinas y montañas bajas afectadas por estructuras deformacionales (anticlinal y sinclinal), con pendiente relativamente suave.

Se localiza al pie del gran escarpe de sobreescurrimiento, que delimita la Cordillera “La Escalera” con el Llano Amazónico. Normalmente se encuentra suprayaciendo en contacto gradacional a la Formación Vivian.

Litológicamente está conformado por lodolitas y arcillitas compactas a friables, de tonalidad rojo a marrón rojizo, en ocasiones abigarrados, se encuentran intercalados con limolita blanco-verdosas glauconíticas, material tufáceo, niveles calcáreos y areniscas rojizas con estratificación sesgada. Dentro de estas secuencias se presentan capas delgadas de yeso y anhidrita.

Por sus características litoestratigráficas y palinológicas se establece que la Formación Yahuarango se depositó en un ambiente netamente continental, el cual estuvo ligada a una sedimentación con flujos aluvionales y fluviales dentro de una zona depresionada. Esta característica nos permite asumir, que estuvo asociado a depósitos lagunares y palustres, originando la sedimentación de materiales finos pelíticos en un ambiente oxidante.

1.2.1.6. Fisiografía

En términos generales las características fisiográficas de la localidad La Libertad de Huascayacu presenta un paisaje de terrazas bajas y la localidad de San Rafael presenta paisaje de montañas bajas, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2

Fisiografía

Provincia Fisiográfica	Unidad Climática	Gran Paisaje	Paisaje	Sub Paisaje
Cordillera Andina	Tierras cálido 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

1.2.1.7. Situación actual de la vía

El Camino Vecinal La Libertad de Huascayacu - Comunidad Nativa San Rafael, cuenta con una longitud de 6.014 km, la sección carrozable del camino existente es variable, de 3.00 a

4.00 m, la superficie de rodadura actual es terreno natural de regular a mal estado de conservación con presencia de baches y encalaminados en varios tramos.

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 este tramo existen cruces provisionales de madera (regular a mal estado de conservación) y pases de aguas a través de tubos, puestos por los mismos pobladores de la zona.

1.2.1.8. 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 La Libertad de Huascayacu - Comunidad Nativa San Rafael.

1.2.1.9. Población beneficiada

Con la finalidad de poder definir la población beneficiaria, es necesario recurrir a la información estadística de registros censales proporcionada por el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) y el MINSA (Micro Red de Salud actualizado al 2006). Tomando en cuenta la tasa de crecimiento promedio de la región San Martín 2.60%. La población referencial directa e indirectamente beneficiada corresponde a la población de La Libertad de Huascayacu, la Comunidad Nativa de San Rafael, la CC.NN. de Shimpiyacu, Los Caseríos de Los Olivos de Huascayacu, Manantial y el centro poblado de Pueblo Libre, que tienen 4,421 habitantes proyectados para todo el horizonte que durará el proyecto.

Tabla 3

Población del Área de Influencia

Área de Influencia	Nombre	Categoría	Población
Directa	San Rafael	Comunidad Nativa	142
	La Libertad de Huascayacu	Caserío	447
Indirecta	Shimpiyacu	Comunidad Nativa	138
	Los Olivos de Huascayacu	Caserío	172
	Manantial	Caserío	155
	Pueblo Libre	Centro Poblado	1954
	Total		**3,008**

Fuente: INEI – MINSA (Micro Red de Salud actualizado al 2007)

La población directamente beneficiada corresponde a la Localidad de la Libertad de Huascayacu y a la Comunidad Nativa de San Rafael.

Mientras que la población indirectamente beneficiada corresponde a la Comunidad Nativa Shimpiyacu, los caseríos de Los Olivos de Huascayacu, Manantial y el Centro poblado de Pueblo Libre.

Tabla 4

Población Actual Total Proyectada

Descripción	Nº de Personas
Población al 2007 (Háb) → (Pi)	3,008
Tasa de Crecimiento Anual (*)→ (Tc)	2.60%
Periodo de Cálculo (Año) → (n)	5
Población Proyectada al 2012 (Háb) Pf = Pi x (Tc + 1)^n	3,420

Fuente: INEI /Elaboración Propia

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

Tabla 5

Población Proyectada por todo el Horizonte del Proyecto

Año	Población
2012	3,420
2013	3,509
2014	3,600
2015	3,694
2016	3,790
2017	3,888
2018	3,989
2019	4,093
2020	4,199
2021	4,309
2022	4,421

Fuente: Elaboración Propia

1.2.1.10. Tasa de crecimiento:

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

1.2.1.11. Condiciones económicas

La actividad económica que se sustenta en la zona donde se realizará el presente proyecto es la actividad agrícola y en menor escala la actividad ganadera.

La actividad agrícola destinada a la comercialización y al autoconsumo, con ciertas limitaciones para su transporte hacia los mercados de consumo. Teniendo como un recurso fundamental para la producción agropecuaria al recurso suelo.

Dentro de los principales cultivos que tiene la zona podemos destacar al café, en segundo el arroz, en tercer el plátano y en menores cantidades maíz, yuca, papaya, piña, verduras y otros.

Las condiciones actuales de la vía, con su deterioro e intransitabilidad, impide el desarrollo de la actividad agrícola y su comercialización, por ello los pobladores se limitan, a sembrar y producir, para llegar a cubrir los costos de transporte hacia los mercados de consumo, y para atender sus necesidades básicas.

1.3. Componentes Del Proyecto:

Se han propuesto las metas para efectos del "Mejoramiento del Camino Vecinal La Libertad de Huascayacu - Comunidad Nativa San Rafael, Distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba - San Martín".

A continuación, se presentan las metas propuestas para el desarrollo del proyecto de mejoramiento de la vía a nivel de afirmado:

Mejoramiento de la base existente a través de la colocación y conformación de una capa de afirmado con un espesor de 0.20m a lo largo de todo el tramo, dejándolo en óptimo estado de funcionabilidad.

Mejoramiento de la sub rasante a través de la colocación de Geomallas Multiaxiales a lo largo de todo el tramo 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:

08 alcantarillas circulares de tubería corrugada HDPE de Polietileno de Alta Densidad Ø=24".

12 alcantarillas circulares de tubería corrugada HDPE de Polietileno de Alta Densidad Ø=36".

11 alcantarillas circulares de tubería corrugada HDPE de Polietileno de Alta Densidad Ø=42".

02 alcantarillas circulares de tubería corrugada HDPE de Polietileno de Alta Densidad Ø=48".

02 alcantarillas circulares de tubería corrugada HDPE de Polietileno de Alta Densidad Ø=60".

02 alcantarillas circulares de tubería corrugada HDPE de Polietileno de Alta Densidad 2 Ojos Ø=60".

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

02 pontones de concreto armado con dimensiones L=10.00m y A=6.00m; conformados por dos estribos (pantalla central y aleros) y una losa con sardineles, todo de concreto armado

f´c=210 Kg/cm^2.

01 pontón de concreto armado con dimensiones L=8.00m y A=6.00m; conformados por dos estribos (pantalla central y aleros) y una losa con sardineles, todo de concreto armado f'c=210 Kg/cm^2.

Construcción de 6,935.00m de cunetas triangulares de tierra y 5,684.00m de cunetas triangulares revestidas.

Construcción de 01 alcantarilla TM de L=10.00m.

Construcción de 07 plazoletas de cruce.

Colocación de 50 señales preventivas, 08 reglamentarias, 09 informativas, 04 ambientales y 08 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

Se ha considerado un Costo Indirecto conformado por el rubro Gastos Generales (**10.00 %** del Costo Directo) y Utilidad **(6.00 %** 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/. **5'274,101.81** (Cinco millones doscientos setenta y cuatro mil ciento uno con 81/100 Nuevos Soles), con precios referidos al mes de noviembre 2017.

Tabla 6

Presupuesto de Obra

Descripción	Montos (S/.)
Costo Directo	**3'699,047.42**
Gastos Generales (10% C.D.)	369,904.74
Utilidad (6% C.D.)	221,942.85
Sub Total	**4'290,895.01**
I.G.V. (18 % S.T.)	772,361.10
Costo Total de Obra	**5'063,256.11**
Supervisión	184,952.37
Intervención Ambiental	25,893.33
Presupuesto Total	**5'274,101.81**

Fuente: Elaboración Propia

Plazo de ejecución

La construcción del Proyecto: "Estudio Definitivo del Mejoramiento del Camino Vecinal La Libertad de Huascayacu - Comunidad Nativa San Rafael, Distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba - San Martín", motivo del presente estudio se ha programado ejecutar en un **período 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. Asimismo, se ha establecido el equipo mínimo para el cumplimiento de los rendimientos calculados en las diferentes partidas del presupuesto de obra.

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.

El camino vecinal entre La localidad de La Libertad de Huascayacu y la Comunidad Nativa de San Rafael en el Distrito de Moyobamba presenta en la actualidad problemas de transitabilidad en toda la plataforma de rodadura, la cual 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.

2.1.2. Planteamiento del problema

Los pobladores de las localidades de La localidad de La Libertad de Huascayacu y la Comunidad Nativa de San Rafael 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 La Libertad de Huascayacu – Comunidad Nativa San Rafael, L= 6.014 Km.– Distrito y Provincia de Moyobamba – San Martín'',** para el beneficio económico de los pobladores de las localidades de La Libertad de Huascayacu y la Comunidad Nativa de San Rafael 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 La Libertad de Huascayacu y comunidad nativa de San Rafael elevarán su movimiento socio - económico, con el Mejoramiento de la carretera La Libertad de Huascayacu - comunidad nativa de San Rafael?**

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 los principales mercados 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.

Entendida así la trascendental importancia de las redes viales y dadas las condiciones socio – económicas actuales de las Localidades de La Libertad de Huascayacu y la Comunidad Nativa de San Rafael 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 La Libertad de Huascayacu y la Comunidad Nativa de San Rafael 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 La Libertad de Huascayacu y la Comunidad Nativa de San Rafael 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 La Libertad de Huascayacu y la Comunidad Nativa de San Rafael con la 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.

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

El desarrollo del proyecto se limita al "**Estudio Definitivo del Mejoramiento del Camino Vecinal La Libertad de Huascayacu – Comunidad Nativa San Rafael, L= 6.014 Km.– Distrito y Provincia de Moyobamba – San Martín''**

2.5. Objetivos

2.5.1. Objetivo General

Realizar el **Estudio Definitivo del Mejoramiento de Camino Vecinal La Libertad de Huascayacu – Comunidad Nativa San Rafael, L= 6.014 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

Se realizó la formulación del estudio de Pre inversión del proyecto: **Estudio Definitivo del Mejoramiento de Camino Vecinal La Libertad de Huascayacu – Comunidad Nativa San Rafael, L= 6.014 Km.**, 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 complemente 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 "e*l 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:

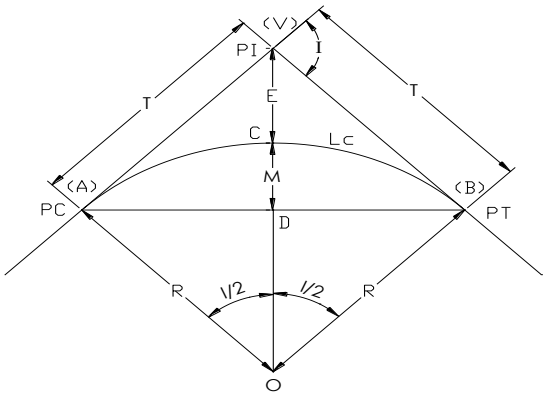


Figura 7. Elementos de una Curva Simple (Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito)

Tabla 7

Elementos de Curvas Simples

Elemento	Símbolo	Fórmula
Tangente	T	T = R tan (I / 2)
Longitud de curva	Lc	Lc = RI / 180º
Cuerda	C	C = 2 R Sen (I / 2)
Externa	E	E = R [Sec (I / 2) – 1]
Flecha	F	f = R [1 – Cos (I / 2)]

Fuente: Diseño Geométrico de Careteras - 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 (fmax) seleccionados para una velocidad directriz (V)". El valor del radio mínimo puede ser calculado por la expresión:

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

Tabla 8

Radios Mínimos y Peraltes Máximos en curvas.

Velocidad directriz (km/h)	Peralte máximo e(%)	Valor límite de friccion f_{max}	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 continua entre tramos con pendientes diferentes.

Para la definición del perfil longitudinal se adoptarán los siguientes criterios, salvo casos suficientemente justificados:
En carreteras de calzada única, el eje que define el perfil coincidirá con el eje central de la calzada.

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

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

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

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

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

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

2.6.1.8. 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 9, 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 9

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	5.50	5.50	5.50	6.00
30	3.50	4.00	5.50	5.50	5.50	5.50	6.00
40	3.50	5.50	5.50	6.00	6.00	6.00	6.00
50	3.50	5.50	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
60		5.50	6.00	6.00	6.00	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 9. Estarán provistas de sobre anchos, en los tramos en curva, de acuerdo a lo indicado en la Tabla 10.

Tabla 10

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:

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

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 8.*

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)".

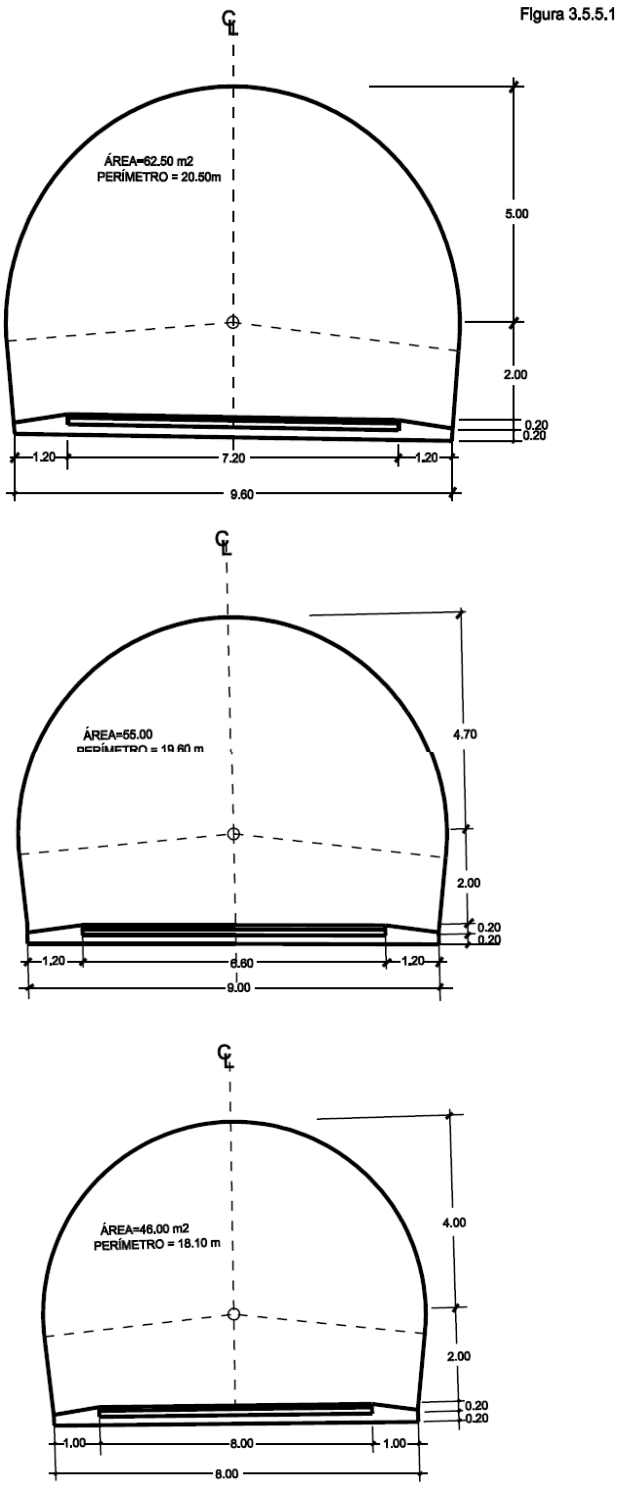


Figura 8. Altura Libre en Túneles. (Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.)

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 11 y Tabla 12 respectivamente, como se indica:

Tabla 11

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 banqueta o análisis de estabilidad

(**) Requiere análisis de estabilidad

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

Tabla 12

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 banqueta 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 "l*a figura 9 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".

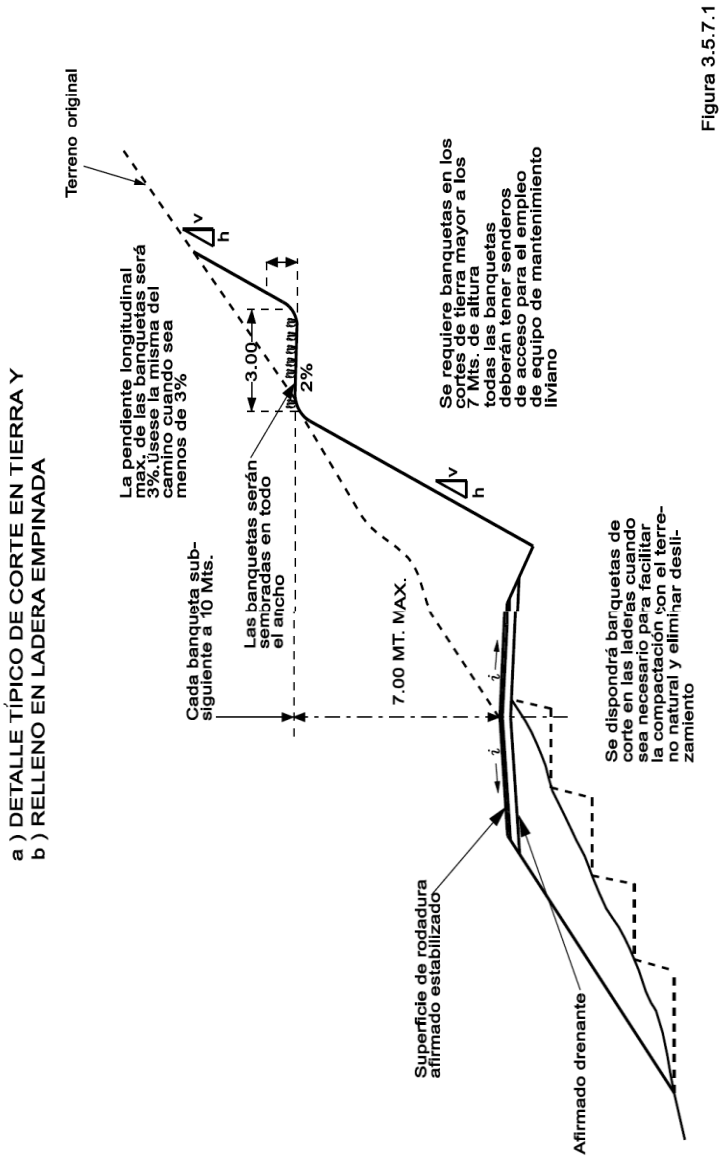


Figura 9. Sección Típica de una Carretera a Media Ladera. (Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.)

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 13

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 deberán 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^0 200 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, aumentado la durabilidad de la capa y reduciendo la pérdida del material de rodadura.

La capa del pavimento afirmado estará constituida por gravas naturales sin triturar, mezclados con la cantidad necesaria de finos locales para satisfacer la granulometría y plasticidad requeridas. Estas mezclas deberán experimentarse valores de CBR mayores de 65%, para ensayos de laboratorio en muestras moldeados al 100% de la máxima densidad Próctor (AASHTO 1-180), y dentro de un rango de contenido de humedad del 3% así mismo las 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 1-1 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.

Tabla 14

Características técnicas del camino vecinal mejorado

Características de la Vía	
Longitud	6.014 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 de la base existente a través de la colocación y conformación de una capa de afirmado con un espesor de 0.20m, a esta base se la reforzará con geomallas multiaxiales y así evitar su deterioro y dar mayor duración a la vía.
Velocidad directriz	30 Km/h
Radio mínimo	25.00 m
Radio mínimo excepcional	15.00 m
Ancho de plataforma	4.00 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:

<u>Taludes de corte</u>:

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

<u>Taludes de relleno</u>:

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 transito 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: Transito, 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 **rígidos**; 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 sub rasante. 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 sub rasante.

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

Sub rasante

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.

Sub base

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 sub rasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la sub base. 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 sub base y a través de esta a la sub rasante.

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 10.

Figura 10. 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 geomorfológicos (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.

Catalogo 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:

$$\mathbf{e= [219 - 211 \times (\log_{10}CBR) + 58 \times (\log_{10}CBR)^2] \times \log10 \times (Nrep / 120)}$$

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

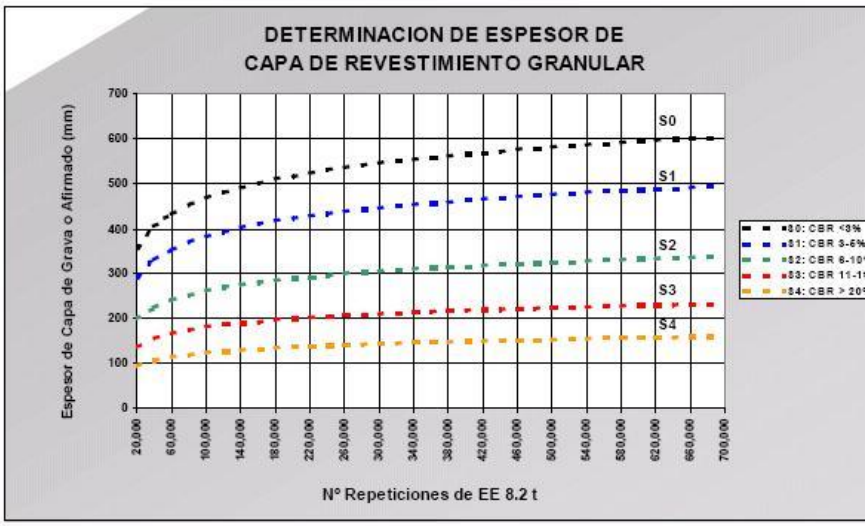


Figura 11. Determinación de espesor de capa de revestimiento granular. (Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.)

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.

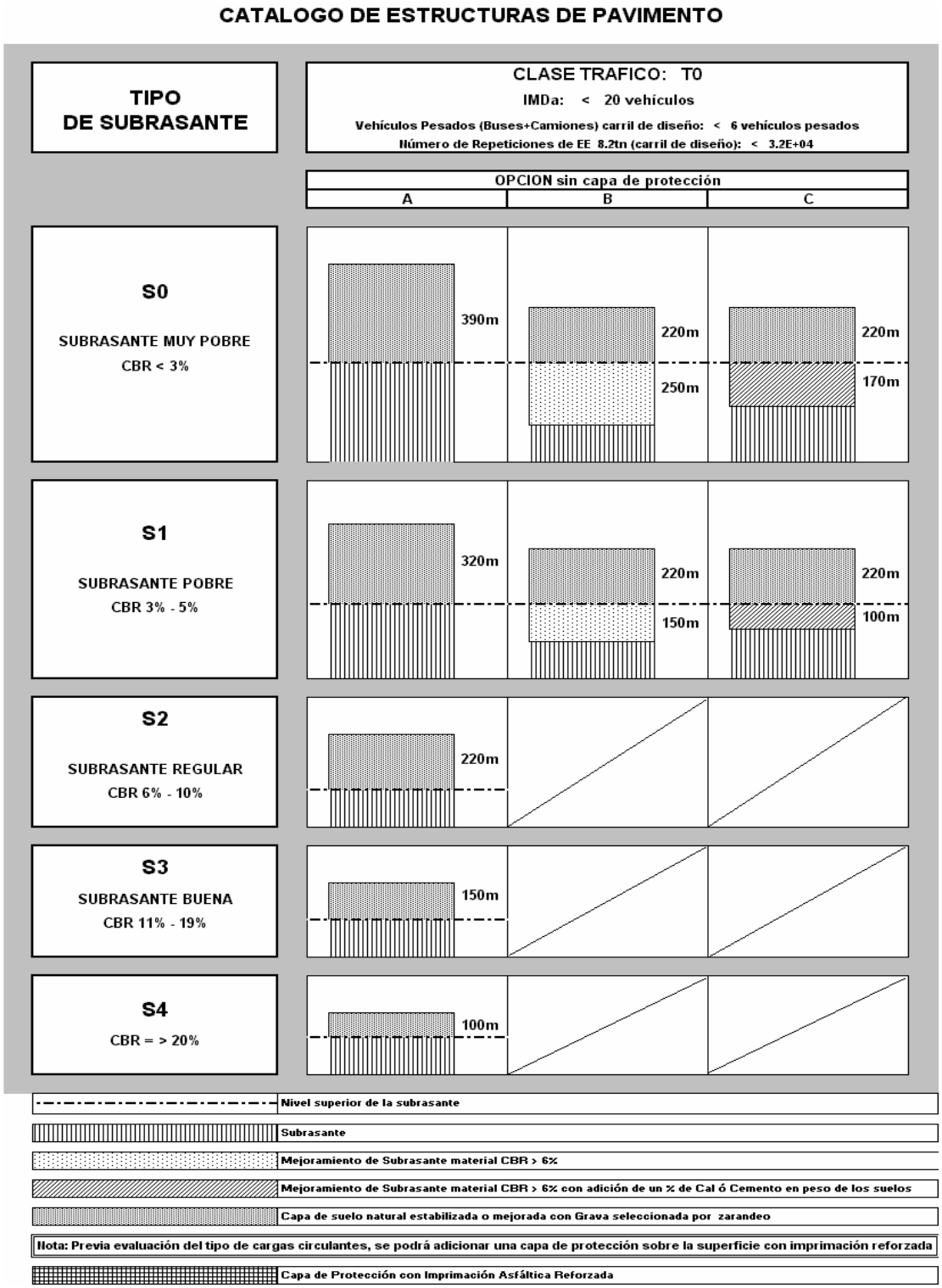


Figura 12. Catálogo de estructuras de pavimento. (Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.)

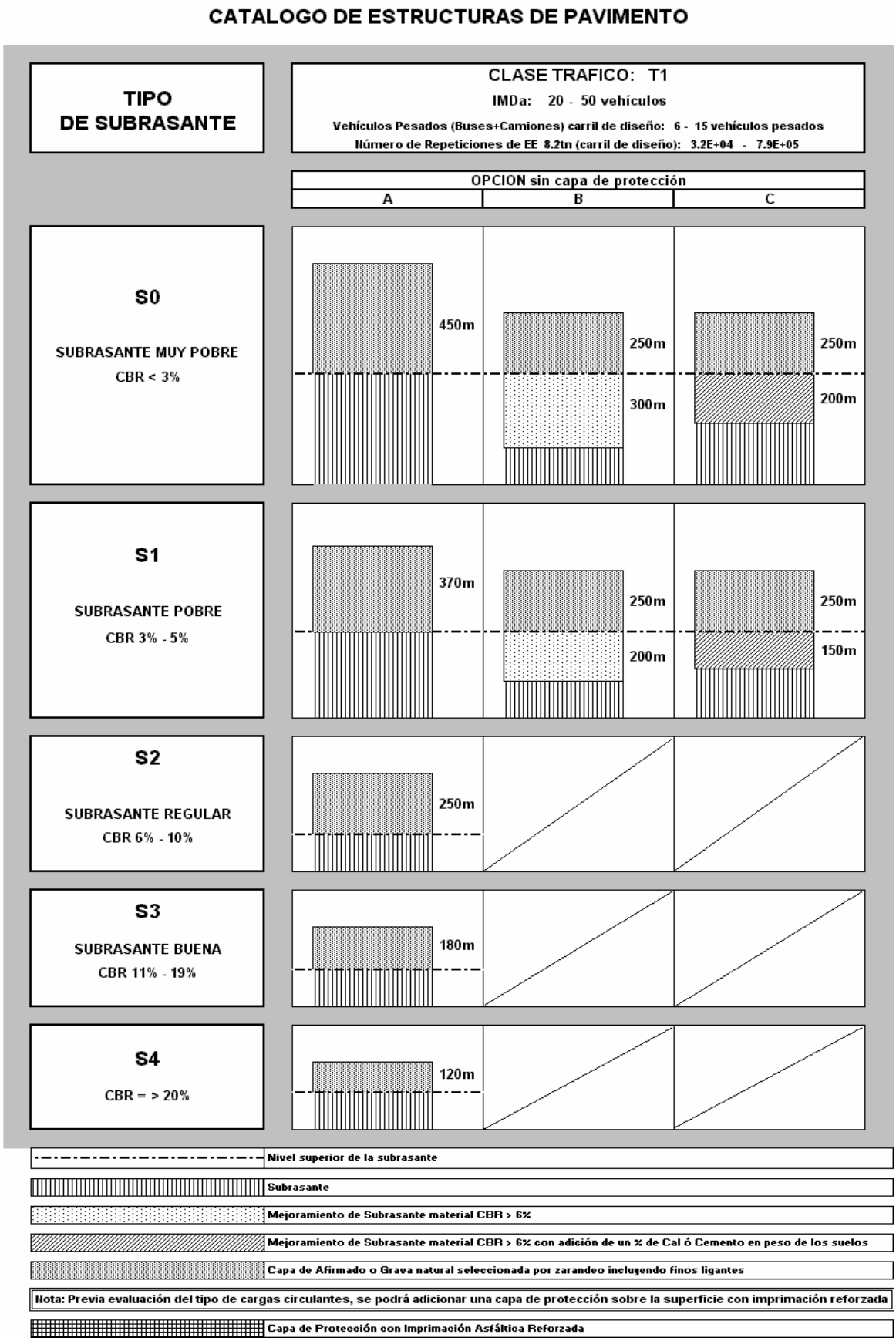


Figura 13. Catálogo de estructuras de pavimento. (Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.)

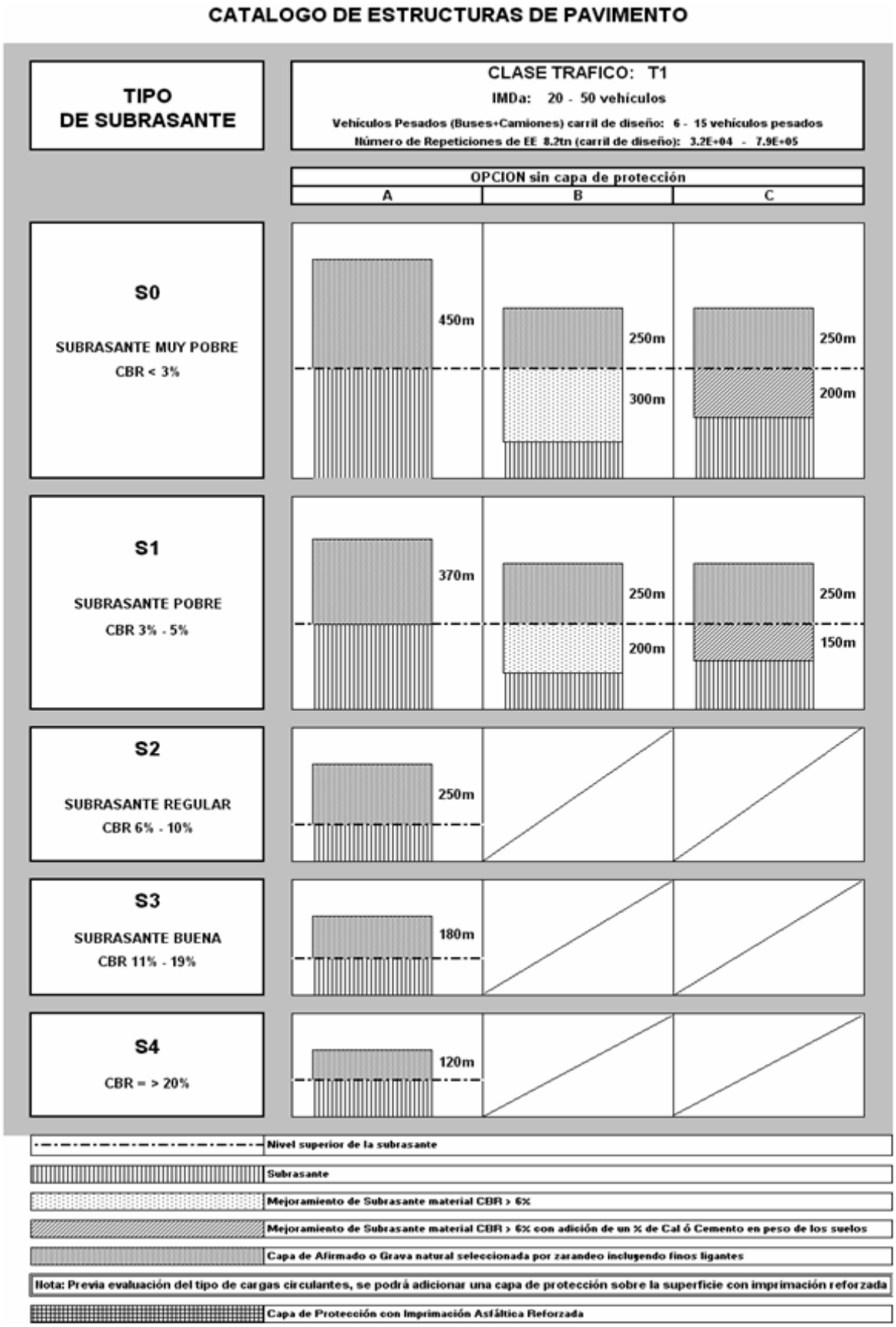


Figura 14. Catálogo de estructuras de pavimento. (Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.)

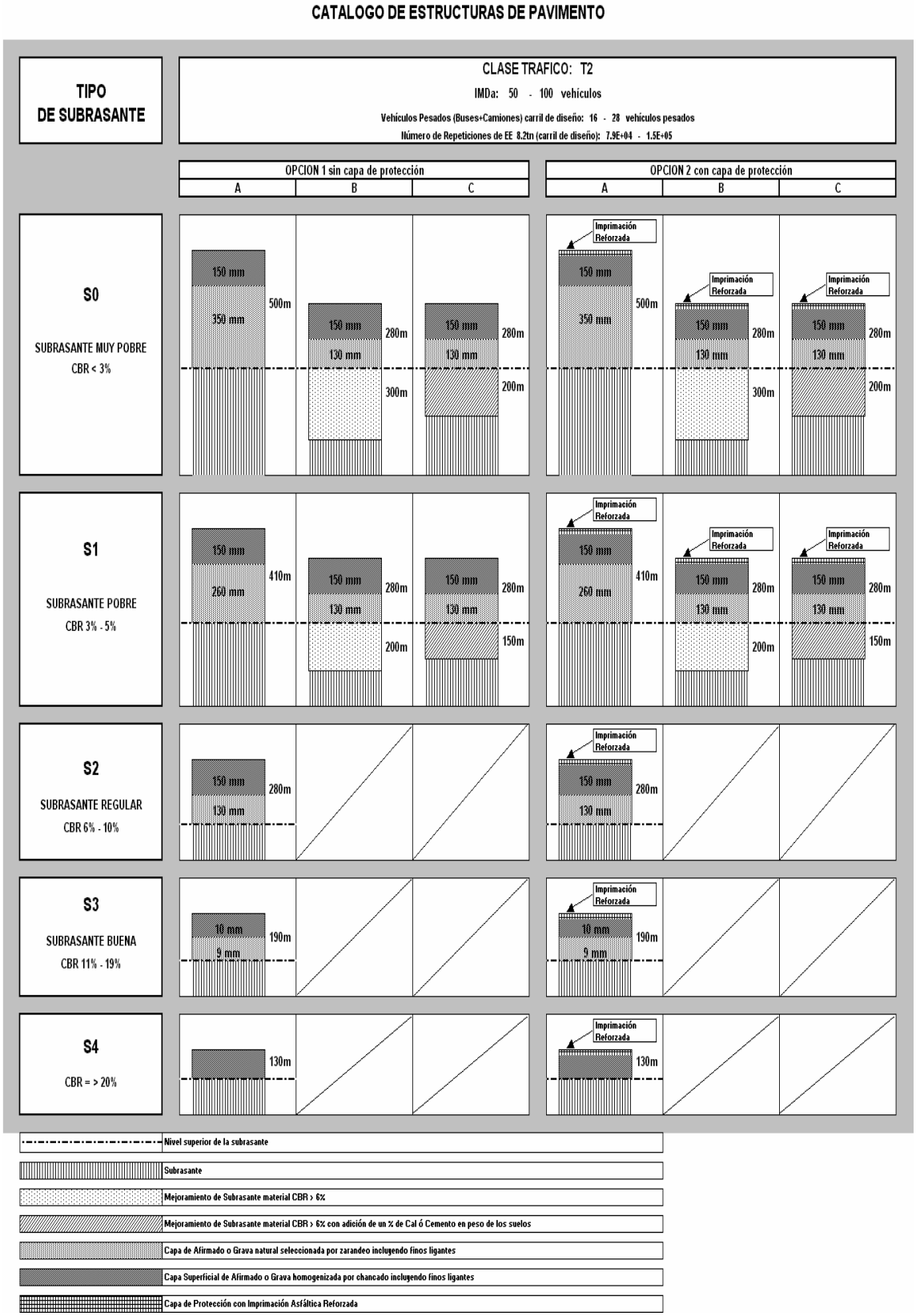


Figura 15. Catálogo de estructuras de pavimento. (Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.)

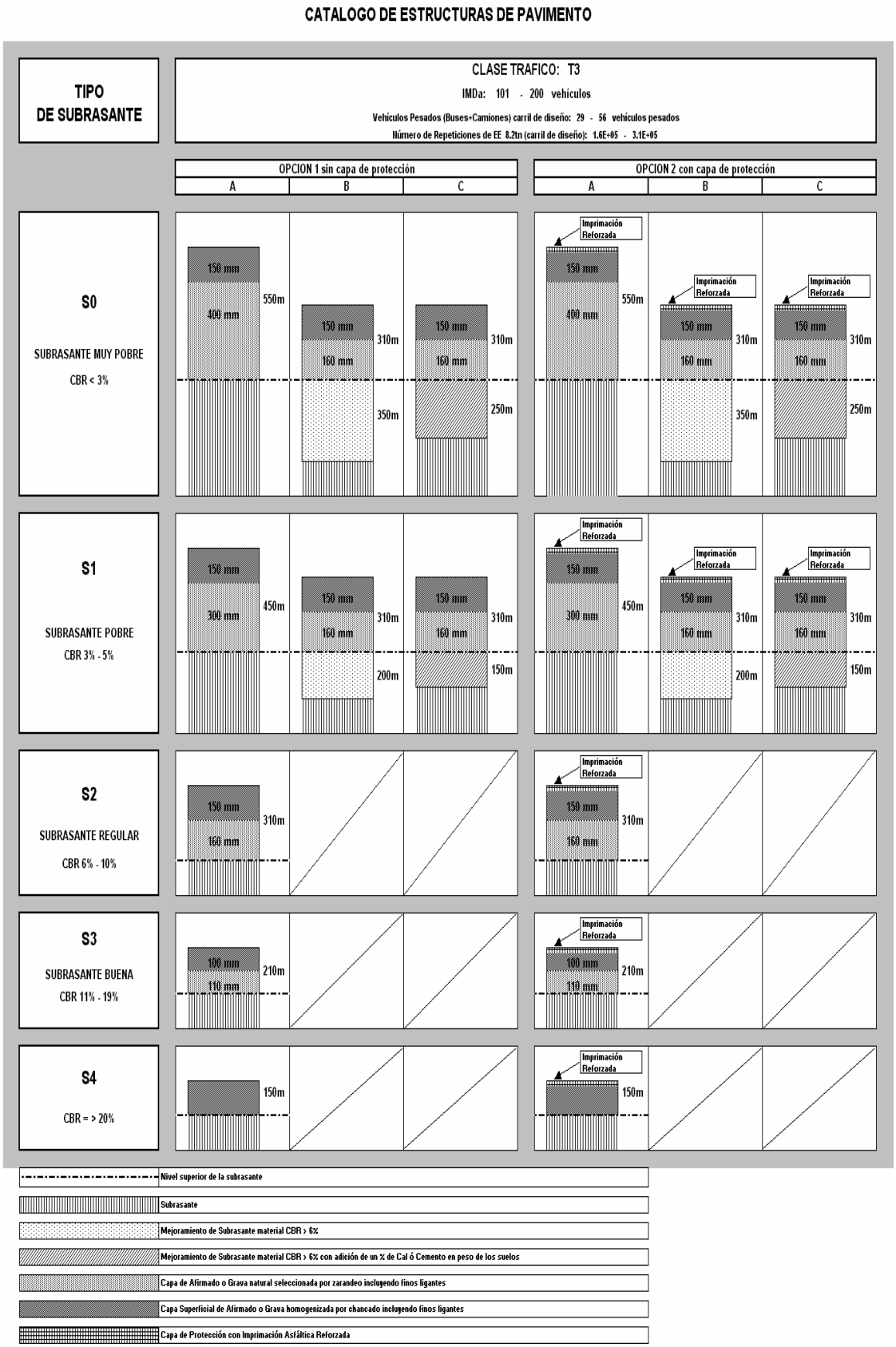


Figura 16. Catálogo de estructuras de pavimento. (Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.)

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 15

Especificaciones para la granulometría

Tamiz	Porcentaje que pasa	
	Capa inferior	Capa superior
1”	100	
¾”	80 – 100	100
½”	68 – 91	
N° 4	46 – 70	50 – 78
N° 8	34 – 54	37 – 67
N° 40	13 – 35	13 – 35
N° 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 3/4 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 16

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 (3/4”)	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.

2.7. 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 dé 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 traspasan 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.

2.8. 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 La Libertad de Huascayacu – Comunidad Nativa de San Rafael L= 6.014 Km.

CAPÍTULO III
MATERIALES 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 La Libertad de Huascayacu – Comunidad Nativa de San Rafael, distrito de Moyobamba.

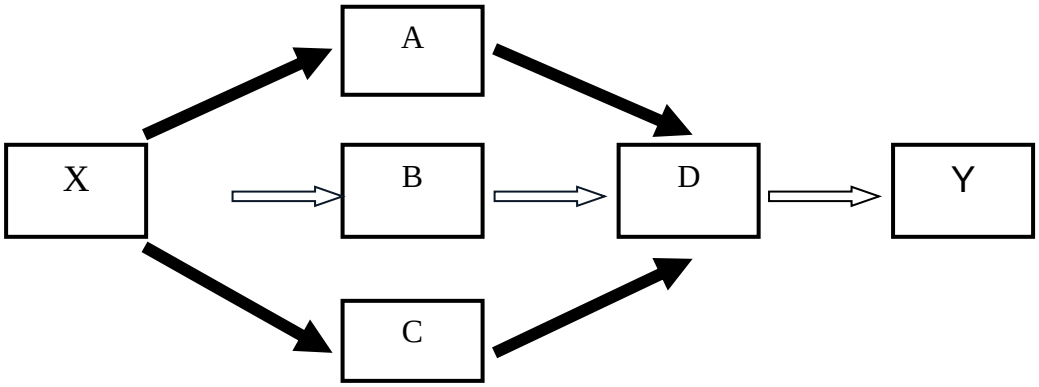
3.2.4. Ámbito Geográfico

El Proyecto se ejecutará en las localidades de La Libertad de Huascayacu – Comunidad Nativa de San Rafael, 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:



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 de los laboratorios de la empresa Marcelo Ingeniería de la Construcción.
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 cuadros 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

3.2.8.3.1. Procesamiento de Datos

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

3.2.8.3.2. 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 La Libertad de Huascayacu – Comunidad Nativa de San Rafael, 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 DISCUSIONES

4.1.Estudio topográfico

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

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 procede 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 20m en tramos en tangente, así como cada 10m en las curvas horizontales con radios inferiores a 100m, 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 17

Relación de BMs ubicados en campo

BM Nº	Progresiva	Cotas	Referencias
1	0+000	826.861	Lado Izquierdo de la Vía, en poste de luz
2	0+260	826.861	Lado Izquierdo de la Vía, en poste de luz
3	0+660	831.312	Lado Izquierdo de la Vía, en poste de madera
4	2+840	840.288	Lado Izquierdo de la Vía, en árbol
5	4+060	864.760	Lado Izquierdo de la Vía, en poste de casa
6	5+800	891.185	Lado Izquierdo de la Vía, en árbol
7	6+000	892.98	Lado Izquierdo de la Vía, en pavimento de escuela

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 6.014 Km sobre una pendiente longitudinal promedio de pendientes elevadas, con un inicio de carretera en el Caserío de La Libertad de Huascayacu, hasta la Comunidad Nativa de San Rafael.

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 procederá 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 deberá tratar 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 18

Radios mínimos empleados en el trazo

PI N°	KM	Radio (m)
02	00+276.78	30.00
03	00+301.48	30.00
04	00+331.82	5.00
05	00+341.92	20.00
09	00+500.99	15.00
18	00+744.83	8.00
21	00+784.57	10.00
25	00+889.69	15.00

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.

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 19

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 20

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 21

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. El modo y oportunidad de la aplicación de las pendientes determinarán la calidad y apariencia de la carretera.

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 22

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

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.a del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Tabla 23

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 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%.

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

Tabla 24

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 Pavimentados 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 correspondientes.

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.

Elaborar un Plan de Manejo Ambiental que contenga las medidas para evitar y/o mitigar los impactos negativos directos e indirectos, determinados en las fases de ejecución y operación del proyecto, así como la estimación de los costos de implantación.

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. El objetivo que se persigue con la presente evaluación de impactos ambientales, es identificar tanto los negativos como positivos, describirlos y valorar las acciones a implementar para mitigar los

negativos con una intervención de mitigación ambiental, que forma parte de la inversión propuesta con el proyecto.

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_2), hidrocarburos, monóxido de carbono, dióxido de carbono (CO_2) y óxidos de nitrógeno (NO_x), provenientes del funcionamiento de las maquinarias y vehículos diesel; 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 la localidad de Sector Limones y Los Ángeles, ejecutaran 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 residan 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 cumplimiento de esta medida de mitigación.

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 desmantelar el campamento.

Para evitar la posible contaminación de los cursos de agua, se deben considerar las siguientes medidas:
En las zonas de extracción de material de préstamo ubicados a la orilla del río Mayo se tendrá en cuenta todas la medidas necesarias para no generar turbidez ni contaminación del mismo, para lo cual se deberá generar una barrera entre el cauce del río y la zona de extracción.

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. Para este fin, se construirán áreas de lavado y mantenimiento de maquinarias, que contarán con suelos impermeables (concreto o asfalto), cunetas perimetrales, desarenadores y trampas de grasas, que impidan que cualquier tipo de residuo pueda afectar directamente, o por efectos de

escorrentías, a los cursos de agua; estas medidas deberán implementarlas el contratista de obra bajo el control de la supervisión de obra.

Las instalaciones sanitarias en los campamentos contarán con sistemas de tratamiento que incluyan trampas de grasas y pozos sépticos. Se prohibirá el vertimiento de aguas negras y/o arrojos de residuos sólidos a cualquier curso de agua, estas medidas deberán implementarlas el contratista de obra bajo el control de la supervisión de obra.

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 y pobladores para ubicar el material excedente en áreas que lo necesiten.

Tabla 25

Depósito de Material Excedente

DME	Ubicación	Lado	Volumen Requerido por el Proyecto m^3	Volumen Potencial m^3	Volumen a disponer m^3	Procedencia (cortes, obras de arte)
01	Km 0+440	Izquierdo, derecho	22,127.8	22,127.8	22,127.8	corte
02	Km 2+000					
03	Km 5+500					

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 26

Presupuesto de Mitigación Ambiental

Partidas de Mitigación Ambiental	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Parcial (S/.)
Riego permanente en obra	mes	5.00	734.34	3,671.70
Reacondicionamiento de área de campamento y patio de máquinas	m^2	249.00	2.46	612.54
Acondicionamiento de DME	m^2	25,600.00	0.96	24,576.00
Excavación de hoyos para plantación de árboles	m^3	44.14	31.09	1,372.31
Siembra de plantones inc. tapado de hoyos 30x30x40 inc. Suministro	und	1,226.00	10.28	12,604.31
Capacitación en mantenimiento vial preventivo	Chl	2.00	3,250.00	6,500.00
Charlas de Educación Ambiental	Chl	2.00	3,250.00	6,500.00
Implementos de seguridad	glb	1.00	13,625.00	13,625.00
Total				**69,461.86**

Fuente: Elaboración propia

Valorización del Plan de Manejo Ambiental (PMA)

El PMA, está comprendido en la partida de mitigación ambiental, del presente proyecto, para lo cual corresponde al contratista su ejecución respectiva.

Cronograma de Ejecución del Programa de Medidas Preventivas y Correctivas

La ejecución de este Programa, destinado la Mitigación de Impactos Ambientales Negativos identificados en el presente Análisis, se llevará a cabo en directa relación con las actividades de ejecución del mejoramiento de la vía; por ello, formará parte del cronograma de actividades de ejecución de obra.

Partidas contemplas en el Plan de Mitigación Ambiental

En el Costo Directo del Presupuesto se está considerando las siguientes partidas de mitigación ambiental que el ejecutor del proyecto deberá realizarlo según las especificaciones técnicas del presente proyecto:

Riego permanente en obra.

Reacondicionamiento de área de campamento y patio de máquinas.

Acondicionamiento de Depósitos de Material Excedente (DME).

Siembra de plantones con especies nativas.

Charlas de educación ambiental.

4.3. Estudio de suelos, canteras y fuentes de agua

4.3.1. Estudio de suelos

4.3.1.1. 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 La Libertad de Huascayacu - Comunidad Nativa San Rafael, Distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba - San Martín"

El estudio de mecánica de suelos ha sido realizado por el laboratorio de mecánica de suelos de la empresa Marcelo Ingeniería de la Construcción en todo el tramo, desde al centro poblado La Libertad de Huascayacu hasta la comunidad nativa San Rafael, con fines de determinar las características del material de la sub rasante natural y estudios especiales para los pontones.

4.3.1.2. Contenido del Informe

El presente informe contiene los trabajos realizados para la exploración del sub-suelo en el área de proyecto señalado en los acápites 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.

En todas las calicatas se alcanzó la profundidad de investigación de 1.50m y hasta los 3.00m para los pontones con el fin de clasificar, no solo ante la presencia del agua sino también ante el tipo de suelo y la consistencia del mismo, al terreno de fundación del proyecto.

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

4.3.1.3. Descripción General de la Zona del Proyecto.

El Camino Vecinal La Libertad de Huascayacu - Comunidad Nativa San Rafael, cuenta con una longitud de 6.014 km, la sección carrozable del camino existente es variable, de 3.00 a 4.00 m, la superficie de rodadura actual es terreno natural de regular a mal estado de conservación con presencia de baches y encalaminados en varios tramos.

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 cruces provisionales de madera (regular a mal estado de conservación) y pases de aguas a través de tubos, puestos por los mismos pobladores de la zona.

4.3.1.4. Trabajos de Campo

4.3.1.4.1. 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.

4.3.1.4.2. Exploraciones de Campo

Según el reconocimiento del terreno ejecutado (L=6.014km), se han excavado dieciocho (18) calicatas, manteniendo una distancia entre una y otra de aproximadamente 500m de longitud, cabe mencionar que estas calicatas desarrolladas trece (13) de ellas se desarrollaron a lo largo del tramo de progresivas del camino vecinal y cinco (05) se desarrollaron en las progresivas en la que se proyectaran los mencionados pontones.

4.3.1.4.3. 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.

4.3.1.4.4. 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 dieciocho (18) calicatas a cielo abierto, de 1.50m hasta 3.00m de profundidad para pontones, 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 27

Calicatas del tramo

Tramo	*Long. (Km)*	*N° Calicatas*	*Calicatas / Subtramo (Inicio - Fin)*	
Libertad de Huascayacu-Comunidad Nativa San Rafael	6.0140	13	C-01 (km 0+000)	C-13 (km 6+000)

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.

4.3.1.4.5. 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 28

Ensayos de laboratorio

Ensayos realizados	Norma aplicable
Descripción visual - manual	ASTM D2488
Análisis granulométrico	ASTM D422
Gravedad especifica de los solidos	ASTM D854
Peso específico de la masa	ASTM D1556
Contenido de humedad	ASTM D2216
Clasificación de suelos (AASHTO)	ASTM D2486
Clasificación de suelos (SUCS)	ASTM D2487
Próctor modificado	ASTM D1557
Capacidad soporte de suelo	ASTM D1883
Ensayo corte directo (UU)	ASTM D3080

Fuente: Elaboración Propia

Los ensayos señalados fueron realizados en concordancia con las normas ASTM, AASHTO y las Normas Técnicas Peruanas, 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.

4.3.1.4.6. 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:

4.3.1.5. 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. 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, generándose baches, encalaminados y ahuellamientos debido al paso de los vehículos.

4.3.1.5.1. 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. Ya que el tipo de suelo está considerado como suelos arcillosos limosos de consistencias suaves y rígidas.

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. El perfil del suelo del camino vecinal, está integrado en términos generales, por suelos finos arcillosos y limosos con combinación de éstas, con plasticidades, altas medias y consistencias blandas a muy blandas en determinados tramos y consistencias medias y rígidas en otras. Seguidamente, describimos cada tipo de suelo hallado en el lugar:

4.3.1.5.2. Perfil del Suelo Camino Vecinal:

Tabla 29

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	0.00 - 1.50	0+000	35.00	17.67	17.33	CL	A-6 (12)
C-02	0.00 -1.50	0+500	30.00	16.40	14.10	CL	A-6 (10)
C-03	0.00 -1.50	1+000	37.30	18.96	18.34	CL	A-6 (7)
C-04	0.00 -1.50	1+500	36.30	19.84	16.46	CL	A-5 (9)
C-05	0.00 -1.50	2+000	20.30	14.97	5.33	CL	A-4 (0)
C-06	0.00 -1.50	2+500	25.40	15.33	10.17	CL	A-4 (3)
C-07	0.00 -1.50	3+000	48.60	20.85	27.75	CL	A-7-6 (13)
C-08	0.00 -1.50	3+500	37.70	19.03	18.67	CL	A-6 (7)
C-09	0.00 -1.50	4+000	40.60	20.72	19.88	CL	A-7-6 (9)
C-10	0.00 -1.50	4+500	40.00	10.97	29.03	CL	A-6 (12)
C-11	0.00 -1.50	5+000	56.75	27.55	29.20	CH	A-7-6 (19)
C-12	0.00 -1.50	5+500	40.30	19.67	20.63	CL	A-7-6 (12)
C-13	0.00 -1.50	6+000	37.40	19.76	17.64	CL	A-6 (11)

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) y algo de arcilla inorgánica de alta plasticidad (CH).

De acuerdo al IP podemos mencionar que en las calicatas N° 07, 10, 11 y 12 presenta suelos muy arcillosos (IP>20), asimismo en las calicatas N° 01, 02, 03, 04, 06, 08, 09 y 13 presenta suelos arcillosos (20>IP>10), y la calicata 05 presenta suelo poco arcilloso.

4.3.1.5.3. Perfil del Suelo de Pontones:

Calicata N° 01 - Prog. 00+328:

Calicata : C – 01 / M – 01. Pontón – Prog. 00+328
Profundidad (m) : 0.00 – 3.00
Límite Líquido (%) : 36.90
Límite Plástico (%) : 19.29
Índice Plástico (%) : 17.61
Clasificación SUCS : CL
Clasificación AASHTO : A-6 (11)
Angulo de fricción (Ø) : 22.22
Cohesión (C) : 0.26

Calicata N° 02 - Prog. 03+340:

Calicata : C – 02 / M – 01. Pontón – Prog. 03+340
Profundidad (m) : 0.00 – 3.00
Límite Líquido (%) : 38.40
Límite Plástico (%) : 20.19
Índice Plástico (%) : 18.21
Clasificación SUCS : CL
Clasificación AASHTO : A-6 (11)
Angulo de fricción (Ø) : 30.20
Cohesión (C) : 0.24

Calicata N° 03 - Prog. 05+000:

Calicata : C – 03 / M – 01. Pontón – Prog. 05+000
Profundidad (m) : 0.00 – 3.00

Límite Líquido (%) **:** 36.20
Límite Plástico (%) **:** 21.60
Índice Plástico (%) **:** 14.58
Clasificación SUCS **:** CL
Clasificación AASHTO **:** A-6 (10)
Angulo de fricción (Ø) **:** 31.58
Cohesión (C) **:** 0.14

4.3.2. Estudio de canteras y fuentes de agua

4.3.2.1. Introducción

Los trabajos de mecánica de suelos realizados en canteras se desarrollaron con la finalidad de investigar las características de los materiales que permitan establecer qué canteras serán utilizadas en las capas estructurales del pavimento (Afirmado). Seleccionando únicamente aquellas que demuestren que la cantidad y calidad del material existente sean los adecuados y suficientes para la construcción de la vía.

El presente informe se realizó con el propósito de determinar con exactitud la ubicación, potencia y calidad de los materiales de canteras, así como también de las fuentes de agua que serán utilizadas tanto para las explanaciones como para obras de concreto.

La información obtenida será utilizada como complemento al estudio de mecánica de suelos, ya que en él se presenta los resultados de los análisis de calidad de los materiales de las canteras a verificar.

4.3.2.2. Metodología del estudio de canteras

El estudio de canteras comprende la ubicación, investigación y comprobación física, mecánica y química de los materiales agregados inertes para las capas de Afirmado. Asimismo se efectuará la investigación de fuentes de agua para la conformación, mezcla y compactación de las capas de afirmado. Se seleccionará únicamente aquellas canteras que demuestren que la calidad y cantidad de material existente son adecuadas y suficientes para la construcción total de la vía. Adicionalmente se verificará que la explotación de las canteras seleccionadas cumplan con las exigencias de la conservación ambiental.

4.3.2.3. Investigación de campo

4.3.2.3.1. Exploración

Previo a la etapa de exploración se investigó aquellas canteras utilizadas en proyectos anteriores de la zona. Incluido aquellos utilizados para el mantenimiento de las vías existentes.

Con dicha información se realizó el reconocimiento de campo, en toda el área de influencia del proyecto, fijándose las áreas donde existan depósito de materiales inertes cuyas características son aparentemente adecuadas para ser utilizadas como material de agregados para la construcción de la carretera.

4.3.2.3.2. Inspección de Cantera para Afirmado

Una vez ubicados los depósitos de material, se procedió a su inspección mediante El georeferenciamiento de área disponible a ser explotado, y excavación a una profundidad mínima igual a la profundidad máxima de explotación (3.00 m), para determinar la potencia de la cantera.

Las muestras representativas fueron seleccionadas y analizadas en un laboratorio de mecánica de suelos particular, resultados que se encuentran registrados en el respectivo estudio de mecánica de suelos.

Con la finalidad de determinar el área por explotarse, se realizaron mediciones de la superficie seleccionada mediante levantamientos topográficos utilizando para esto GPS y Wincha, y con la Ayuda del Propietario de la cantera (Sr. José Ronald Díaz Fernández). La ubicación de la cantera se presenta en el siguiente cuadro:

Tabla 30

Ubicación De La Cantera "Alto Sol"

Cantera	Acceso	Estado acceso	Progresiva	Lado	Usos	Comentario
Alto Sol El Oro	8.50km	Regular	0+000	Derecho	Afirmado	Material Combinado

Nota: La cantera de material para afirmado se encuentra en el en el mismo caserío de Alto Sol a una distancia aprox. De 9.65 km del punto de inicio del tramo en estudio (km 00+000).

Fuente: Elaboración Propia

Siendo Sus Coordenadas UTM las que se indican a continuación:

Tabla 31

Coordenadas UTM cantera Alto Sol

Vértice	Norte	Este
A	9349690.52	271564.22
B	9349695.00	271634.90
C	9349701.28	271674.65
D	9349636.33	271682.85
E	9349632.28	271568.34

Nota: El Área registrada corresponde al que el propietario destinó para su explotación.

Fuente: Elaboración Propia

Figura 17. Vista Satelital y Ubicación de la Cantera Alto Sol (Fuente: Elaboración Propia, Google Earth).

4.3.2.3.3. Calculo de La potencia de Cantera:

Para el Cálculo de la Cantera se procedió a medir el área destinada para la explotación teniendo en consideración una altura de corte de 3 metros, tal como se demuestra a continuación:

$$\boldsymbol{Potencia\ de\ Cantera\ = Area\ Util\ \times Altura\ de\ Corte}$$

Dónde:	Área útil	=	6840 m^2
	Altura de Corte	=	3.50 mt
Por lo tanto:	**Potencia de Cantera**	**=**	**23,940 m^3**

4.3.2.3.4. Inspección de Cantera de Material Para Relleno

Se ubicó los depósitos de material que será utilizado para la conformación de terraplenes, procediendo luego a su inspección mediante el georeferenciamiento de área disponible a ser explotado, y excavación a una profundidad mínima igual a la profundidad máxima de explotación (10.00 m), para determinar la potencia de la cantera. Las muestras representativas fueron seleccionadas y analizadas en un laboratorio de mecánica de suelos particular, resultados que se encuentran registrados en el respectivo estudio de mecánica de suelos. Con la finalidad de determinar el área por explotarse, se realizaron mediciones de la superficie seleccionada mediante levantamientos topográficos utilizando para esto GPS y Wincha, con la Ayuda del Propietario de la cantera (Sr. Lorenzo Berrios Gonzáles). La ubicación de la cantera se presenta en el siguiente cuadro:

Tabla 32

Ubicación De La Cantera "Libertad de Huascayacu"

Cantera	Acceso	Estado acceso	Progresiva	Lado	Usos	Comentario
Libertad de Huascayacu	200 metros	Bueno	0+000	Izquierdo	Material de Relleno	Material de Préstamo

Nota: La cantera de material para terraplenes se encuentra en el en el mismo Libertad de Huascayacu a una distancia aprox. De 200 metros del punto de inicio del tramo en estudio (km 00+000).

Fuente: Elaboración Propia

Siendo Sus Coordenadas UTM las que se indican a continuación:

Tabla 33

Coordenadas UTM cantera Libertad de Huascayacu

Vértice	Norte	Este
A	9349592.00	267337.00
B	9349489.00	267384.00
C	9349462.00	267298.00
D	9349470.00	267259.00
E	9349482.00	267241.00
F	9349543.00	267215.00

Nota: El Área registrada corresponde al que el propietario destinó para su explotación.

Fuente: Elaboración Propia

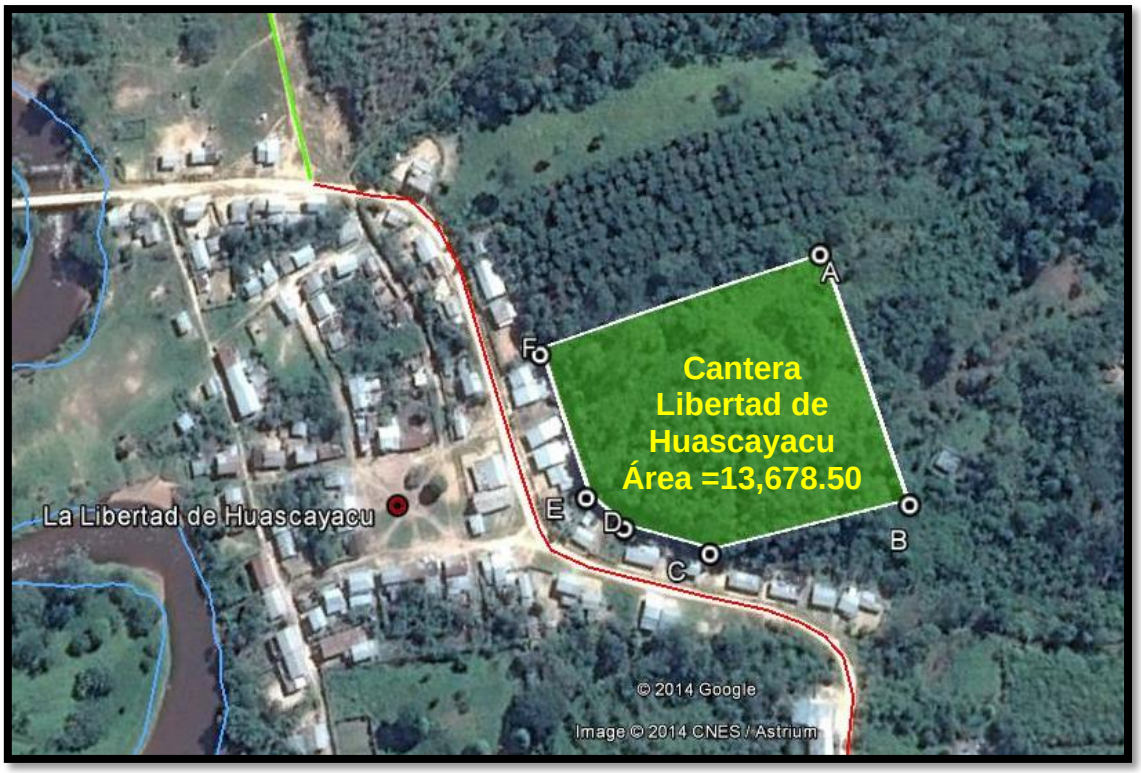


Figura 18. Vista Satelital y Ubicación de la Cantera Libertad de Huascayacu (Fuente: Elaboración Propia, Google Earth.)

4.3.2.3.5. Calculo de La potencia de Cantera:

Para el Cálculo de la Cantera se procedió a medir el área destinada para la explotación teniendo en consideración una altura de corte de 10 metros, tal como se demuestra a continuación:

$$\boldsymbol{Potencia\ de\ Cantera\ = Area\ Util\ \times Altura\ de\ Corte}$$

Dónde:	Área útil	=	13,678.50 m^2
	Altura de Corte	=	10 mt
Por lo tanto:	**Potencia de Cantera**	**=**	**136,785.00 m^3**

4.3.2.3.6. Inspección de Fuentes de Agua

En lo que respecta a fuentes de agua, se procedió a la ubicación de las fuentes existentes, determinando su flujo constante de agua y permanente. La ubicación de la fuente de agua se presenta en el siguiente cuadro:

Tabla 34

Fuentes de Agua

Nº	Fuente de agua	Acceso Ml.	Progresiva	Ubicación	Propietario
1	Rio Huascayacu	100.00	0+000	Izquierda	Disponible
2	Rio Huascayacu	700.00	5+700	Derecha	Disponible

Nota: Los Puntos de Agua Considerados están ubicados a 100 metros del inicio del tramo y a 700 metros de la progresiva 5+700. Estos Puntos de Agua serán utilizados para el riego y compactación de las explanaciones. Se tiene en Consideración que para las obras de concreto se utilizará el agua del sistema de agua domiciliaria del Caserío de La Libertad de Huascayacu, que está habilitado para consumo humano.

Fuente: Elaboración Propia

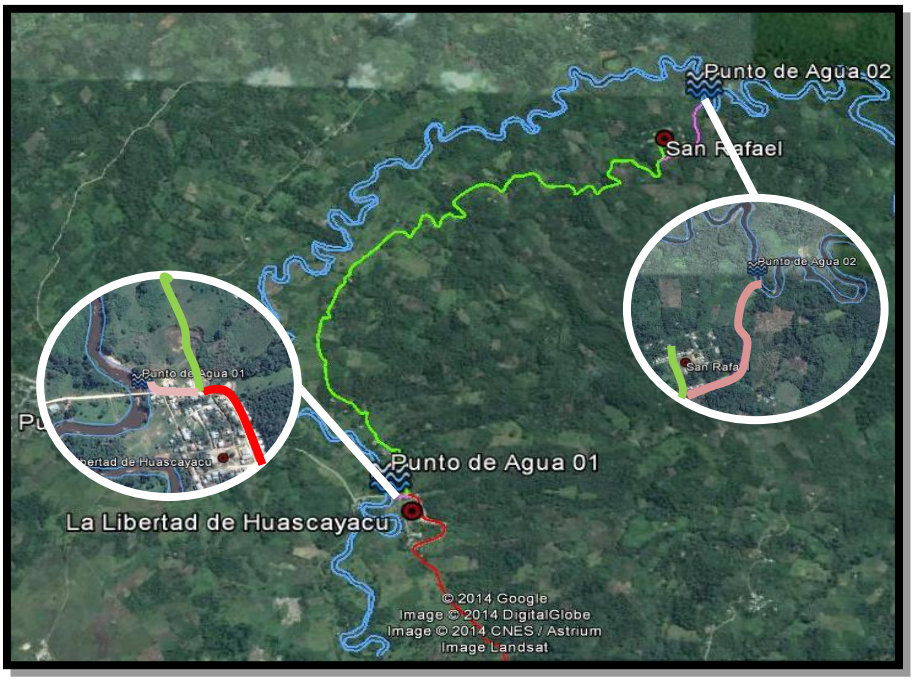


Figura 19. Vista Satelital y Ubicación de las Fuentes de Agua (Fuente: Elaboración Propia, Google Earth.)

4.3.2.3.7. Descripción de canteras

Para la Ejecución del proyecto se han seleccionado aquellas canteras cuya potencia y calidad del material existente son adecuadas y suficientes para la realización de la obra total de la vía.

4.3.2.3.7.1.Cantera alto sol: material para afirmado

a. Ubicación: se ubica a una distancia de 8.50km desde el km 00+000(Inicio del Tramo en Estudio), específicamente en el lado derecho de la vía Alto Sol - Miraflores Alto.

b. **Accesibilidad:** se hace a través del km 00+000, avanzando 8.50km por una carretera afirmada en regular estado conservación, la cantera se presenta a un costado de la vía, a unos 10 m de acceso.

c. **Potencia**: Presenta una potencia estimada de 23,940 m^3.

d. **Usos**: Material propuesto para su empleo como material para la capa de afirmado.

e. **Rendimiento**: Presenta un rendimiento estimado de 85% para Afirmado.

f. **Evaluación**: Los resultados de los ensayos de laboratorio de las muestras indican que el material corresponde a Clasificación SUCS GC y una Clasificación AASHTO A-2-4(0),además el material posee un IP superior al 10.00%, cumpliendo con las especificaciones para un buen material afirmado.

g. **Procesamiento**: La extracción y explotación se realizara con equipo convencional; cargador frontal, tractor, zaranda y volquetes.

h. **Explotación**: El periodo de explotación es todo el año.

i. **Propiedad**: Privado.

4.3.2.3.7.2.Cantera libertad de Huascayacu: material de relleno

a. **Ubicación:** se ubica a una distancia de 200 m desde el km 00+000 (Inicio del Tramo en Estudio), específicamente en el lado izquierdo de la vía departamental SM-113.

b. **Accesibilidad**: Se Realiza a través de la ruta departamental SM-113, hasta llegar al caserío de la Libertad de Huascayacu, a 200 metros del inicio del tramo del proyecto, para acceder luego a la propiedad del Sr. Lorenzo Berrios Gonzales, el cual se encuentra detrás de algunos solares del caserío.

c. **Potencia:** Presenta una potencia estimada de 136,785.00 m^3.

d. **Usos**: Material propuesto para su empleo como material para relleno común o conformación de terraplenes.

e. **Rendimiento**: Presenta un rendimiento estimado de 85% para relleno.

f. **Evaluación**: Los resultados de los ensayos de laboratorio de las muestras indican que el material corresponde a Clasificación SUCS CL y una Clasificación AASHTO A-4(5),además el material posee un IP superior al 18.00%.

g. **Procesamiento**: La extracción y explotación se realizará con cuidado y con equipo convencional; cargador frontal, tractor y volquetes.

h. **Explotación**: El periodo de explotación es todo el año.

i. **Propiedad**: Privado.

El detalle del Estudio de Suelos se encuentra en el **Anexo 2.**

4.4. Estudio de tráfico

4.4.1. Objetivo

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.

4.4.2. 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 35

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 Transito

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 36

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 37

Proyección del Tráfico Generado (Vehículo/Día)

Tipo de Vehículo		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
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	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
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
TOTAL		**0**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**

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 38

Demanda proyectada

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	**33**	**33**	**33**	**35**	**36**	**37**	**39**	**39**	**39**	**41**	**42**
Automóvil	11	11	11	12	12	12	13	13	13	14	14
Camioneta	11	11	11	12	12	12	13	13	13	14	14
C.R.	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8
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
Tráfico Generado	**0**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**
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	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
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
IMD TOTAL	**33**	**39**	**39**	**41**	**42**	**43**	**45**	**45**	**45**	**47**	**48**

* Se estima el tráfico generado en un proyecto de mejoramiento = 15 % del tráfico normal
Fuente: Elaboración Propia

4.4.3. 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 39

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) N° Repeticiones EE 8.2 tn	N° Repeticiones EE 8.2 tn	10 años (carril de diseño) N° Repeticiones EE 8.2 tn	N° 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 $EE_{8.2\ Tn}$** = 7.68×10^4

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 40

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
N° Rep. EE (carril de diseño)	$< 2.5x10^4$	$2.6x10^4$ - $7.8x10^4$	$7.9x10^4$ - $1.5x10^5$	$1.6x10^5$ - $3.1x10^5$

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

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

4.5. Estudio de hidrología y drenaje

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. 0+276 - Km. 0+328; Km. 0+567 - Km. 0+790; Km. 1+220 - Km. 2+429. Km. 2+825 - Km. 3+340. Km. 3+967 - Km. 5+000. Km. 5+875 son proclives a inundaciones por la presencia de pequeñas quebradas, corrientes de agua y estanques que hacen que el suelo permanezca constantemente saturado, estos fenómenos se producen mayormente en épocas de lluvias.

Ubicación:

Localidades	:	Caserío La Libertad de Huascayacu, Comunidad Nativa San Rafael, Pueblo Libre, Manantial, Los Olivos de Huascayacu y CC.NN. Shimpiyacu.
Distrito	:	Moyobamba.
Provincia	:	Moyobamba.
Región	:	San Martín.

El proyecto “Estudio Definitivo del Mejoramiento del Camino Vecinal La Libertad de Huascayacu - Comunidad Nativa San Rafael”, se encuentra ubicado en el Departamento de San Martín, Provincia de Moyobamba, Distrito de Moyobamba.

La ubicación geográfica del distrito de Moyobamba está dada por las coordenadas 06º 02’00” de Latitud Sur y 76º58’19” 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.

Ubicación de Fuentes de Agua.

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

Rio Huascayacu:

Por las características de ubicación del punto de agua, el acceso se realizará tanto por el punto inicial (Km 0+000), a través del Caserío de La Libertad de Huascayacu (carretera SM-569); como por el punto final (Km 6+0800), a través del Camino Vecinal hasta la comunidad Nativa de San Rafael**.**

Acceso:

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

0.775 km al punto final del tramo (Km. 6+014)

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 si es posible o por la distancia más cercana del Caserío la Libertad de Huascayacu y la CC.NN. San Rafael.

4.5.1. Hidrología

Estimación de Caudales de Escorrentía

Las dimensiones de los elementos del drenaje superficial serán establecidos mediante métodos teóricos conocidos de acuerdo a las características del clima de la zona donde está ubicada la carretera y tomando en cuenta la información pluviométrica disponible.

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 fórmula 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 se 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.

Ordinariamente, solo se cuenta con información de lluvias máximas en 24 horas por lo que el valor de la intensidad de la precipitación pluvial máxima generalmente se estima a partir de la precipitación máxima en 24 horas, multiplicada por un coeficiente de duración; en el

siguiente cuadro se muestran coeficientes de duración entre una hora y 48 horas, lo mismo que podrán usarse, con criterio y cautela para el cálculo de la intensidad cuando no se disponga de mejor información.

Tabla 41

Coeficientes de duración lluvias entre 48 horas y 1 hora

Duración de la Precipitación en horas	Coeficiente
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 42

Valores para la determinacion del coeficiente de escorrentia

Condición	Valores			
1. Relieve de Terreno	K_1= 40 Muy accidentado pendiente superior al 30%	K_1= 30 Accidentado pendiente entre 10% y 30%	K_1= 20 Ondulado pendiente entre 5% y 10%	K_1= 10 Llano 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 43

Coeficiente de escorrentia

$K= K_1+K_2+K_3+K_4$*	C
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 el siguiente cuadro.

Tabla 44

Coeficiente de escorrentia según superficie

Tipo de Superficie	Coeficiente de Escorrentía
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	
✓ Terrenos granulares	0.10 - 0.50
✓ Terrenos arcillosos	0.30 - 0.75
Tierra sin vegetación	0.20 - 0.80
Zonas cultivadas	0.20 - 0.40

Fuente: 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 fòrmula de Manning.

$$V = R^{2/3} S^{1/2} / n \qquad Q = V*A \qquad R = A/P$$

Siendo:

Q = Caudal en m^3/s

V = Velocidad media en m/s

A = Área de la sección transversal ocupada por el agua en m^2

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 45

Valores del coeficiente de Manning

Tipo De Canal	Mínimo	Normal	Máximo
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 el Cuadro 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 46

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

Periodo de Retorno	Años de Vida Útil				
(años)	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 47

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

Tipo De Obra	Período De Retorno En Años
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.

4.5.2. 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 desfogan sus aguas en las alcantarillas de alivio y estas a su vez a los cursos de agua permanentes, constituyen el Sistema de Drenaje Superficial que se planteará para el mejoramiento de la carretera.

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

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 el Cuadro siguiente

Tabla 48

Dimensiones mínimas de cunetas

Región	Profundidad (M)	Ancho (M)
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 0.50x1.00m con talud 1:1.5 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 La Libertad de Huascayacu – Comunidad Nativa San Rafael 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 24’’ (0.60m) en el caso de tubos; es por ello que se contará con alcantarillas de 36”, 42”, 48’’ y 60” de (HDPE).

Tabla 49

Descripcion de obras de arte e infraestructura existentes

N°	Ubicación (Progresiva)	Descripción	Causas del Problema	Alternativa de Solución
01	Km. 0+328.00	Cruce provisional de Madera de L=7.00m, en regular estado de conservación.	Cruce provisional de madera con deficiente capacidad hidráulica y peligro de colapso ante máximas avenidas.	Demoler y construcción de pontón de concreto armado. L= 10.00m, A=6.00m
02	Km. 0+790.00	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", L=11.00m
03	Km. 2+010.00	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 2 OJOS HDPE Ø=60", L=10.00m
04	Km. 3+340.00	Cruce provisional 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 construcción de pontón de concreto armado. L= 8.00m, A=6.00m
05	Km. 5+000.00	Cruce provisional de L=7.00m, en regular estado de conservación.	Cruce provisional de madera con deficiente capacidad hidráulica y peligro de colapso ante máximas avenidas.	Demoler y construcción de pontón de concreto armado. L= 10.00m, A=6.00m

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 24” (0.60m) en el caso de tubos.

Para el presente Proyecto, se plantean ejecutar:

07 alcantarillas circulares de tubería corrugada HDPE de Polietileno de Alta Densidad Ø=24”.

12 alcantarillas circulares de tubería corrugada HDPE de Polietileno de Alta Densidad Ø=36”.

11 alcantarillas circulares de tubería corrugada HDPE de Polietileno de Alta Densidad Ø=42”.

02 alcantarillas circulares de tubería corrugada HDPE de Polietileno de Alta Densidad Ø=48”.

02 alcantarillas circulares de tubería corrugada HDPE de Polietileno de Alta Densidad Ø=60”.

02 alcantarillas circulares de tubería corrugada HDPE de Polietileno de Alta Densidad 2 Ojos Ø=60”.

Todas con muros cabezales y alas de encauzamiento de concreto armado 175 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 50

Descripcion de obras de arte e infraestructura proyectadas.

N°	***Ubicación (Progresiva)***	***Tipo***	***Longitud (m)***	***Causas del Problema***	***Punto Topográfico***
01	*Km. 0+120.00*	*Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 42”*	*7.50*	*Inexistente estructura de alivio.*	*Curva Vertical Cóncava*
02	*Km. 0+280.00*	*Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 24”*	*7.50*	*Inexistente estructura de alivio.*	*Curva Vertical Cóncava*
03	*Km. 0+328.00*	*Pontón de Concreto Armado. A=6.00m*	*10.00*	*Inexistente estructura de paso.*	*Curva Vertical Cóncava*
04	*Km. 0+444.00*	*Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 42”*	*7.50*	*Inexistente estructura de alivio.*	*Curva Vertical Cóncava*
05	*Km. 0+560.00*	*Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 42”*	*8.00*	*Inexistente estructura de alivio.*	*Curva Vertical Cóncava*
06	*Km. 0+602.00*	*Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 36”*	*7.50*	*Inexistente estructura de alivio.*	*Curva Vertical Cóncava*
07	*Km. 0+662.00*	*Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 24”*	*7.50*	*Inexistente estructura de alivio.*	*Curva Vertical Cóncava*
08	*Km. 0+790.00*	*Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 60”*	*11.00*	*Inexistente estructura de paso.*	*Curva Vertical Cóncava*
09	*Km. 0+860.00*	*Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 36”*	*10.00*	*Inexistente estructura de alivio.*	*Curva Vertical Cóncava*
10	*Km. 1+200.00*	*Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 36”*	*7.50*	*Inexistente estructura de alivio.*	*Curva Vertical Cóncava*
11	*Km. 1+300.00*	*Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 42”*	*12.00*	*Inexistente estructura de alivio.*	*Curva Vertical Cóncava*
12	*Km. 1+360.00*	*Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 24”*	*7.50*	*Inexistente estructura de alivio.*	*Curva Vertical Cóncava*
13	*Km. 1+472.00*	*Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 42”*	*8.00*	*Inexistente estructura de paso.*	*Curva Vertical Cóncava*
14	*Km. 1+520.00*	*Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 24”*	*7.50*	*Inexistente estructura de alivio.*	*Curva Vertical Cóncava*
15	*Km. 1+580.00*	*Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 24”*	*7.50*	*Inexistente estructura de paso.*	*Curva Vertical Cóncava*
16	*Km. 1+710.00*	*Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 42”*	*11.00*	*Inexistente estructura de paso.*	*Curva Vertical Cóncava*
17	*Km. 2+040.00*	*Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 2 Ojos 60”*	*10.00*	*Inexistente estructura de paso.*	*Curva Vertical Cóncava*
18	*Km. 2+080.00*	*Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 42”*	*8.50*	*Inexistente estructura de alivio.*	*Curva Vertical Cóncava*

N°	Ubicación (Progresiva)	Tipo	Longitud (m)	Causas del Problema	Punto Topográfico
19	Km. 2+360.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 24"	7.50	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cóncava
20	Km. 2+393.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 36"	7.50	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cóncava
21	Km. 2+425.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 24"	7.50	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cóncava
22	Km. 2+680.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 60"	9.00	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cóncava
23	Km. 2+780.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 36"	8.50	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cóncava
24	Km. 3+095.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 2 Ojos 60"	8.00	Inexistente estructura de paso.	Curva Vertical Cóncava
25	Km. 3+340.00	Pontón de Concreto Armado. A=6.00m	8.00	Inexistente estructura de paso.	Curva Vertical Cóncava
26	Km. 3+420.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 36"	7.50	Inexistente estructura de paso.	Curva Vertical Cóncava
27	Km. 3+813.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 36"	8.00	Inexistente estructura de alivio	Curva Vertical Cóncava
28	Km. 3+920.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 36"	11.00	Inexistente estructura de paso.	Curva Vertical Cóncava
29	Km. 4+140.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 42"	7.50	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cóncava
30	Km. 4+270.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 36"	8.00	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cóncava
31	Km. 4+473.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 42"	9.00	Inexistente estructura de alivio	Curva Vertical Cóncava
32	Km. 4+600	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 48"	9.00	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cóncava
33	Km. 4+810.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 42"	11.50	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cóncava
34	Km. 5+000.00	Pontón de Concreto Armado. A=6.00m	10.00	Inexistente estructura de paso.	Curva Vertical Cóncava
35	Km. 5+180.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 36"	8.50	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cóncava
36	Km. 5+300.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 24"	7.50	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cóncava
37	Km. 5+430.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 36"	8.00	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cóncava
38	Km. 5+580.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 42"	11.00	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cóncava
39	Km. 5+625.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 36"	8.00	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cóncava
40	Km. 5+810.00	Alcantarilla Tubería de Polietileno de Alta Densidad 48"	8.50	Inexistente estructura de alivio.	Curva Vertical Cóncava

Fuente: Elaboración Propia

El detalle del Estudio de Hidrología y Drenaje se encuentra en el **Anexo 1.**

4.6. Diseño de pavimento a nivel de afirmado

4.6.1. Diseño de pavimento con mejoramiento de subrasante con geomallas y con estabilizador de suelo

4.6.1.1. Objetivo

El presente estudio tiene como objetivo principal definir la estructura de pavimento de acuerdo las condiciones de subsuelo y tráfico para el proyecto: "Estudio Definitivo del Mejoramiento del Camino Vecinal La Libertad de Huascayacu - CC.NN San Rafael. Moyobamba, San Martín".

4.6.1.2. Generalidades

Mecanismos de refuerzo de las geomallas

Se han identificado tres mecanismos de refuerzo de las geomallas en el refuerzo: confinamiento lateral de las partículas, mejoramiento de la capacidad portante del terreno natural y el efecto membrana tensionada (ETL 1110-1-189).

Confinamiento Lateral:

Este mecanismo se logra a través de la trabazón de las partículas granulares con el refuerzo. Las geomallas aumentan el módulo de la capa reforzada al confinar las partículas e impedir su movimiento natural ante la aplicación de las cargas vehiculares. La trabazón mecánica aumenta la rigidez de la base reduciendo las deformaciones verticales en la interfase inferior y los ahuellamientos en la superficie de rodadura.

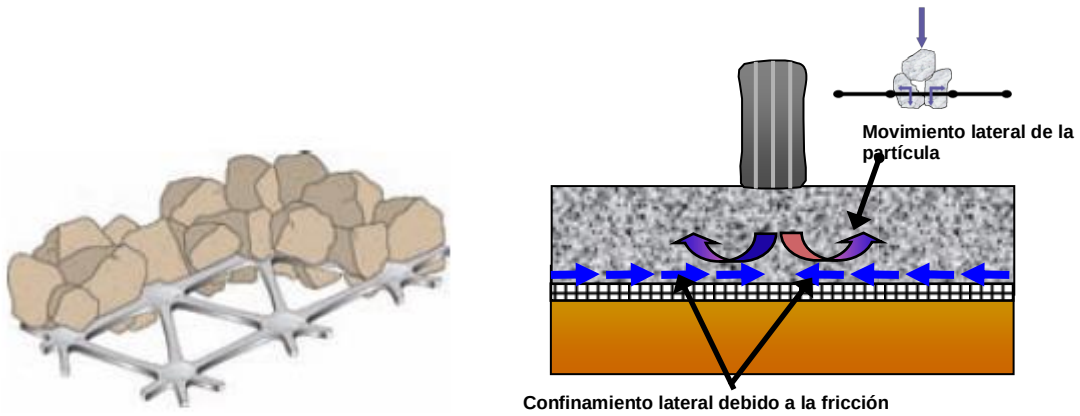


Figura 20. Confinamiento lateral e incremento del módulo (Fuente: Use of Geogrids in Pavement Construction. USACOE ETL 1110-1-189)

Mejoramiento de la capacidad portante del terreno natural:

La rigidez de la geomalla permite distribuir las cargas aplicadas en una mayor área disminuyendo los esfuerzos cortantes y verticales en el terreno natural blando. Básicamente se traslada el plano de falla de la estructura del pavimento de un material no competente (blando) a materiales de mejor comportamiento estructural como la base/subbase. Este mecanismo de refuerzo se conoce como efecto del raqueta de nieve, debido a la forma muy parecida a como una raqueta de nieve distribuye el peso de una persona uniformemente sobre un área grande de nieve. El "efecto de raqueta de nieve" generado por las geomallas reduce el esfuerzo aplicado sobre la subrasante (Figura 22).

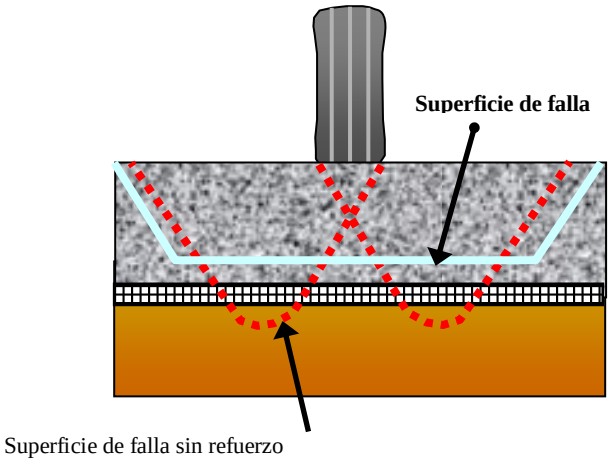


Figura 21. Mejoramiento Capacidad Portante (Fuente: Use of Geogrids in Pavement Construction. USACOE ETL 1110-1-189)

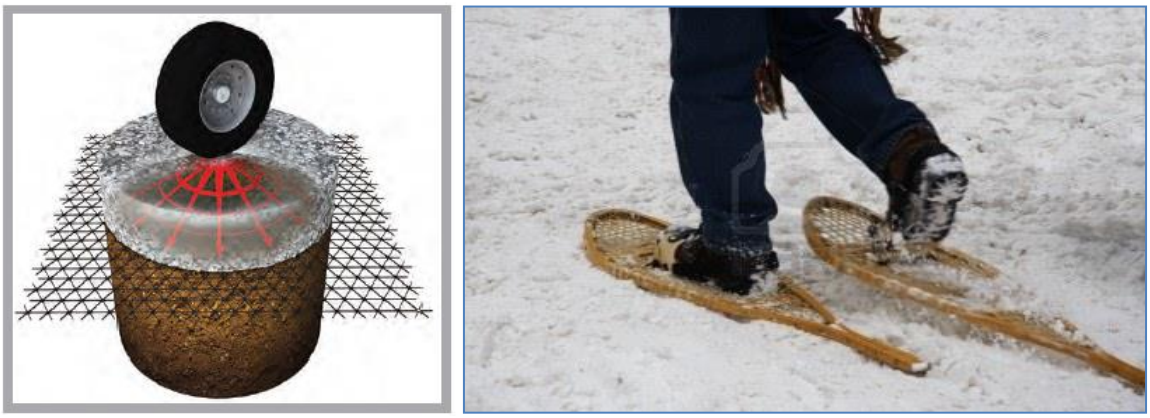


Figura 22. Distribución de cargas similar a un zapato de nieve.(Fuente: Use of Geogrids in Pavement Construction. USACOE ETL 1110-1-189)

Efecto Membrana Tensionada:

Este mecanismo se presenta cuando ocurre un ahuellamiento o deformación considerable en el terreno natural debido a una carga vehicular, desarrollándose unos esfuerzos que son soportados por la resistencia a la tensión del refuerzo. Este efecto de membrana tensionada desarrolla en el refuerzo una resistencia vertical y un confinamiento hacia abajo, aumentando la resistencia al corte del terreno natural. Este mecanismo de refuerzo para desarrollarse necesita una deformación significativa de la superficie de la carretera, que no siempre es admisible en caminos pavimentados, y adicionalmente, el tráfico debe ser canalizado.

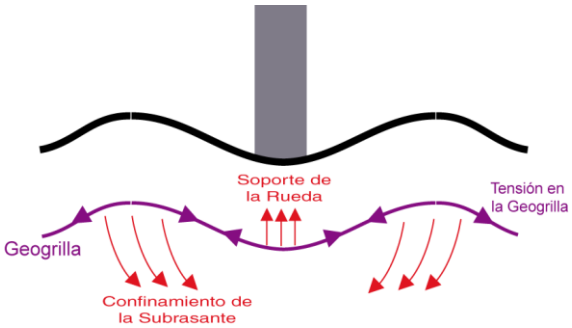


Figura 23. Efecto de Membrana Tensionada (Fuente: Use of Geogrids in Pavement Construction. USACOE ETL 1110-1-189)

Estabilización iónica del material de afirmado

El material de afirmado será **estabilizado iónicamente mediantes aditivos químicos**, con la finalidad de mejorar su comportamiento ante las lluvias, mejorar la serviciabilidad de la vía y disminuir la frecuencia del mantenimiento periódico.

Estabilización iónica de suelos (Parte arcillosa)

Uno de los problemas más importantes que encontramos en los caminos es su gran sensibilidad a los cambios en el contenido de humedad, con lo cual pierde su capacidad de soporte. En pocas palabras, la superficie de los caminos se deforma y se torna sumamente resbaladiza con una mínima presencia de lluvias. En gran parte, los efectos del agua en los suelos tienen su origen en la característica llamada plasticidad, la misma que a su vez se debe en gran medida a la presencia de minerales arcillosos.

La estabilización iónica de suelos es un proceso mediante el cual se logra mejorar el comportamiento de los mismos, adicionándoles un producto químico que actúa en la fracción de tamaño menor a los dos micrones (0.002 mm), denominada arcilla.
El principio básico de la acción del agente estabilizador es un fuerte intercambio iónico con las partículas de arcilla mineral, desplazando el agua de adsorción y ocupando el espacio iónico vacante. La molécula del estabilizador es de naturaleza doble: consta de una cabeza hidrofílica que es la que se combina iónicamente y de una cola hidrofóbica, constituída por un ensamble de átomos de carbono e hidrógeno, que se orienta hacia afuera de las partículas y tiene carácter repelente de agua. La configuración final es: partículas de arcilla estabilizadas y todo su entorno de carácter hidrófugo. El agua que penetre al sistema será agua libre entre poros y podrá drenar libremente.

Sistemas Arcilla - Agua

En los granos gruesos de los suelos, las fuerzas gravitacionales predominan sobre cualquier otra fuerza, por ello todas las partículas gruesas tienen un comportamiento similar. En los suelos de granos muy finos, debido a que la superficie especifica -relación entre área y volumen- alcanza valores altos, las fuerzas electromagnéticas desarrolladas en la superficie de los compuestos minerales cobran significación. Se estima que éstas son fundamentales para tamaños menores de dos micrones.

La superficie de cada partícula de suelo posee carga eléctrica negativa; la intensidad de la carga depende de la estructuración y composición de la arcilla. Así, la partícula atrae a los iones positivos del agua (H+) y a cationes de diferentes elementos químicos, tales como Na+, K+, Ca+, Mg++, Al+++, Fe+++, etc. Por lo tanto, cada partícula individual de arcilla se ve rodeada de una capa de moléculas de agua, orientadas de forma definida y ligadas a su estructura (agua absorbida).

Las moléculas de agua son polarizadas, es decir, en ellas no coinciden los centros de gravedad de sus cargas negativas y positivas, sino que funcionan como pequeños dipolos permanentemente; al ligarse a la partícula de arcilla por su carga positiva, el polo de carga negativa queda en posibilidad de actuar como origen de atracción para otros cationes. A su vez, estos cationes atraen moléculas de agua, de modo que cada uno de ellos está en la posibilidad de poseer un volumen considerable de agua en torno a él. Por lo anterior, cuando la partícula de suelo atrae cationes, se ve reforzada la película de agua ligada a ella. El

espesor de la película de agua absorbida por el cristal de suelo, es así función, no sólo de la naturaleza del mismo, sino también del tipo de cationes atraídos.

En síntesis, el agua existente en un suelo se puede esquematizar de la siguiente manera:
El agua contenida en el volumen de poros y capilares (Tipo 1).

El agua existente en las superficies y bordes de las partículas de minerales de arcilla, así como en las partículas de dichos minerales que forman las superficies exteriores de poros y capilares (Tipo 2).

El agua entre capas dentro de la estructura de las arcillas, causante de su expansión (Tipo 3).

El agua absorbida (Tipo 1) requiere una energía pequeña para su remoción, por ejemplo, h compactación normal y la posterior evaporación.

El agua adsorbida (Tipos 2 y 3) requiere de una gran energía para su remoción completa. Ello se debe, entre otras cosas, a que se genera una presión de adsorción muy grande (algunos autores dan valores de hasta 20,000 Kg/cm2) lo cual varía el punto de congelamiento del agua hasta temperaturas de más de 30 grados centígrados. Vale decir que el agua más próxima a la partícula se encuentra fuertemente solidificada, variando su estado gradualmente a medida que se aleja de la misma, hasta el estado líquido. Por supuesto que lo anterior ocurre en un entorno muy cercano a la partícula de arcilla y es imperceptible a la vista, pero no así sus efectos físicos notables.

La molécula del Estabilizador Iónico

El estabilizador iónico de suelos CON-AID es una formulación química compleja, donde uno de los componentes activos es un aceite sulfonado. La acción de este aceite sulfonado depende de la presencia de otros compuestos activos que incentivan el efecto de dispersión acuática en los minerales de arcilla y producen una asociación permanente entre la molécula de estabilizador y la partícula de arcilla.

Los aceites sulfonados son surfactantes (reactivos actuantes en superficies) debido a la dualidad de su comportamiento y a su composición química. Una mitad de ácido sulfónico (cabeza hidrofílica) es completamente soluble y mezclable con agua e insoluble en solventes

orgánicos no polares. Cuando el aceite está dispersado en agua, esta parte de la molécula se separa y produce un S03 iónico vinculado a la "cola" de la molécula a través del átomo de azufre. La cola consiste en un ensamble de átomos de carbono e hidrógeno completamente insoluble e inmiscible con agua, por lo que se le denomina "cola hidrofóbica". Esta cola es liofílica por naturaleza - mezclable con aceites y solventes no polares -, estrictamente por su carácter de hidrocarburo. A pesar de la diferencia de naturaleza de las dos partes de la molécula, ésta es soluble en agua y en solventes orgánicos.

Este comportamiento dual del aceite sulfonado se utiliza como medio para dispersar agua en minerales de arcilla.

Estabilizador iónico vs. Sistema Arcilla – Agua

El tratamiento del material con CON-AID provee la reacción química requerida para repeler el agua de los minerales de arcilla.

La cabeza hidrofílica del aceite sulfonado forma enlaces químicos con las superficies externas y entre placas de los minerales de arcilla; ellos son de diversa naturaleza:
Enlace químico directo entre el S03, cabeza aniónica del aceite y un catión de metal en la superficie; esta unión es relativamente fuerte.

Enlace inductivo entre un átomo de oxígeno del grupo S03 y un catión de metal.
Ocupación de un sitio iónico vacante, en la superficie de la arcilla, por el aceite sulfonado.
La cabeza hidrofílica del aceite se disuelve en una película muy fina de agua adsorbida sobre la superficie de la arcilla mineral.

Estas interacciones entre el aceite sulfonado y los minerales de arcilla, dan los siguientes resultados:
Unos cationes, que de otro modo hubieran sido altamente móviles, están ahora fijos en sus posiciones y prácticamente "sellados" por las moléculas de aceite sulfonado. Este también protege a los iones de complejos solvatados de agua.

Una vez que las moléculas de aceite han formado sus asociaciones (de cualquier naturaleza) con la partícula de arcilla, las colas hidrofóbicas quedan dirigidas hacia afuera de las superficies planas para formar una capa protectora aceitosa. Naturalmente, el agua será

repelida por dichas colas hidrofóbicas a tal punto que, virtualmente no se requiere presión mecánica para liberarla.

Resultados de la aplicación del estabilizador iónico de suelos.

Luego que las reacciones explicadas han tenido lugar, el resultado final puede ser resumido de la siguiente forma:

Compactación y estabilización permanente, logradas con el mínimo esfuerzo mecánico, produciendo un material en que la capa logra una mayor densidad y capacidad de soporte simplemente por contacto directo (aumento de capacidad de carga por mayor fricción entre partículas).

Los capilares existentes en el material consolidado, tienen sus paredes interiores cubiertas con capas hidrofóbicas y permiten el libre movimiento del agua que fluye en forma libre, discurriendo según la previsión del drenaje sin afectar la estabilidad del material.

Por ser el agua el vehículo de la reacción química, algunas moléculas de estabilizador que no se hubieran combinado podrán migrar hacia abajo y seguir estabilizando material subyacente. Este efecto es realmente importante en suelos de naturaleza permeable.

Cambio en la relación suelo-agua. El suelo fino cohesivo ya no necesitará moléculas de agua para estar en pseudo-equilibrio.

Existe una liberación de agua luego de la estabilización. Esto genera espacios libres o vacíos. Utilizando la misma, o incluso menor energía de compactación que para el mismo suelo sin estabilizar, se alcanzará una mayor densidad seca máxima. Esta proporcionará también mayor capacidad de soportar cargas.

No existe proceso de cementación o aglutinamiento. El suelo sigue comportándose como tal. La estabilización es Permanente, no se requiere volver a aplicar producto. (Salvo aporte o contaminación a posteriori).

“La capa estabilizada permitirá que ingrese menos agua a la estructura (no hay una impermeabilización total), que se pueda circular sin inconvenientes durante condiciones climáticas adversas, que aumente su capacidad portante y que seque muy rápidamente.

Reducirá notablemente los costos de mantenimiento (estadísticamente requerirá alrededor del 20% del costo en el mismo camino sin estabilizar)”

Reducción del IP, mediante la reducción del LL. (entre un 15 a un 40%)

Reducción del hinchamiento (entre 50 a un 100%)

Aumento de la Ds max. (entre 3 a 5%)

Aumento de CBR: entre 30 a 300% dependiendo del tipo de suelo a estabilizar.

4.6.2. Cálculos Realizados

Los cálculos para determinar el espesor del material de afirmado haciendo uso de refuerzos de geomallas fueron realizados con la metodología del Dr. J.P. Giroud y el Dr. Jie Han, sobre suelos de baja capacidad de soporte y saturados.

La metodología de diseño Giroud-Han, publicada en el manual **FHWA NHI-07-092.** NHI Course No 132013: “Geosynthetic Design and Construction Guidelines” de la Federal Highway Administration - U.S. Department of Transportation (2008); tiene base teórica y calibración empírica. Esta metodología se basa en Giroud and Noiray (1981), la cual emplea la teoría de distribución de esfuerzos para calcular la presión vertical sobre la subrasante producida por las cargas vehiculares.

Con esta presión se calcula un espesor mínimo del relleno necesario para que la subrasante pueda soportar las cargas aplicadas. Giroud-Han tienen en cuenta todas las propiedades consideradas en el método Giroud-Noiray, y adicionalmente considera las características del Módulo de Elasticidad del material de relleno, la variación del ángulo de distribución de esfuerzos con el número de pasadas de ejes equivalentes, el módulo de estabilidad de la apertura del material de refuerzo (geomalla) y la profundidad de ahuellamiento.

La siguiente ecuación es utilizada para calcular el espesor mínimo de relleno requerido en el mejoramiento de la subrasante:

$$h = \frac{0.868 + C_f \left(\frac{r}{h}\right)^{1.5} \log N}{\left[1 + 0.204\left(\frac{3.48 CBR_{bc}^{\;0.3}}{CBR_{sg}} - 1\right)\right]} \left(\sqrt{\frac{\frac{P}{\pi r^2}}{\frac{s}{f_s}\left[1 - 0.9\, e^{-\left(\frac{r}{h}\right)^2}\right] N_c\, f_c\, CBR_{sg}}} - 1 \right) r$$

En donde:

h = Espesor requerido (m)

C_f = Factor de corrección

P = Carga por llanta

r = Radio de contacto de la llanta (m)

N = Número de pasadas

CBR_{bc} = CBR del agregado de mejoramiento

CBR_{sg} = CBR de la subrasante a mejorar.

fs = Factor de ahuellamiento (mm)

s = Máximo Ahuellamiento

Nc = Factor de Capacidad de Carga (sin y con refuerzo)

fc = Factor de relación entre el CBR de la subrasante y el valor de corte.

De acuerdo a los datos de subrasante obtenidos en campo (ver tabla 01), se determina que predominan suelos del tipo CL (arcillas no orgánicas de plasticidad pequeña y media), con valores de CBR entre 3 y 11% en condiciones ideales de laboratorio al 95% de la M.D.S. Para el presente estudio, **se considera un valor de CBR de diseño igual a 4%**, debido a los valores mínimos y a que los datos brindados son producto de ensayos en laboratorio, en condiciones ideales, sin tomar en cuenta la densidad ni presencia de humedad in-situ (disminución de la capacidad portante del material de subrasante).

Tabla 51

Datos de la subrasante del proyecto

N°	Muestra (m) De-A	Progresiva (Km.)	Límite de Consistencia %			Clasificación de Suelos		CBR (%)
			Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	SUCS	AASHTO	
			ASTM-D-4318			ASTM-D-2487	ASTM-D-3282	
C-01	0.00 - 1.50	0+000	35.00	17.67	17.33	CL	A-6 (12)	10.30
C-02	0.00 -1.50	0+500	30.00	16.40	14.10	CL	A-6 (10)	8.90
C-03	0.00 -1.50	1+000	37.30	18.96	18.34	CL	A-6 (7)	9.80
C-04	0.00 -1.50	1+500	36.30	19.84	16.46	CL	A-5 (9)	11.10
C-05	0.00 -1.50	2+000	20.30	14.97	5.33	CL	A-4 (0)	15.60
C-06	0.00 -1.50	2+500	25.40	15.33	10.17	CL	A-4 (3)	10.40
C-07	0.00 -1.50	3+000	48.60	20.85	27.75	CL	A-7-6 (13)	5.70
C-08	0.00 -1.50	3+500	37.70	19.03	18.67	CL	A-6 (7)	10.30
C-09	0.00 -1.50	4+000	40.60	20.72	19.88	CL	A-7-6 (9)	4.70
C-10	0.00 -1.50	4+500	40.00	10.97	29.03	CL	A-6 (12)	8.70
C-11	0.00 -1.50	5+000	56.75	27.55	29.20	CH	A-7-6 (19)	3.60
C-12	0.00 -1.50	5+500	40.30	19.67	20.63	CL	A-7-6 (12)	3.70
C-13	0.00 -1.50	6+000	37.40	19.76	17.64	CL	A-6 (11)	9.20

Fuente: Elaboración Propia

Así mismo se asumirá un valor de C.B.R. del material de afirmado o relleno igual o mayor a 30.00%.

Finalmente, los datos de diseño son los siguientes:

Tabla 52

Datos empleados en diseño

Propiedad	Valor
Carga Axial	80 KN
Presión de Llanta	550 kPa
Prof. máx. ahuellamiento	40mm
CBR Subrasante	4.0%
CBR material de mejoramiento	30.0%
Nº de ejes pasantes de 8.2ton	10,000.00

Fuente: Elaboración Propia

Dónde:

Carga axial: 80 kN, carga por eje simple equivalente (ESAL).

Presión de inflado de llanta: 550kPa, corresponde a un camión estándar.

Prof. Máx. de ahuellamiento: Describe la máxima superficie de deformación que una plataforma de mejoramiento requiere para mantener su serviciabilidad. 40mm es normalmente apropiado.

Nº de ejes pasantes: se ha estimado aproximadamente 10,000.

A continuación se muestran los resultados obtenidos, usando la metodología mencionada anteriormente:

DISEÑO DE AFIRMADO CON GEOMALLAS MULTIAXIALES

***** Reporte*****

PARAMETRO DE DISEÑO

REQUERIMIENTO DE DISEÑO

Propiedad	Valor
Carga Axial (kN)	80
Presión Llanta (kPa)	550
Pases Axiales (Each)	10000
Maximo Ahuellamiento (mm)	40

PROPIEDADES DE LOS SUELOS

Propiedad	Valor
CBR de Relleno (%)	30
CBR subrasante diseño (%)	4.0

RESULTADOS

Situación	Espesor de Material de Relleno (mm)		Ahorros en Espesores de Relleno (mm)	
	Calculado	Requerido	(mm)	(%)
Sin Refuerzo	449.6	450	N/A	N/A
Con Geomalla Multiaxial	120	150	300	67

Figura 24. Diseño de Afirmado con Geomallas Multiaxiales (Fuente: Elaboración Propia)

Los espesores necesarios para estabilizar la subrasante son los siguientes:

Espesor necesario sin Refuerzo con Geomallas : 0.45m

Espesor necesario con Refuerzo de Geomallas multiaxiales TX140 **: 0.15m**

Debido a acceso constructivo, control de asentamientos diferenciales, homogeneización y aumento de la capacidad de soporte de la subrasante, es enteramente necesario el uso de refuerzo con Geomallas Multiaxiales. Con dichos mejoramientos se espera tener una superficie estabilizada en el tope del relleno.

Para mejorar la superficie de rodadura, se deberá realizar una **estabilización iónica con aditivo CON AID en la capa de afirmado**, **entre 10-15cm**, con la finalidad de disminuir el deterioro de la vía, conservar la serviciabilidad, sobretodo en época de lluvias y hacer

menos frecuentes los mantenimientos periódicos. La dosificación de dicho estabilizador es de 0.007 lt/m^2 (capa compactada de 10 a 15cm).

4.6.3. Resultados, comentarios y recomendaciones.

La estructura propuesta es la siguiente:

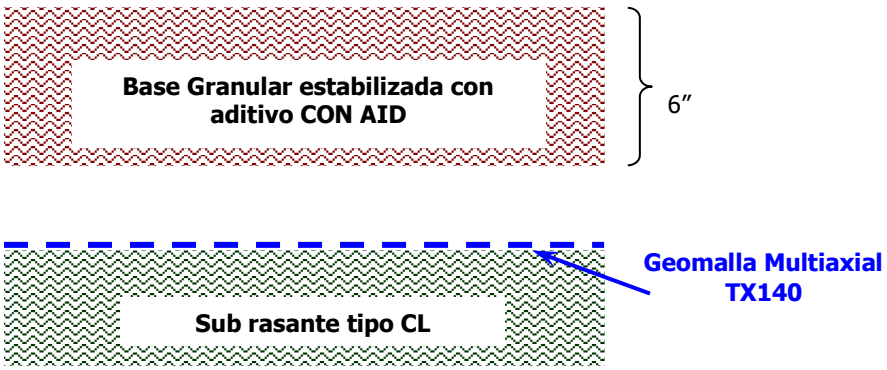


Figura 25. Estructura propuesta (Fuente: Elaboración Propia)

Mediante el uso de geomallas multiaxiales además de lograr una capa granular estabilizada mecánicamente, se logra mejorar la distribución de esfuerzos transmitidos a capas inferiores, controlar los asentamientos diferenciales y aumentar los radios de curvatura.
Asimismo, se logran reducir los espesores de capa, sin reducir la capacidad estructural de la vía, lo cual significa una reducción de costos, disminución del volumen de corte y relleno, menor tiempo de duración de la obra y por ende una reducción de gastos generales.

Como superficie de rodadura, se deberá realizar una **estabilización iónica con aditivo CON AID en la última capa de afirmado**, **entre 10-15cm**, con la finalidad de aumentar el CBR del suelo existente, disminuyendo el deterioro de la vía, conservando la serviciabilidad, sobretodo en época de lluvias y hacer menos frecuentes los mantenimientos periódicos.

Posteriormente, también se podrá optar por algún tratamiento superficial con emulsiones.
Habiendo hecho todo este análisis se concluye que el espesor de afirmado se ha considerado 0.20m, aumentando por factor de seguridad 5cm de lo que dice el diseño y proyectándonos que en el futuro sirva como base de una estructura de pavimento asfáltico, además se hará el mejoramiento de subrasante colocando Geomallas Multiaxiales y se Estabilizará la última capa de afirmado en un espesor de 0.10m:

La estructura de diseño es la siguiente:

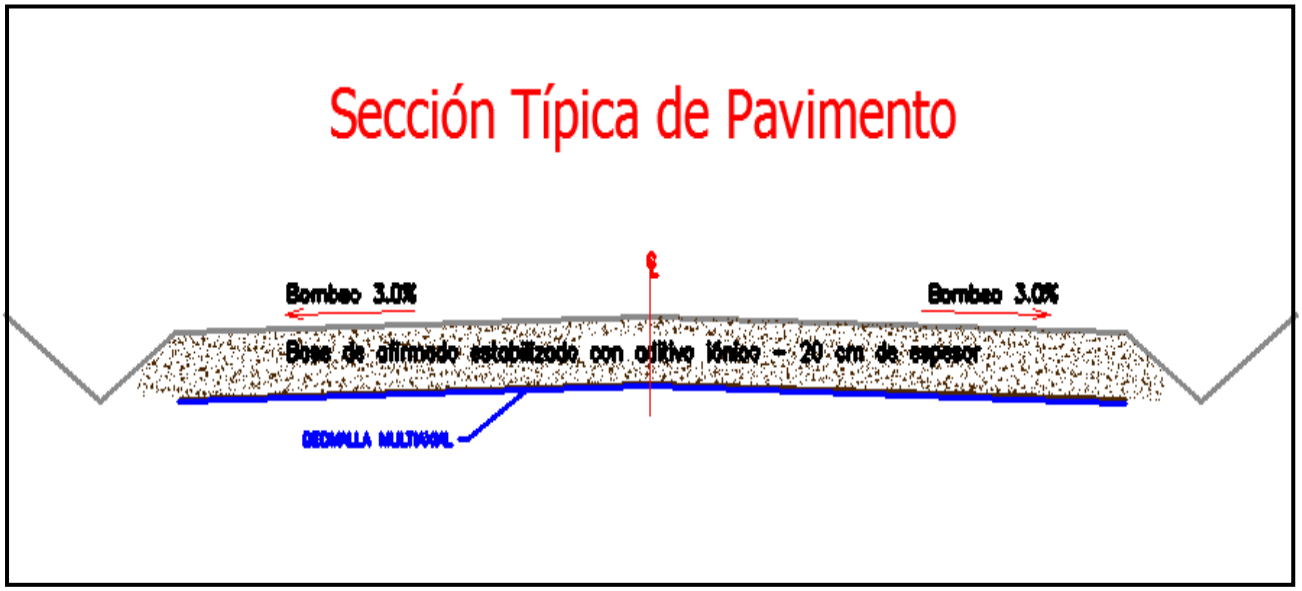


Figura 26. Sección Típica de Pavimento propuesto. (Fuente: Elaboración Propia)

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 3.**

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.

4.7.1. Metrados

El detalle de la planilla de metrados se encuentra en el **Anexo 3.**

4.7.2. Análisis de costos unitarios

El detalle de los Análisis de Costos Unitarios se encuentra en el **Anexo 3.**

4.7.3. Desagregado de gastos generales

ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES

ESTUDIO DEFINITIVO DEL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL LA LIBERTAD DE HUASCAYACU - CC. NN. SAN RAFAEL, DISTRITO DE MOYOBAMBA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA – SAN MARTÍN

Fecha del Presupuesto : Setiembre-17

COMPONENTES DE LOS GASTOS GENERALES	MONEDA NACIONAL	
	S/	%
COSTO DIRECTO	**3,699,047.42**	
GASTOS GENERALES		
A.- GASTOS FIJOS No directamente relacionados con el tiempo	36,756.19	0.99%
B.- GASTOS VARIABLES Directamente relacionados con el tiempo	321,334.73	8.69%
TOTAL DE GASTOS GENERALES	**358,090.92**	**9.68%**

ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES FIJOS

ESTUDIO DEFINITIVO DEL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL LA LIBERTAD DE HUASCAYACU - CC. NN. SAN RAFAEL, DISTRITO DE MOYOBAMBA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA – SAN MARTÍN

DURACION DE LA OBRA **5.00** **MESES**

COSTO DIRECTO **S/** **3,699,047.42**

ITEM	DESCRIPCION	U	CANTIDAD		VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
			DESCR	UNIDAD	S/ / u	S/
1.00	**GASTOS ADMINISTRATIVOS**					
1.01	Gastos de las bases de Licitación	est		1.00	254.00	254.00
1.02	Gastos de Licitación: Elaboración de Propuesta técnica	est		1.00	700.00	700.00
1.03	Gastos Legales	est		1.00	800.00	800.00
1.04	Gastos Varios - Coordinación: Oficina Central - Obra	est		1.00	600.00	600.00
	TOTAL DE GASTOS ADMINISTRATIVOS					**2,354.00**
2.00	**LIQUIDACION DE OBRA**					
2.01	Ingeniero Liquidador.	mes	1.0	1.00	3,800.00	3,800.00
2.02	Ingeniero de Metrados y valorizaciones	mes	1.0	1.00	3,400.00	3,400.00
2.03	Contador - Administrativo	mes	1.0	1.00	2,300.00	2,300.00
2.04	Secretaria	mes	1.0	1.00	1,100.00	1,100.00
2.05	Leyes Sociales (23% del 2.01 al 2.04)		23%		10,600.00	2,438.00
2.06	Copias. Planos y Documentos	est	1.0	1.00	1,500.00	1,500.00
2.07	Comunicaciones	est	1.0	1.00	800.00	800.00
2.08	Utiles de Oficina	est	1.0	1.00	1,500.00	1,500.00
	TOTAL COSTO LIQUIDACION DE OBRA					**16,838.00**
3.00	**IMPUESTOS**					
3.01	SENCICO (0.2% presupuesto sin igv)	%	0.0020	1.00	4,032,092.56	8,064.19
	TOTAL COSTO IMPUESTOS					**8,064.19**
4.00	**GASTOS DIVERSOS**					
4.01	Medicamentos Básicos	est.		1.00	2,000.00	2,000.00
4.07	Malla de Seguridad	m2		450.00	6.00	2,700.00
4.08	Señales de triplay durante la ejecucion de la obra	Und		40.00	120.00	4,800.00
	TOTAL COSTO GASTOS DIVERSOS					**9,500.00**

TOTAL GASTOS GENERALES FIJOS **S/** **36,756.19**

ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES VARIABLES

ESTUDIO DEFINITIVO DEL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL LA LIBERTAD DE HUASCAYACU - CC. NN. SAN RAFAEL, DISTRITO DE MOYOBAMBA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA – SAN MARTÍN

DURACION DE LA OBRA (meses) **5.00**
COSTO DIRECTO **3,699,047.42**

ITEM	DESCRIPCION	U	CANTIDAD		VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
			DESCR	UND	S/ / u	S/
1.00	**PERSONAL TÉCNICO ADMINISTRATIVO**					
1.01	Ingeniero Residente	mes	1.00	5.00	5,500.00	27,500.00
1.02	Ingeniero Asistente de Obra	mes	1.00	5.00	3,630.00	18,150.00
1.03	Especialista en Impacto Ambiental y Seguridad	mes	0.50	5.00	2,000.00	5,000.00
1.04	Especialista en Tratamiento con CC.NN.	mes	0.40	5.00	1,500.00	3,000.00
1.05	Administrador de Obra	mes	1.00	5.00	2,000.00	10,000.00
1.06	Contador	mes	0.50	5.00	2,000.00	5,000.00
1.07	Maestro Capataz General	mes	1.00	5.00	2,000.00	10,000.00
1.08	Topógrafo	mes	1.00	5.00	1,800.00	9,000.00
1.09	Asistente de topografia	mes	1.00	5.00	1,200.00	6,000.00
1.10	Técnico de Laboratorio de Ensayo de Materiales	mes	0.75	5.00	1,800.00	6,750.00
1.12	Almacenero General	mes	1.00	5.00	1,200.00	6,000.00
1.13	Secretaria	mes	1.00	5.00	1,100.00	5,500.00
1.14	Planillero Pagador	mes	1.00	5.00	1,500.00	7,500.00
1.15	Chofer	mes	1.00	5.00	1,500.00	7,500.00
1.16	Guardianes	mes	2.00	5.00	1,200.00	12,000.00
1.17	Leyes Sociales (23% del 1.01 al 1.16)		23%	5.00	29,930.00	34,419.50
	TOTAL REMUNERACIÓN PERSONAL TÉCNICO - ADMINISTRATIVO					**173,319.50**
2.00	**EQUIPOS NO INCLUIDOS EN LOS COSTOS DIRECTOS**					
2.01	Ensayo de densidad de campo	Und.	1.00	24.00	200.00	4,800.00
2.02	Prueba de resistencia a la compresion del concreto	Und.	1.00	125.00	50.00	6,250.00
2.02	Equipos de Radio Comunicación (1 Base + 6 Móviles)	mes	1.00	6.00	250.00	1,500.00
2.03	Equipos de Ingeniería y topografía	mes	1.00	5.00	1,220.00	6,100.00
2.04	Grupo Electrógeno	mes	1.00	5.00	500.00	2,500.00
2.05	Equipos de Computo y Oficina (Incluye impresora)	Und.	2.00	1.00	2,648.50	5,297.00
2.06	Laptop i7	Und.	1.00	1.00	3,000.00	3,000.00
2.07	Camionetas Pick Up 4 x 4-Doble Cabina	mes	1.00	5.00	3,000.00	15,000.00
2.08	Combustible Camioneta 4 X 4	mes	1.00	5.00	1,000.00	5,000.00
2.09	Movilidad para el Personal	mes	1.00	5.00	1,000.00	5,000.00
	TOTAL COSTO DE EQUIPOS					**54,447.00**
3.00	**ALIMENTACIÓN Y VIATICOS**					
3.01	Personal Profesional	mes	1.00	5.00	1,200.00	6,000.00
3.02	Personal Técnico	mes	1.00	5.00	1,200.00	6,000.00
	TOTAL ALIMENTACION Y VIATICOS					**12,000.00**
4.00	**MATERIALES DE OFICINA DE OBRA**					
4.01	Materiales de Oficina de Obra	glb	1.00	5.00	300.00	1,500.00
	TOTAL COSTO MATERIALES DE ASISTENCIA MEDICA Y OFICINA DE OBRA					**1,500.00**
5.00	**GASTOS DE OFICINA PRINCIPAL Y MATERIALES**					
5.01	Gerente de Obra	mes	0.20	5.00	2,500.00	2,500.00
5.02	Coordinador de Obra	mes	1.00	5.00	2,200.00	11,000.00
5.03	Contador - Administración	mes	1.00	5.00	2,200.00	11,000.00
5.04	Secretaria	mes	1.00	5.00	1,100.00	5,500.00
5.05	Leyes Sociales (23% del 5.01 al 5.05)		23%		8,000.00	1,840.00
5.06	Alquiler de Oficina	mes	1.00	5.00	600.00	3,000.00
5.07	Mantenimiento de Oficina principal	mes	0.20	5.00	359.03	359.03
5.08	Teléfono - Fax	mes	1.00	5.00	120.00	600.00
5.09	Copias Fotostáticas	mes	1.00	5.00	250.00	1,250.00
5.10	Materiales fungibles	mes	1.00	5.00	350.00	1,750.00
	TOTAL GASTOS DE OFICINA PRINCIPAL Y MATERIALES					**38,799.03**
6.00	**GASTOS FINANCIEROS (ver hoja de cálculo anexa)**					
6.01	Carta de Garantía de Seriedad de la Propuesta	mes	1.00	3.00	1,265.81	3,797.43
6.02	Carta Fianza de Fiel Cumplimiento del Contrato	mes	1.00	1.00	6,329.07	6,329.07
6.03	Carta Fianza de Adelanto en Efectivo y para Materiales	mes	1.00	1.00	11,603.30	11,603.30
6.04	Carta Fianza de Beneficios Sociales (Ley 20024)	mes	1.00	1.00	527.42	527.42
	TOTAL GASTOS FINANCIEROS					**22,257.22**
7.00	**SEGUROS (Ver hoja de cálculo anexa)**					
7.01	A.- SEGUROS DE ACCIDENTES PERSONALES					5,992.46
7.02	B.- SEGURO COMPLEMENTARIO DE TRABAJO DE RIESGO					2,599.79
7.03	C.- SEGUROS DE VIDA					6,587.70
7.04	D.- SEGUROS CONTRA TODO RIESGO					3,162.68
7.05	E.- RESPONSABILIDAD CIVIL DE PROPIEDAD ADYACENTE					115.60
7.06	Costo por emisión de Póliza					553.75
	TOTAL COSTO DE SEGUROS					**19,011.98**
	TOTAL GASTOS GENERALES VARIABLES					**321,334.73**

ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES VARIABLES

ESTUDIO DEFINITIVO DEL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL LA LIBERTAD DE HUASCAYACU - CC. NN. SAN RAFAEL, DISTRITO DE MOYOBAMBA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA – SAN MARTÍN

GASTOS FINANCIEROS

A.- GARANTIA DE SERIEDAD DE LA PROPUESTA

Tasa:	1.00%	Comisión del Banco :		2.50%		
		Período (Meses) :		3.00		
		Monto de la Carta Fianza				50,632.56
		Garantía Bancaria		20.00%		10,126.51
Monto Aplicable:	S/		5,063,256.11		**COSTO FINANCIERO (S/)**	**1,265.81**

B.- GARANTIA DE FIEL CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO

Tasa:	10.00%	Comisión del Banco :		2.50%		
		Período (Meses) :		6.00		
		Monto de la Carta Fianza				506,325.61
Monto Aplicable:	S/		5,063,256.11		**COSTO FINANCIERO (S/.)**	**6,329.07**

C.1.- GARANTIA DEL ADELANTO DIRECTO

Tasa:	10.00%	Comisión del Banco :		2.50%		
		Período Neto :		5.00	Meses	
		Monto de la Carta Fianza				506,325.61
		Carta Fianza renovable cada :		3	Meses	
Monto Aplicable:	S/		5,063,256.11		**COSTO FINANCIERO (S/)**	**5,274.23**

C.2.- GARANTIA DEL ADELANTO PARA MATERIALES

Tasa:	20.00%	Comisión del Banco :		2.50%		
		Período Neto :		3.00	Meses	
		Monto de la Carta Fianza				1,012,651.22
Monto Aplicable:	S/		5,063,256.11		**COSTO FINANCIERO (S/)**	**6,329.07**

D.- GARANTIA DE LOS BENEFICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES

Tasa:	2.50%	Comisión del Banco :		2.50%		
		Período (Meses) :		2.00		
		Monto de la Carta Fianza				126,581.40
Monto Aplicable:	S/		5,063,256.11		**COSTO FINANCIERO (S/)**	**527.42**
					SUBTOTAL DE GASTOS FINANCIEROS (S/)	**19,725.60**

ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES VARIABLES

ESTUDIO DEFINITIVO DEL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL LA LIBERTAD DE HUASCAYACU - CC. NN. SAN RAFAEL, DISTRITO DE MOYOBAMBA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA – SAN MARTÍN

GASTOS FINANCIEROS POR SEGUROS

A.- SEGUROS DE ACCIDENTES PERSONALES

Tasa:	1.80%				
		Período (Meses) :	5.00		
COBERTURA	S/	798,994.00		**COSTO FINANCIERO (S/)**	**5,992.46**

B.- SEGURO COMPLEMENTARIO DE TRABAJO DE RIESGO

Tasa:	1.50%						
			Período (Meses) :		5.00		
Monto Aplicable:		S/		173,319.50		**COSTO FINANCIERO (S/)**	**2,599.79**
C.- SEGUROS DE VIDA							
Tasa:	4.00%						
			Período (Meses) :		5.00		
Monto Aplicable:		S/		395,262.00		**COSTO FINANCIERO (S/)**	**6,587.70**
D.- SEGUROS CONTRA TODO RIESGO							
			Monto del Contrato (Costo Directo)		3,699,047		
Tasa Básica:	1.68	‰	COBERTURA (S/.) :		3,699,047		2,589.33
Tasa:	1.86	‰	Porcentaje Aplicable del C.T.		20.00%		
			Período (Meses) :		5.00		
COBERTURA		S/		739,809.00			573.35
						COSTO FINANCIERO (S/)	**3,162.68**
E.- RESPONSABILIDAD CIVIL DE PROPIEDAD ADYACENTE							
Tasa:	1.50	‰	Monto del Contrato (Costo Directo)		3,699,047		
			Porcentaje Aplicable del C.T.		5.00%		
			Período (Meses) :		5.00		
COBERTURA		S/		184,952.00		**COSTO FINANCIERO (S/)**	**115.60**
						SUBTOTAL (S/)	**18,458.23**
Costo por emisión de Póliza						3 % Del Sub-Total	553.75
						TOTAL DE GASTOS FINANCIEROS POR SEGUROS (S/)	**19,011.98**

4.7.4. Presupuesto de obra

S10 Página **1**

Presupuesto

Presupuesto **0403009** **"ESTUDIO DEFINITIVO DEL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL LA LIBERTAD DE HUASCAYACU - COMUNIDAD NATIVA SAN RAFAEL L=6.014 KM - DISTRITO Y PROVINCIA DE MOYOBAMBA - SAN MARTIN"**

Lugar **SAN MARTIN - MOYOBAMBA - MOYOBAMBA**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	**MEJORAMIENTO DE LA VIA AFIRMADO**				**1,155,827.40**
01.01	**OBRAS PROVISIONALES**				**15,535.69**
01.01.01	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA	m2	84.00	67.03	5,630.52
01.01.02	CARTEL DE OBRA 3.60 X 2.40	und	1.00	1,480.17	1,480.17
01.01.03	MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL	mes	5.00	1,685.00	8,425.00
01.02	**OBRAS PRELIMINARES**				**85,257.83**
01.02.01	FLETE TERRESTRE	GLB	1.00	46,399.00	46,399.00
01.02.02	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO	GLB	1.00	33,120.00	33,120.00
01.02.03	TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL CON EQUIPO	KM	6.01	954.88	5,738.83
01.03	**EXPLANACIONES**				**458,471.25**
01.03.01	CORTE DE MATERIAL INADECUADO	m3	10,459.62	5.57	58,260.08

01.03.02	CORTE EN MATERIAL SUELTO	m3	7,022.45	5.57	39,115.05
01.03.03	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA-CONFORMACIÓN DE TERRAPLENES	KM	6.01	1,031.70	6,200.52
01.03.04	REPOSICION DE MATERIAL INADECUADO CON MATERIAL PROPIO	m3	4,170.63	9.15	38,161.26
01.03.05	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m2	39,673.43	1.85	73,395.85
01.03.06	CONFORMACION DE TERRAPLENES CON MATERIAL PROPIO	m3	2,149.58	4.68	10,060.03
01.03.07	CONFORMACION DE TERRAPLENES CON MATERIAL DE CANTERA	m3	6,678.07	22.96	153,328.49
01.03.08	CONFORMACION Y PERFILADO DE CUNETAS TRIANGULARES	m	6,935.00	0.82	5,686.70
01.03.09	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO	m3	13,074.52	5.68	74,263.27
01.04	**PAVIMENTOS**				**596,562.63**
01.04.01	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON GEOMALLA MULTIAXIAL	m2	37,779.00	4.30	162,449.70
01.04.02	AFIRMADO E=0.20 M	m2	37,748.95	11.50	434,112.93
02	**CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE ARTE Y DRENAJE**				**2,441,805.86**
02.01	**ALCANTARILLAS - TUBERIA CORRUGADA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD**				**779,801.22**
02.01.01	**TRABAJOS PRELIMINARES**				**9,852.00**
02.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO EN ALCANTARILLAS	m2	3,262.25	3.02	9,852.00
02.01.02	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				**94,441.09**
02.01.02.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS CON EQUIPO	m3	2,677.14	6.35	16,999.84
02.01.02.02	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACIÓN DE ZANJAS PARA ESTRUCTURAS	m2	1,231.36	4.80	5,910.53
02.01.02.03	BASE GRANULAR E=0.30m, COMPACTADO CON EQUIPO LIVIANO	m2	623.78	16.68	10,404.65
02.01.02.04	RELLENO CON OVER PARA ZAPATAS DE CABEZALES Y ALAS DE ENCAUSAMIENTO, E=0.30m	m3	207.35	133.08	27,594.14
02.01.02.05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO PARA ESTRUCTURAS	m3	1,238.69	16.08	19,918.14
02.01.02.06	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO PARA ALCANTARILLAS	m3	2,246.50	6.06	13,613.79
02.01.03	**OBRAS DE CONCRETO SIMPLE**				**94,797.39**
02.01.03.01	CONCRETO F´C=100KG/CM2, PARA SOLADOS, E=4"	m2	607.58	34.10	20,718.48
02.01.03.02	MAMPOSTERIA DE PIEDRA FC=175KG/CM2	m3	258.52	286.55	74,078.91
02.01.04	**OBRAS DE CONCRETO ARMADO**				**358,615.55**
02.01.04.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2- ZAPATAS DE CABEZALES DE ALCANTARILLAS	m3	301.52	417.38	125,848.42
02.01.04.02	ACERO DE REFUERZO Fy=4200kg/cm2-CABEZALES Y ALAS DE ENCAUZAMIENTO DE ALCANTARILLA	kg	14,283.48	5.70	81,415.84
02.01.04.03	CONCRETO F'C=175 KG/CM2-CABEZALES Y ALAS DE ENCAUZAMIENTO - ALCANTARILLA	m3	214.67	396.23	85,058.69
02.01.04.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CABEZALES Y ALAS DE ENCAUZAMIENTO - ALCANTARILLA	m2	1,940.65	34.16	66,292.60
02.01.05	**TUBERIA CORRUGADA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD - ALCANTARILLAS**				**222,095.19**
02.01.05.01	TUBERIA CORRUGADA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD D=24"	m	63.70	265.16	16,890.69
02.01.05.02	TUBERIA CORRUGADA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD D=36"	m	100.52	426.32	42,853.69
02.01.05.03	TUBERIA CORRUGADA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD D=42"	m	103.63	734.29	76,094.47
02.01.05.04	TUBERIA CORRUGADA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD D=48"	m	18.29	811.23	14,837.40

Presupuesto

Presupuesto **0403009** **"ESTUDIO DEFINITIVO DEL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL LA LIBERTAD DE HUASCAYACU - COMUNIDAD NATIVA SAN RAFAEL L=6.014 KM - DISTRITO Y PROVINCIA DE MOYOBAMBA - SAN MARTIN"**

Lugar **SAN MARTIN - MOYOBAMBA - MOYOBAMBA**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
02.01.05.05	TUBERIA CORRUGADA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD D=60"	m	59.44	1,201.53	71,418.94
02.02	**ALCANTARILLAS TIPO MARCO-CRUCE VEHICULAR**				**10,346.67**
02.02.01	**TRABAJOS PRELIMINARES**				**205.85**
02.02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL	m2	21.60	9.53	205.85
02.02.02	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				**1,077.54**
02.02.02.01	EXCAVACION MANUAL DE ALCANTARILLA	m3	17.50	36.77	643.48
02.02.02.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	2.70	21.21	57.27
02.02.02.03	BASE GRANULAR E=0.10m	m2	13.44	18.17	244.20
02.02.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	21.88	6.06	132.59
02.02.03	**OBRAS DE CONCRETO SIMPLE**				**458.30**
02.02.03.01	SOLADO E=4" (C:H, 1:10)	m2	13.44	34.10	458.30

02.02.04	**OBRAS DE CONCRETO ARMADO**				**8,564.59**
02.02.04.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2- ALCANTARILLA	m3	8.42	429.38	3,615.38
02.02.04.02	ACERO DE REFUERZO Fy=4200kg/cm2-ALCANTARILLA	kg	554.25	5.70	3,159.23
02.02.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-ALCANTARILLA	m2	52.40	34.16	1,789.98
02.02.05	**VARIOS**				**40.39**
02.02.05.01	JUNTAS CON ASFALTO E=1"	m	7.00	5.77	40.39
02.03	**CUNETAS DE CONCRETO**				**474,231.07**
02.03.01	**TRABAJOS PRELIMINARES**				**4,624.43**
02.03.01.01	TRAZO Y REPLANTEO EN CUNETAS	KM	5.68	814.16	4,624.43
02.03.02	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				**101,923.93**
02.03.02.01	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA PARA CUNETAS	m3	1,255.60	3.50	4,394.60
02.03.02.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE CUNETAS	m2	10,799.60	7.35	79,377.06
02.03.02.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO PARA CUNETAS	m3	2,990.49	6.07	18,152.27
02.03.03	**OBRAS DE CONCRETO SIMPLE**				**346,907.82**
02.03.03.01	CONCRETO F'C=175 KG/CM2-CUNETAS	m3	955.48	353.17	337,446.87
02.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-CUNETAS	m2	276.96	34.16	9,460.95
02.03.04	**VARIOS**				**20,774.89**
02.03.04.01	JUNTAS CON ASFALTO E=1"	m	3,600.50	5.77	20,774.89
02.04	**PONTON DE CONCRETO**				**1,031,034.48**
02.04.01	**TRABAJOS PRELIMINARES**				**6,251.00**
02.04.01.01	ENCAUSAMIENTO DE QUEBRADA	m3	144.00	5.29	761.76
02.04.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	827.94	3.61	2,988.86
02.04.01.03	TRAZO Y REPLANTEO EN PONTONES	m2	827.94	3.02	2,500.38
02.04.02	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				**114,936.91**
02.04.02.01	EXCAVACIÓN CON EQUIPO EN TERRENO SECO,SUELTO	m3	1,172.15	6.35	7,443.15
02.04.02.02	EXCAVACIÓN CON EQUIPO BAJO AGUA	m3	1,412.11	10.80	15,250.79
02.04.02.03	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO COMPACTADO	m3	1,276.52	39.15	49,975.76
02.04.02.04	RELLENO CON OVER PARA ZAPATAS, E=0.40m	m3	170.51	133.08	22,691.47
02.04.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA	m3	3,230.32	6.06	19,575.74
02.04.03	**OBRAS DE CONCRETO SIMPLE**				**53,434.61**
02.04.03.01	CONCRETO F´C=100KG/CM2, PARA SOLADOS, E=4"	m2	426.19	37.23	15,867.05
02.04.03.02	MAMPOSTERIA DE PIEDRA FC=140KG/CM2	m3	116.15	323.44	37,567.56
02.04.04	**OBRAS DE CONCRETO ARMADO**				**745,372.80**
02.04.04.01	**ZAPATAS DE CONCRETO ARMADO**				**236,193.40**
02.04.04.01.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2- ZAPATAS	m3	329.81	433.38	142,933.06
02.04.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO- ZAPATAS	m2	184.78	34.16	6,312.08
02.04.04.01.03	ACERO DE REFUERZO Fy=4200kg/cm2- ZAPATAS	kg	15,254.08	5.70	86,948.26
02.04.04.02	**ESTRIBOS DE CONCRETO ARMADO**				**356,848.94**
02.04.04.02.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2- ESTRIBOS	m3	455.86	445.38	203,030.93
02.04.04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO- ESTRIBOS Y ALERO DE ESTRIBO	m2	1,170.57	34.16	39,986.67

Presupuesto

Presupuesto **0403009** **"ESTUDIO DEFINITIVO DEL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL LA LIBERTAD DE HUASCAYACU - COMUNIDAD NATIVA SAN RAFAEL L=6.014 KM - DISTRITO Y PROVINCIA DE MOYOBAMBA - SAN MARTIN"**

Lugar **SAN MARTIN - MOYOBAMBA - MOYOBAMBA**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
02.04.04.02.03	ACERO DE REFUERZO Fy=4200kg/cm2- ESTRIBO	kg	19,970.41	5.70	113,831.34
02.04.04.03	**LOSAS Y VEREDAS DE CONCRETO ARMADO**				**95,278.88**
02.04.04.03.01	CONCRETO FC=280KG/CM2, LOSA Y VEREDAS	m3	54.46	467.17	25,442.08
02.04.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO- LOSA Y VEREDAS	m2	242.32	34.16	8,277.65
02.04.04.03.03	ACERO DE REFUERZO Fy=4200kg/cm2- LOSA Y VEREDAS	kg	10,799.85	5.70	61,559.15
02.04.04.04	**VIGAS**				**39,593.85**
02.04.04.04.01	CONCRETO FC=280KG/CM2- VIGAS	m3	36.06	475.67	17,152.66
02.04.04.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO- VIGAS	m2	173.79	34.16	5,936.67
02.04.04.04.03	ACERO DE REFUERZO Fy=4200kg/cm2- VIGAS	kg	2,895.53	5.70	16,504.52
02.04.04.05	**LOSA DE APROXIMACIÓN**				**17,457.73**
02.04.04.05.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2- LOSA DE APROXIMACION	m3	17.35	433.38	7,519.14
02.04.04.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO- LOSA DE APROXIMACION	m2	24.00	34.16	819.84

02.04.04.05.03	ACERO DE REFUERZO Fy=4200kg/cm2- LOSA DE APROXIMACION	kg	1,599.78	5.70	9,118.75
02.04.05	**VARIOS**				**111,039.16**
02.04.05.01	ACABADO DE VEREDAS	m2	60.15	25.41	1,528.41
02.04.05.02	BARANDAS METALICAS PARA PUENTES	m	112.00	379.86	42,544.32
02.04.05.03	PINTURA EN BARANDAS METALICAS PARA PUENTES	m	170.40	9.75	1,661.40
02.04.05.04	GEOTEXTIL PARA PROTEGER ESTRIBOS	m2	550.28	6.33	3,483.27
02.04.05.05	MATERIAL FILTRO PARA PROTEGER ESTRIBOS, E=0.30m	m3	158.89	69.86	11,100.06
02.04.05.06	TUBERIA PVC-SAP DE 2" EN ESTRIBOS PARA DRENAJE	m	184.80	14.40	2,661.12
02.04.05.07	MECANISMOS PARA ANCLAJE DE LOSA EN ESTRIBO (APOYO FIJO)	und	18.00	711.38	12,804.84
02.04.05.08	MECANISMOS PARA ANCLAJE DE LOSA DE APROXIMACIÓN Y ESTRIBOS	und	36.00	455.58	16,400.88
02.04.05.09	JUNTAS DE DILATACION EXTREMO MOVIL	m	18.60	81.41	1,514.23
02.04.05.10	JUNTAS DE DILATACION EXTREMO FIJO	m	18.60	81.41	1,514.23
02.04.05.11	DRENAJE CON TUBERIA PVC SAP 2", EN LOSA	m	9.00	14.40	129.60
02.04.05.12	APARATOS DE APOYO DE NEOPRENE	und	16.00	981.05	15,696.80
02.05	**PROTECCION DE ESTRIBOS CON GAVIONES**				**146,392.42**
02.05.01	**TRABAJOS PRELIMINARES**				**1,574.63**
02.05.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	237.50	3.61	857.38
02.05.01.02	TRAZO Y REPLANTEO EN GAVIONES	m2	237.50	3.02	717.25
02.05.02	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				**9,361.95**
02.05.02.01	EXCAVACIÓN EN TERRENO NORMAL CON MAQUINARIA	m3	451.27	6.35	2,865.56
02.05.02.02	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACIÓN DE ZANJAS PARA GAVIONES	m2	641.25	4.80	3,078.00
02.05.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA	m3	564.09	6.06	3,418.39
02.05.03	**GAVIONES DE PIEDRA**				**135,455.84**
02.05.03.01	GAVIONES CAJA 10x12 2.40mm G+PVC 5.0x1.0x1.0	und	57.00	1,076.24	61,345.68
02.05.03.02	GAVIONES CAJA 10x12 2.40mm G+PVC 5.0x1.5x1.0	und	38.00	1,491.27	56,668.26
02.05.03.03	GAVIONES CAJA 10x12 2.40mm G+PVC 5.0x1.5x0.5	und	19.00	795.74	15,119.06
02.05.03.04	FILTRO GEOTEXTIL PARA PROTEGER GAVIONES	m2	424.65	5.47	2,322.84
03	**INSTALACIÓN DE SEÑALIZACIÓN VIAL**				**26,906.09**
03.01	SEÑALES PREVENTIVAS (0.60m X 0.60m)	und	50.00	339.35	16,967.50
03.02	SEÑALES REGLAMENTARIAS (0.60m X 0.60m)	und	8.00	339.35	2,714.80
03.03	SEÑALES INFORMATIVAS	und	9.00	460.87	4,147.83
03.04	SEÑALES AMBIENTALES	und	4.00	460.87	1,843.48
03.05	HITOS KILOMÉTRICOS	und	8.00	154.06	1,232.48
04	**PLAN DE SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL**				**74,508.07**
04.01	RIEGO PERMANENTE EN OBRA	mes	5.00	743.16	3,715.80
04.02	REACONDICIONAMIENTO DE AREA DE CAMPAMENTO Y PATIO DE MAQUINAS	m2	249.00	2.57	639.93
04.03	ACONDICIONAMIENTO DE BOTADEROS	m2	25,600.00	1.06	27,136.00
04.04	EXCAVACION DE HOYOS PARA PLANTACION DE ARBOLES	m3	44.14	36.77	1,623.03
04.05	SIEMBRA DE PLANTONES INC. TAPADO DE HOYOS 30x30x40 INC. SUMINISTRO	und	1,226.10	10.74	13,168.31

Presupuesto

Presupuesto **0403009** **"ESTUDIO DEFINITIVO DEL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL LA LIBERTAD DE HUASCAYACU - COMUNIDAD NATIVA SAN RAFAEL L=6.014 KM - DISTRITO Y PROVINCIA DE MOYOBAMBA - SAN MARTIN"**

Lugar **SAN MARTIN - MOYOBAMBA - MOYOBAMBA**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
04.06	CAPACITACIÓN EN MATENIMIENTO VIAL PREVENTIVO	CHL	2.00	3,650.00	7,300.00
04.07	CHARLAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL	CHL	2.00	3,650.00	7,300.00
04.08	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	und	1.00	13,625.00	13,625.00
	COSTO DIRECTO				**3,699,047.42**
	GASTOS GENERALES (10.00%)				**369,904.74**
	UTILIDAD (6.00%)				**221,942.85**

	SUB TOTAL				**4,290,895.01**
	IGV (18.00%)				**772,361.10**

COSTO TOTAL	**5,063,256.11**
SUPERVISION (5.00% CD)	**184,952.37**
INTERVENCION AMBIENTAL (0.70% CD)	**25,893.33**

PRESUPUESTO TOTAL	**5,274,101.81**

ESTUDIO DEFINITIVO DEL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL LA LIBERTAD DE HUASCAYACU – CC. NN. SAN RAFAEL, DISTRITO DE MOYOBAMBA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA – SAN MARTÍN

COSTOS - SUPERVISIÓN

Item	Descripción	Und.	Cant.	Tiempo (Mes)				P. U. (S/)	Parcial (S/)	Total (S/)
				Revisión exped. técnico	Supervisión de obra	Liquidación de obra	Tiempo total de participación			
A.	**Honorarios, sueldos y salarios**									
	Personal profesional									**60,900.00**
	Ing. Civil - Supervisor	Mes	1.0	1.0	5.0	1.0	7.0	5,500.00	38,500.00	
	Ing. Civil - Asistente de Supervisión	Mes	1.0	1.0	5.0	1.0	7.0	3,200.00	22,400.00	
	Personal técnico									**17,400.00**
	Técnico de topografía	Mes	1.0		5.0		5.0	1,200.00	6,000.00	
	Técnico de suelos y concretos	Mes	1.0		2.0		2.0	1,500.00	3,000.00	

	Técnico en dibujo CAD	Mes	1.0	1.0	5.0	1.0	7.0	1,200.00	8,400.00	
	Personal auxiliar									**13,499.95**
	Secretaria	Mes	1.0	0.5	5.0	1.0	6.5	1,000.00	6,499.95	
	Ayudante de topografía	Mes	1.0		5.0		5.0	1,000.00	5,000.00	
	Ayudante de suelos y concretos	Mes	1.0		2.0		2.0	1,000.00	2,000.00	
B.	**Beneficios sociales**									**9,180.00**
	Del personal profesional	%	10.00					60,900.00	6,090.00	
	Del personal técnico	%	10.00					17,400.00	1,740.00	
	Del personal auxiliar	%	10.00					13,499.95	1,350.00	
C.	**Alquileres y servicios**									**38,511.85**
	Alquiler de oficina	Mes	1.0	1.0	5.0	1.0	7.0	600.00	4,200.00	
	Alquiler de mobiliario y equipo de oficina	Mes	1.0	1.0	5.0	1.0	7.0	150.00	1,050.00	
	Alquiler de equipos de topografía	Mes	1.0		5.0		5.0	1,500.00	7,500.00	
	Alquiler de camioneta doble cabina 4x4	Mes	1.0		5.0		5.0	3,000.00	15,000.00	
	Alquiler de equipo de laboratorio de suelos y concreto	Mes	1.0		2.0		2.0	2,200.00	4,400.00	
	Alquiler de equipo de computo	Mes	1.0	1.0	5.0	1.0	7.0	175.00	1,225.00	
	Alquiler de copiadora	Mes	1.0		5.0	1.0	6.0	200.00	1,200.00	
	Alquiler de ploter	Mes	1.0	1.0	5.0	1.0	7.0	390.98	2,736.85	
	Movilización y desmovilización de mobiliario y equipos	Glb							1,200.00	
D.	**Materiales y útiles de oficina**									**5,400.00**
	Utiles de oficina y dibujo	Glb							1,200.00	
	Materiales fungibles de topografía y materiales fungibles para utilizar en laboratorio de suelos, concretos, etc.	Glb							3,000.00	
	Materiales fotográficos y filmicos	Glb							1,200.00	
Costo Directo										**144,891.80**
Utidad (5% CD)										7,244.59
Sub total										**152,136.39**
IGV (18 % del Sub total)										27,384.55
Total										**179,520.94**

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/)
	INTERVENCIÓN AMBIENTAL					**25,132.93**
1	**INTERVENCIÓN EN RR.NN.**					**25,132.93**
1.1	**RECUPERACIÓN DE LA COBERTURA BOSCOSA**					**25,132.93**
1.1.1	**Reforestación del Área de Intervención**	Mes		4	3,350.00	**13,400.00**
						3,350.00
	Mano de Obra					
	Profesional	Mes		0.5	2,200.00	1,100.00
	Asistente Técnico	Mes		0.5	1,800.00	900.00
	Mano no calificada	Mes		1	1,350.00	1,350.00
						3,350.00
1.1.2	**Construcción de Viveros**	Viveros		1	2,812.36	**2,812.36**
						2,812.36
	Mano de Obra					
	Profesional	días		6	80.00	480.00
	Asistente Técnico	días		6	60.00	360.00
	Mano no Calificada	días	3	6	80.00	480.00
						1,320.00
	Materiales					
	Tubo PVC 4" de 3m	Und.		3	20.00	60.00
	Fierro 3/8"	Varilla		2	18.00	36.00

	Fierro 1/2"	Varilla		3	32.00	96.00
	Alambre de Amarre N°18	kg		3	10.00	30.00
	Cemento	Und.		3	25.00	75.00
	Malla Rachell	Metro		25	12.00	300.00
	Alambre de Púas	Rollo		3	65.00	195.00
	Grapas	kg		2	7.00	14.00
	Poste de Pona de 2.5m de altura	Und.		3	20.00	60.00
	Calamina	Und.		5	20.00	100.00
	Hilo Nylon de Tres Hebras Delgada	Rollo		2	40.00	80.00
	Tubo PVC 1/2" de 5m	Und.		3	7.00	21.00
	Codo PVC 1/2"	Und.		3	1.50	4.50
	Pegamento Para Tubería 1/8 de kg	Und.		1	15.00	15.00
	Teflón	Und.		2	1.00	2.00
	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		25	1.55	38.86
	Wincha de 5m	Und.		1	26.00	26.00
	Palana	Und.		1	100.00	100.00
	Rastrillo	Und.		1	15.00	15.00
	Carretilla	Und.		1	115.00	115.00
	Machete	Und.		3	10.00	30.00
	Malla 1/4" Para Zaranda	Metro		2	7.00	14.00
						1,492.36
1.1.3	**Producción de Plantones**	Producción		1	8,920.57	**8,920.57**
						8,920.57
	Mano de Obra					
	Profesional	Mes		1	2,200.00	2,200.00
	Profesional Técnico	Mes		1	1,800.00	1,800.00
	Mano no Calificada	Mes	3	1	1,200.00	1,200.00
						5,200.00
	Materiales					
	Bolsa Para Plantones 3x5"	Millar		10	10.00	100.00
	Tierra Negra	M3		5	50.00	250.00
	Humos de Lombriz	Kg.		100	1.00	100.00
	Cal	kg		25	2.00	50.00
	Semillas	Kg.		20	120.00	2,400.00
	Regadora	Und.		2	50.00	100.00
	Fertilizantes	Saco		3	100.00	300.00
	Movilidad	Servicio		2	160.29	320.57
						3,620.57
	Equipos					
	Herramientas Manuales	%MO		1	100.00	100.00
						100.00

4.7.5. Relación de insumos

4.7.6. Fórmula polinómica

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

Subpresupuesto	**001 "ESTUDIO DEFINITIVO DEL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL LA LIBERTAD DE HUASCAYACU- COMUNIDAD NATIVA SAN RAFAEL, DISTRITO DE MOYOBAMBA, PROVINCIA DE**
Fecha Presupuesto	**18/09/2017**
Moneda	**SOLES**
Ubicación Geográfica	**220101 SAN MARTIN - MOYOBAMBA - MOYOBAMBA**

K = 0.106*(AMr / AMo) + 0.106*(Ar / Ao) + 0.131*(Cr / Co) + 0.218*(Mr / Mo) + 0.130*(Mr / Mo) + 0.185*(Ir / Io) + 0.124*(Dr / Do)

Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.106	84.906	AM	03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO
		15.094		44	MADERA TERCIADA PARA CARPINTERIA
2		100.000	A	05	AGREGADO GRUESO
3	0.131	100.000	C	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
4	0.218	100.000	M	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO
5	0.130	100.000	M	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
6	0.185	100.000	I	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR
7	0.124	100.000	D	30	DOLAR (GENERAL PONDERADO)

Fórmula Polinómica - Agrupamiento Preliminar

Presupuesto **0403008** **"ESTUDIO DEFINITIVO DEL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL LA LIBERTAD DE HUASCAYACU- COMUNIDAD NATIVA SAN RAFAEL, DISTRITO DE MOYOBAMBA, PROVINCIA DE**

Subpresupuesto **001** **"ESTUDIO DEFINITIVO DEL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL LA LIBERTAD DE HUASCAYACU- COMUNIDAD NATIVA SAN RAFAEL, DISTRITO DE MOYOBAMBA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA- SAN**

Fecha presupuesto **18/09/2017**

Moneda **SOLES**

Indice	Descripción	% Inicio	% Saldo	Agrupamiento
02	ACERO DE CONSTRUCCION LISO	1.237	0.000	
03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO	5.994	9.013	+02+26+46+51+52+56+61+65
04	AGREGADO FINO	0.155	0.000	
05	AGREGADO GRUESO	9.136	10.645	+04+13+38
13	ASFALTO	0.227	0.000	
21	CEMENTO PORTLAND TIPO I	10.857	13.069	+32+37
26	CERRAJERIA NACIONAL	0.004	0.000	
29	DOLAR	0.461	0.000	
30	DOLAR (GENERAL PONDERADO)	6.931	12.430	+29+54+72
32	FLETE TERRESTRE	1.820	0.000	
37	HERRAMIENTA MANUAL	0.392	0.000	
38	HORMIGON	1.127	0.000	
39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR	18.543	18.543	
43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT.	0.008	0.000	
44	MADERA TERCIADA PARA CARPINTERIA	1.502	1.561	+43+45
45	MADERA TERCIADA PARA ENCOFRADO	0.051	0.000	
46	MALLA DE ACERO	0.987	0.000	
47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES	13.039	13.039	
48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL	7.494	0.000	
49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO	14.206	21.700	+48
51	PERFIL DE ACERO LIVIANO	0.518	0.000	
52	PERFIL DE ALUMINIO	0.001	0.000	
54	PINTURA LATEX	0.080	0.000	
56	PLANCHA DE ACERO LAC	0.035	0.000	
61	PLANCHA GALVANIZADA	0.123	0.000	
65	TUBERIA DE ACERO NEGRO Y/O GALVANIZADO	0.114	0.000	
72	TUBERIA DE PVC PARA AGUA	4.958	0.000	
	Total	**100.000**	**100.000**	

4.7.7. Calendario valorizado de avance de obra

CRONOGRAMA DE AVANCE FISICO VALORIZADO

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

Ubicación:	**SAN MARTIN - MOYOBAMBA - MOYOBAMBA**			**Costo al:**	**18/09/2017**										
						MES 1		**MES 2**		**MES 3**		**MES 4**		**MES 5**	
Item	**Descripción**	**Und.**	**Metrado**	**Precio (S/)**	**Parcial (S/)**	**% AVANCE**	**MONTO**	**% AVANCE**	**MONTO**	**% AVANCE**	**MONTO**	**% AVANCE**	**MONTO**	**% AVANCE**	**MONTO**
01	MEJORAMIENTO DE LA VIA AFIRMADO														
01.01	OBRAS PROVISIONALES														
01.01.01	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA	m2	84.00	67.03	5,630.52	100%	5,630.52	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
01.01.02	CARTEL DE OBRA 3.60 X 2.40	und	1.00	1,480.17	1,480.17	100%	1,480.17	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
01.01.03	MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL	mes	5.00	1,685.00	8,425.00	20%	1,685.00	20%	1,685.00	20%	1,685.00	20%	1,685.00	20%	1,685.00
01.02	OBRAS PRELIMINARES														
01.02.01	FLETE TERRESTRE	GLB	1.00	46,399.00	46,399.00	100%	46,399.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
01.02.02	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO	GLB	1.00	33,120.00	33,120.00	50%	16,560.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	50%	16,560.00
01.02.03	TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL CON EQUIPO	KM	6.01	954.88	5,738.83	100%	5,738.83	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
01.03	EXPLANACIONES														
01.03.01	CORTE DE MATERIAL ORGANICO	m3	10,459.62	5.57	58,260.08	100%	58,260.08	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
01.03.02	CORTE EN MATERIAL SUELTO	m3	7,022.45	5.57	39,115.05	100%	39,115.05	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
01.03.03	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA-CONFORMACIÓN DE TERRAPLENES	KM	6.01	1,031.70	6,200.52	50%	3,100.26	50%	3,100.26	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
01.03.04	REPOSICION DE MATERIAL INADECUADO CON MATERIAL PROPIO	m3	4,170.63	9.15	38,161.26	0%	0.00	100%	38,161.26	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
01.03.05	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m2	39,673.43	1.85	73,395.85	0%	0.00	67%	49,175.22	33%	24,220.63	0%	0.00	0%	0.00
01.03.06	CONFORMACION DE TERRAPLENES CON MATERIAL PROPIO	m3	2,149.58	4.68	10,060.03	0%	0.00	100%	10,060.03	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
01.03.07	CONFORMACION DE TERRAPLENES CON MATERIAL DE CANTERA	m3	6,678.07	22.96	153,328.49	0%	0.00	100%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
01.03.08	CONFORMACION Y PERFILADO DE CUNETAS TRIANGULARES	m	6,935.00	0.82	5,686.70	0%	0.00	40%	2,274.68	60%	3,412.02	0%	0.00	0%	0.00
01.03.09	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO	m3	13,074.52	5.68	74,263.27	20%	14,852.65	40%	29,705.31	40%	29,705.31	0%	0.00	0%	0.00
01.04	PAVIMENTOS				0.00										
01.04.01	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON GEOMALLA MULTIAXIAL	m2	37,779.00	4.30	162,449.70	0%	0.00	0%	0.00	60%	97,469.82	40%	64,979.88	0%	0.00
01.04.02	AFIRMADO E=0.20 M	m2	37,748.95	11.50	434,112.93	0%	0.00	0%	0.00	60%	260,467.76	40%	173,645.17	0%	0.00
02	CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE ARTE Y DRENAJE														
02.01	ALCANTARILLAS - TUBERIA CORRUGADA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD														
02.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES														
02.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO EN ALCANTARILLAS	m2	3,262.25	3.02	9,852.00	0%	0.00	0%	0.00	40%	3,940.80	60%	5,911.20	0%	0.00
02.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS														
02.01.02.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS CON EQUIPO	m3	2,677.14	6.35	16,999.84	0%	0.00	0%	0.00	40%	6,799.94	60%	10,199.90	0%	0.00
02.01.02.02	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACIÓN DE ZANJAS PARA ESTRUCTURAS	m2	1,231.36	4.80	5,910.53	0%	0.00	0%	0.00	20%	1,182.11	80%	4,728.42	0%	0.00
02.01.02.03	BASE GRANULAR E=0.30m, COMPACTADO CON EQUIPO LIVIANO	m2	623.78	16.68	10,404.65	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	10,404.65	0%	0.00
02.01.02.04	RELLENO CON OVER PARA ZAPATAS DE CABEZALES Y ALAS DE ENCAUSAMIENTO, E=0.30m	m3	207.35	133.08	27,594.14	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	27,594.14	0%	0.00
02.01.02.05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO PARA ESTRUCTURAS	m3	1,238.69	16.08	19,918.14	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	19,918.14	0%	0.00
02.01.02.06	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO PARA ALCANTARILLAS	m3	2,246.50	6.06	13,613.79	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	60%	8,168.27	40%	5,445.52
02.01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE														
02.01.03.01	CONCRETO F´C=100KG/CM2, PARA SOLADOS, E=4"	m2	607.58	34.10	20,718.48	0%	0.00	0%	0.00	40%	8,287.39	60%	12,431.09	0%	0.00
02.01.03.02	MAMPOSTERIA DE PIEDRA FC=175KG/CM2	m3	258.52	286.55	74,078.91	0%	0.00	0%	0.00	20%	14,815.78	80%	59,263.12	0%	0.00

02.01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO															
02.01.04.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2- ZAPATAS DE CABEZALES DE ALCANTARILLAS	m3	301.52	417.38	125,848.42	0%	0.00	0%	0.00	20%	25,169.68	80%	100,678.73	0%	0.00
02.01.04.02	ACERO DE REFUERZO Fy=4200kg/cm2-CABEZALES Y ALAS DE ENCAUZAMIENTO DE A	kg	14,283.48	5.70	81,415.84	0%	0.00	0%	0.00	80%	65,132.67	20%	16,283.17	0%	0.00
02.01.04.03	CONCRETO F'C=175 KG/CM2-CABEZALES Y ALAS DE ENCAUZAMIENTO - ALCANTARIL	m3	214.67	396.23	85,058.69	0%	0.00	0%	0.00	20%	17,011.74	80%	68,046.96	0%	0.00
02.01.04.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CABEZALES Y ALAS DE ENCAUZAMIENTO - ALC	m2	1,940.65	34.16	66,292.60	0%	0.00	0%	0.00	60%	39,775.56	40%	26,517.04	0%	0.00
02.01.05	TUBERIA CORRUGADA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD - ALCANTARILLAS															
02.01.05.01	TUBERIA CORRUGADA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD D=24"	m	63.70	265.16	16,890.69	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	16,890.69	0%	0.00
02.01.05.02	TUBERIA CORRUGADA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD D=36"	m	100.52	426.32	42,853.69	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	42,853.69	0%	0.00
02.01.05.03	TUBERIA CORRUGADA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD D=42"	m	103.63	734.29	76,094.47	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	76,094.47	0%	0.00
02.01.05.04	TUBERIA CORRUGADA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD D=48"	m	18.29	811.23	14,837.40	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	14,837.40	0%	0.00
02.01.05.05	TUBERIA CORRUGADA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD D=60"	m	59.44	1,201.53	71,418.94	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	71,418.94	0%	0.00
02.02	ALCANTARILLAS TIPO MARCO-CRUCE VEHICULAR															
02.02.01	TRABAJOS PRELIMINARES															
02.02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL	m2	21.60	9.53	205.85	0%	0.00	0%	0.00	100%	205.85	0%	0.00	0%	0.00
02.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS															
02.02.02.01	EXCAVACION MANUAL DE ALCANTARILLA	m3	17.50	36.77	643.48	0%	0.00	0%	0.00	100%	643.48	0%	0.00	0%	0.00
02.02.02.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	2.70	21.21	57.27	0%	0.00	0%	0.00	100%	57.27	0%	0.00	0%	0.00
02.02.02.03	BASE GRANULAR E=0.10m	m2	13.44	18.17	244.20	0%	0.00	0%	0.00	100%	244.20	0%	0.00	0%	0.00
02.02.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	21.88	6.06	132.59	0%	0.00	0%	0.00	100%	132.59	0%	0.00	0%	0.00
02.02.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE															
02.02.03.01	SOLADO E=4" (C:H, 1:10)	m2	13.44	34.10	458.30	0%	0.00	0%	0.00	100%	458.30	0%	0.00	0%	0.00
02.02.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO															
02.02.04.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2- ALCANTARILLA	m3	8.42	429.38	3,615.38	0%	0.00	0%	0.00	100%	3,615.38	0%	0.00	0%	0.00
02.02.04.02	ACERO DE REFUERZO Fy=4200kg/cm2-ALCANTARILLA	kg	554.25	5.70	3,159.23	0%	0.00	0%	0.00	100%	3,159.23	0%	0.00	0%	0.00
02.02.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-ALCANTARILLA	m2	52.40	34.16	1,789.98	0%	0.00	0%	0.00	100%	1,789.98	0%	0.00	0%	0.00
02.02.05	VARIOS															
02.02.05.01	JUNTAS CON ASFALTO E=1"	m	7.00	5.77	40.39	0%	0.00	0%	0.00	100%	40.39	0%	0.00	0%	0.00
02.03	CUNETAS DE CONCRETO															
02.03.01	TRABAJOS PRELIMINARES															
02.03.01.01	TRAZO Y REPLANTEO EN CUNETAS	KM	5.68	814.16	4,624.43	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	4,624.43	0%	0.00
02.03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS															
02.03.02.01	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA PARA CUNETAS	m3	1,255.60	3.50	4,394.60	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	4,394.60	0%	0.00
02.03.02.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE CUNETAS	m2	10,799.60	7.35	79,377.06	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	79,377.06	0%	0.00
02.03.02.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO PARA CUNETAS	m3	2,990.49	6.07	18,152.27	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	50%	9,076.14	50%	9,076.14
02.03.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE															
02.03.03.01	CONCRETO F'C=175 KG/CM2-CUNETAS	m3	955.48	353.17	337,446.87	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	50%	168,723.44	50%	168,723.44
02.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-CUNETAS	m2	276.96	34.16	9,460.95	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	80%	7,568.76	20%	1,892.19
02.03.04	VARIOS															
02.03.04.01	JUNTAS CON ASFALTO E=1"	m	3,600.50	5.77	20,774.89	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	20,774.89

02.04	PONTON DE CONCRETO															
02.04.01	TRABAJOS PRELIMINARES															
02.04.01.01	ENCAUSAMIENTO DE QUEBRADA	m3	144.00	5.29	761.76	0%	0.00	100%	761.76	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
02.04.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	827.94	3.61	2,988.86	0%	0.00	100%	2,988.86	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
02.04.01.03	TRAZO Y REPLANTEO EN PONTONES	m2	827.94	3.02	2,500.38	0%	0.00	100%	2,500.38	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
02.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS															
02.04.02.01	EXCAVACIÓN CON EQUIPO EN TERRENO SECO,SUELTO	m3	1,172.15	6.35	7,443.15	0%	0.00	100%	7,443.15	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
02.04.02.02	EXCAVACIÓN CON EQUIPO BAJO AGUA	m3	1,412.11	10.80	15,250.79	0%	0.00	100%	15,250.79	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
02.04.02.03	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO COMPACTADO	m3	1,276.52	39.15	49,975.76	0%	0.00	50%	24,987.88	50%	24,987.88	0%	0.00	0%	0.00
02.04.02.04	RELLENO CON OVER PARA ZAPATAS, E=0.40m	m3	170.51	133.08	22,691.47	0%	0.00	50%	11,345.74	50%	11,345.74	0%	0.00	0%	0.00
02.04.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA	m3	3,230.32	6.06	19,575.74	0%	0.00	0%	0.00	100%	19,575.74	0%	0.00	0%	0.00
02.04.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE															
02.04.03.01	CONCRETO F´C=100KG/CM2, PARA SOLADOS, E=4"	m2	426.19	37.23	15,867.05	0%	0.00	100%	15,867.05	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
02.04.03.02	MAMPOSTERIA DE PIEDRA FC=140KG/CM2	m3	116.15	323.44	37,567.56	0%	0.00	0%	0.00	100%	37,567.56	0%	0.00	0%	0.00
02.04.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO															
02.04.04.01	ZAPATAS DE CONCRETO ARMADO															
02.04.04.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2- ZAPATAS	m3	329.81	433.38	142,933.06	0%	0.00	0%	0.00	100%	142,933.06	0%	0.00	0%	0.00
02.04.04.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO- ZAPATAS	m2	184.78	34.16	6,312.08	0%	0.00	20%	1,262.42	80%	5,049.67	0%	0.00	0%	0.00
02.04.04.01	ACERO DE REFUERZO Fy=4200kg/cm2- ZAPATAS	kg	15,254.08	5.70	86,948.26	0%	0.00	50%	43,474.13	50%	43,474.13	0%	0.00	0%	0.00
02.04.04.02	ESTRIBOS DE CONCRETO ARMADO															
02.04.04.02	CONCRETO F'C=210 KG/CM2- ESTRIBOS	m3	455.86	445.38	203,030.93	0%	0.00	0%	0.00	100%	203,030.93	0%	0.00	0%	0.00
02.04.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO- ESTRIBOS Y ALERO DE ESTRIBO	m2	1,170.57	34.16	39,986.67	0%	0.00	0%	0.00	100%	39,986.67	0%	0.00	0%	0.00
02.04.04.02	ACERO DE REFUERZO Fy=4200kg/cm2- ESTRIBO	kg	19,970.41	5.70	113,831.34	0%	0.00	0%	0.00	100%	113,831.34	0%	0.00	0%	0.00
02.04.04.03	LOSAS Y VEREDAS DE CONCRETO ARMADO															
02.04.04.03	CONCRETO FC=280KG/CM2, LOSA Y VEREDAS	m3	54.46	467.17	25,442.08	0%	0.00	0%	0.00	100%	25,442.08	0%	0.00	0%	0.00
02.04.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO- LOSA Y VEREDAS	m2	242.32	34.16	8,277.65	0%	0.00	0%	0.00	100%	8,277.65	0%	0.00	0%	0.00
02.04.04.03	ACERO DE REFUERZO Fy=4200kg/cm2- LOSA Y VEREDAS	kg	10,799.85	5.70	61,559.15	0%	0.00	0%	0.00	100%	61,559.15	0%	0.00	0%	0.00
02.04.04.04	VIGAS															
02.04.04.04	CONCRETO FC=280KG/CM2- VIGAS	m3	36.06	475.67	17,152.66	0%	0.00	0%	0.00	100%	17,152.66	0%	0.00	0%	0.00
02.04.04.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO- VIGAS	m2	173.79	34.16	5,936.67	0%	0.00	0%	0.00	100%	5,936.67	0%	0.00	0%	0.00
02.04.04.04	ACERO DE REFUERZO Fy=4200kg/cm2- VIGAS	kg	2,895.53	5.70	16,504.52	0%	0.00	0%	0.00	100%	16,504.52	0%	0.00	0%	0.00
02.04.04.05	LOSA DE APROXIMACIÓN															
02.04.04.05	CONCRETO F'C=210 KG/CM2- LOSA DE APROXIMACION	m3	17.35	433.38	7,519.14	0%	0.00	0%	0.00	100%	7,519.14	0%	0.00	0%	0.00
02.04.04.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO- LOSA DE APROXIMACION	m2	24.00	34.16	819.84	0%	0.00	0%	0.00	100%	819.84	0%	0.00	0%	0.00
02.04.04.05	ACERO DE REFUERZO Fy=4200kg/cm2- LOSA DE APROXIMACION	kg	1,599.78	5.70	9,118.75	0%	0.00	0%	0.00	100%	9,118.75	0%	0.00	0%	0.00
02.04.05	VARIOS															
02.04.05.01	ACABADO DE VEREDAS	m2	60.15	25.41	1,528.41	0%	0.00	0%	0.00	100%	1,528.41	0%	0.00	0%	0.00
02.04.05.02	BARANDAS METALICAS PARA PUENTES	m	112.00	379.86	42,544.32	0%	0.00	0%	0.00	100%	42,544.32	0%	0.00	0%	0.00
02.04.05.03	PINTURA EN BARANDAS METALICAS PARA PUENTES	m	170.40	9.75	1,661.40	0%	0.00	0%	0.00	100%	1,661.40	0%	0.00	0%	0.00
02.04.05.04	GEOTEXTIL PARA PROTEGER ESTRIBOS	m2	550.28	6.33	3,483.27	0%	0.00	0%	0.00	100%	3,483.27	0%	0.00	0%	0.00
02.04.05.05	MATERIAL FILTRO PARA PROTEGER ESTRIBOS, E=0.30m	m3	158.89	69.86	11,100.06	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	11,100.06
02.04.05.06	TUBERIA PVC-SAP DE 2" EN ESTRIBOS PARA DRENAJE	m	184.80	14.40	2,661.12	0%	0.00	0%	0.00	100%	2,661.12	0%	0.00	0%	0.00
02.04.05.07	MECANISMOS PARA ANCLAJE DE LOSA EN ESTRIBO (APOYO FIJO)	und	18.00	711.38	12,804.84	0%	0.00	0%	0.00	100%	12,804.84	0%	0.00	0%	0.00
02.04.05.08	MECANISMOS PARA ANCLAJE DE LOSA DE APROXIMACIÓN Y ESTRIBOS	und	36.00	455.58	16,400.88	0%	0.00	0%	0.00	100%	16,400.88	0%	0.00	0%	0.00
02.04.05.09	JUNTAS DE DILATACION EXTREMO MOVIL	m	18.60	81.41	1,514.23	0%	0.00	0%	0.00	100%	1,514.23	0%	0.00	0%	0.00
02.04.05.10	JUNTAS DE DILATACION EXTREMO FIJO	m	18.60	81.41	1,514.23	0%	0.00	0%	0.00	100%	1,514.23	0%	0.00	0%	0.00
02.04.05.11	DRENAJE CON TUBERIA PVC SAP 2", EN LOSA	m	9.00	14.40	129.60	0%	0.00	0%	0.00	100%	129.60	0%	0.00	0%	0.00
02.04.05.12	APARATOS DE APOYO DE NEOPRENE	und	16.00	981.05	15,696.80	0%	0.00	0%	0.00	100%	15,696.80	0%	0.00	0%	0.00

02.05	PROTECCION DE ESTRIBOS CON GAVIONES														
02.05.01	TRABAJOS PRELIMINARES														
02.05.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	237.50	3.61	857.38	0%	0.00	0%	0.00	100%	857.38	0%	0.00	0%	0.00
02.05.01.02	TRAZO Y REPLANTEO EN GAVIONES	m2	237.50	3.02	717.25	0%	0.00	0%	0.00	100%	717.25	0%	0.00	0%	0.00
02.05.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS														
02.05.02.01	EXCAVACIÓN EN TERRENO NORMAL CON MAQUINARIA	m3	451.27	6.35	2,865.56	0%	0.00	0%	0.00	100%	2,865.56	0%	0.00	0%	0.00
02.05.02.02	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACIÓN DE ZANJAS PARA GAVIONES	m2	641.25	4.80	3,078.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	3,078.00	0%	0.00	0%	0.00
02.05.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA	m3	564.09	6.06	3,418.39	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	3,418.39	0%	0.00
02.05.03	GAVIONES DE PIEDRA														
02.05.03.01	GAVIONES CAJA 10x12 2.40mm G+PVC 5.0x1.0x1.0	und	57.00	1,076.24	61,345.68	0%	0.00	0%	0.00	100%	61,345.68	0%	0.00	0%	0.00
02.05.03.02	GAVIONES CAJA 10x12 2.40mm G+PVC 5.0x1.5x1.0	und	38.00	1,491.27	56,668.26	0%	0.00	0%	0.00	100%	56,668.26	0%	0.00	0%	0.00
02.05.03.03	GAVIONES CAJA 10x12 2.40mm G+PVC 5.0x1.5x0.5	und	19.00	795.74	15,119.06	0%	0.00	0%	0.00	100%	15,119.06	0%	0.00	0%	0.00
02.05.03.04	FILTRO GEOTEXTIL PARA PROTEGER GAVIONES	m2	424.65	5.47	2,322.84	0%	0.00	0%	0.00	100%	2,322.84	0%	0.00	0%	0.00
03	INSTALACIÓN DE SEÑALIZACIÓN VIAL														
03.01	SEÑALES PREVENTIVAS (0.60m X 0.60m)	und	50.00	339.35	16,967.50	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	16,967.50	0%	0.00
03.02	SEÑALES REGLAMENTARIAS (0.60m X 0.60m)	und	8.00	339.35	2,714.80	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	2,714.80	0%	0.00
03.03	SEÑALES INFORMATIVAS	und	9.00	460.87	4,147.83	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	4,147.83	0%	0.00
03.04	SEÑALES AMBIENTALES	und	4.00	460.87	1,843.48	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	1,843.48	0%	0.00
03.05	HITOS KILOMÉTRICOS	und	8.00	154.06	1,232.48	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	1,232.48	0%	0.00
04	PLAN DE SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL														
04.01	RIEGO PERMANENTE EN OBRA	mes	5.00	743.16	3,715.80	20%	743.16	20%	743.16	20%	743.16	20%	743.16	20%	743.16
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	0%	0.00	100%	639.93
04.03	ACONDICIONAMIENTO DE BOTADEROS	m2	25,600.00	1.06	27,136.00	100%	27,136.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00
04.04	EXCAVACION DE HOYOS PARA PLANTACION DE ARBOLES	m3	44.14	36.77	1,623.03	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	1,623.03
04.05	SIEMBRA DE PLANTONES INC. TAPADO DE HOYOS 30x30x40 INC. SUMINISTRO	und	1,226.10	10.74	13,168.31	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	13,168.31
04.06	CAPACITACIÓN EN MATENIMIENTO VIAL PREVENTIVO	CHL	2.00	3,650.00	7,300.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	7,300.00
04.07	CHARLAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL	CHL	2.00	3,650.00	7,300.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	100%	7,300.00
04.08	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	und	1.00	13,625.00	13,625.00	100%	13,625.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	0.00

COSTO DIRECTO	**3,699,047.42**	6%	**234,325.72**	11%	**414,115.57**	45%	**1,647,192.30**	31%	**1,137,382.13**	7%	**266,031.65**
GASTOS GENERALES (10%)	369,904.74	6%	23,432.57	11%	41,411.56	45%	164,719.23	31%	113,738.21	7%	26,603.17
UTILIDAD (6%)	221,942.85	6%	14,059.54	11%	24,846.93	45%	98,831.54	31%	68,242.93	7%	15,961.90
SUB TOTAL	**4,290,895.01**	6%	**271,817.84**	11%	**480,374.06**	45%	**1,910,743.07**	31%	**1,319,363.27**	7%	**308,596.72**
IGV (18%)	772,361.10	6%	48,927.21	11%	86,467.33	45%	343,933.75	31%	237,485.39	7%	55,547.41
COSTO TOTAL DE LA OBRA	**5,063,256.11**	6%	**320,745.05**	11%	**566,841.39**	45%	**2,254,676.82**	31%	**1,556,848.66**	7%	**364,144.13**
SUPERVISION (5%CD)	184,952.37	6%	11,716.29	11%	20,705.78	45%	82,359.61	31%	56,869.11	7%	13,301.58
INTERVENCION AMBIENTAL (0.7%)	25,893.33	6%	1,640.28	11%	2,898.81	45%	11,530.35	31%	7,961.67	7%	1,862.22
TOTAL DEL PRESUPUESTO	**5,274,101.81**	6%	**334,101.61**	11%	**590,445.97**	45%	**2,348,566.78**	31%	**1,621,679.44**	7%	**379,307.93**

SON : CINCO MILLONES DOSCIENTOS SETENTA Y CUATRO MIL CIENTO UNO CON 81/100 SOLES

4.7.8. Cronograma de Adquisición de Insumos

Ubicación MOYOBAMBA - MOYOBAMBA - SAN MARTIN

Fecha SETIEMBRE 2017

Recurso	Und.	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg	814.294	6.00	4,885.76	0.00	1,465.73	1,954.30	488.58	977.15
CLAVOS PARA MADERA C/C 1"	kg	1	8.00	8.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CLAVOS PARA MADERA C/C 2 1/2"	kg	13.1	6.00	78.60	78.60	0.00	0.00	0.00	0.00
CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg	814.794	6.00	4,888.76	488.88	1,955.50	1,466.63	488.88	488.88
ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	3268.253	6.00	19,609.52	1,960.95	9,804.76	7,843.81	0.00	0.00
PERNO DE ANCLAJE 1/2" X 0.50M	und	144	15.00	2,160.00	0.00	0.00	2,160.00	0.00	0.00
PERNO DE ANCLAJE 2" X 0.50M	und	72	70.00	5,040.00	0.00	0.00	5,040.00	0.00	0.00
PERNO DE ANCLAJE 1/2" X 0.15M	und	168	8.00	1,344.00	0.00	0.00	1,344.00	0.00	0.00
FIERRO LISO DE 5/8"	kg	120	18.00	2,160.00	0.00	0.00	2,160.00	0.00	0.00
ACERO ESTRUCTURAL A-36	kg	952	4.00	3,808.00	0.00	0.00	3,808.00	0.00	0.00
PERNOS 1/4" X 2 1/2"	und	142	3.00	426.00	0.00	0.00	0.00	426.00	0.00
CONO DE SEGURIDAD	und	25	50.00	1,250.00	1,250.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TUBO DE F°GALVANIZADO 3"	m	56	65.00	3,640.00	0.00	0.00	3,640.00	0.00	0.00
TUBO DE F°GALVANIZADO 4"	m	56	85.00	4,760.00	0.00	0.00	4,760.00	0.00	0.00
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2	kg	68934.249	3.80	261,950.15	0.00	130,975.08	130,975.08	0.00	0.00
ARENA FINA	m3	57.12	80.00	4,569.60	0.00	0.00	4,569.60	0.00	0.00
TIERRA DE CHACRA O VEGETAL	m3	22.0698	100.00	2,206.98	0.00	0.00	2,206.98	0.00	0.00
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3	1719.6844	120.00	206,362.13	0.00	0.00	206,362.13	0.00	0.00
PIEDRA GRANDE DE 6"- 8"	m3	617.5	95.00	58,662.50	0.00	0.00	58,662.50	0.00	0.00
ARENA GRUESA	m3	953.814	85.00	81,074.19	0.00	0.00	81,074.19	0.00	0.00
PIEDRA MEDIANA DE 4"- 6"	m3	136.942	90.00	12,324.78	0.00	0.00	12,324.78	0.00	0.00
MATERIAL DE PRESTAMO (OVER)	m3	453.432	90.00	40,808.88	0.00	0.00	40,808.88	0.00	0.00
SOLDADOS DE CONCRETO	und	5	20.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TUBERIA CORRUGADA HDPE N 12 IB WT SOLIDA 36" (UNION HERMETICA ESPIGA/CAMPANA, INC.	m	100.52	410.00	41,213.20	0.00	0.00	41,213.20	0.00	0.00
TUBERIA CORRUGADA HDPE N 12 IB WT SOLIDA 24" (UNION HERMETICA ESPIGA/CAMPANA, INC.	m	63.7	250.00	15,925.00	0.00	0.00	15,925.00	0.00	0.00
TUBERIA CORRUGADA HDPE N 12 IB WT SOLIDA 42" (UNION HERMETICA ESPIGA/CAMPANA, INC.	m	103.63	715.00	74,095.45	0.00	0.00	74,095.45	0.00	0.00
TUBERIA CORRUGADA HDPE N 12 IB WT SOLIDA 48" (UNION HERMETICA ESPIGA/CAMPANA, INC.	m	18.29	790.00	14,449.10	0.00	0.00	14,449.10	0.00	0.00
TUBERIA CORRUGADA HDPE N 12 IB WT SOLIDA 60" (UNION HERMETICA ESPIGA/CAMPANA, INC.	m	59.44	1,175.00	69,842.00	0.00	0.00	69,842.00	0.00	0.00
ASFALTO RC-250	gln	439.2	20.00	8,784.00	0.00	0.00	8,784.00	0.00	0.00
ASFALTO SOLIDO DE PAV. PEN 60/70-85/100	gln	74.4	15.00	1,116.00	0.00	0.00	1,116.00	0.00	0.00
ESTABILIZADOR DE SUELO	lt	283.117125	252.00	71,345.52	0.00	71,345.52	0.00	0.00	0.00
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 KG)	BOL	21561.20864	22.00	474,346.59	47,434.66	142,303.98	189,738.64	71,151.99	23,717.33
BISAGRAS DE FIERRO DE 3"	PAR	6.006	5.00	30.03	30.03	0.00	0.00	0.00	0.00
CHAPA PARA PUERTA 2 GOLPES DE SOBREPON.	und	2.016	70.00	141.12	141.12	0.00	0.00	0.00	0.00
CINTA SEÑALADORA AMARILLA	m	250	1.00	250.00	250.00	0.00	0.00	0.00	0.00
WATER STOP PVC DE 9"	m	64.8	8.00	518.40	0.00	0.00	518.40	0.00	0.00
NEOPRENE 205X500X500MM DUREZA 60 SHORE A (3 PLN.VULC. CON 2 PLN DE ACERO)	und	16	800.00	12,800.00	0.00	0.00	12,800.00	0.00	0.00

THINNER CORRIENTE	gln	0.5	18.00	9.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CORDEL	m	324.57675	1.00	324.58	0.00	324.58	0.00	0.00	0.00
SOLDADURA	kg	224	16.00	3,584.00	0.00	0.00	3,584.00	0.00	0.00
OXIGENO	m3	33.6	60.00	2,016.00	0.00	0.00	2,016.00	0.00	0.00
ACETILENO	m3	11.2	55.00	616.00	0.00	0.00	616.00	0.00	0.00
YESO DE 18 Kg	BOL	60.698667	12.00	728.38	728.38	0.00	0.00	0.00	0.00
PEGAMENTO PARA PVC AGUA FORDUIT	gln	4.845	80.00	387.60	0.00	0.00	387.60	0.00	0.00
PALETA DE SEÑALIZACIÓN	und	10	15.00	150.00	150.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CARTELES DE PREVENCIÓN	und	5	40.00	200.00	200.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PINTURA REFLECTORIZANTE	gln	2.13	80.00	170.40	0.00	0.00	170.40	0.00	0.00
ADITIVO ACELERANTE DE FRAGUA	gln	459.585	32.00	14,706.72	0.00	14,706.72	0.00	0.00	0.00
FLETE TERRESTRE	GLB	1	46,399.00	46,399.00	46,399.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HORMIGON	m3	447.70625	110.00	49,247.69	0.00	19,699.08	9,849.54	9,849.54	9,849.54
HUMUS	kg	613.05	5.00	3,065.25	0.00	0.00	0.00	0.00	3,065.25
PLANTON	und	1226.1	3.50	4,291.35	0.00	0.00	0.00	0.00	4,291.35
UTILES DE ESCRITORIO	GLB	4	150.00	600.00	600.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MATERIAL DIDACTICO (FOLLETOS,PLANOS,ETC)	GLB	4	200.00	800.00	800.00	0.00	0.00	0.00	0.00
IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	GLB	1	12,375.00	12,375.00	12,375.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESTACA DE MADERA	p2	639.1667	0.50	319.58	319.58	0.00	0.00	0.00	0.00
MADERA TORNILLO O SIMILAR	p2	18757.61714	3.50	65,651.66	0.00	26,260.66	39,391.00	0.00	0.00
TRIPLAY 4 X 8 X 6 MM.	pln	79.8	28.00	2,234.40	2,234.40	0.00	0.00	0.00	0.00
GAVIONES TIPO CAJA 10x12 2.40mm G+PVC 5.0x1.0x1.0	und	57	343.00	19,551.00	0.00	19,551.00	0.00	0.00	0.00
GAVIONES TIPO CAJA 10x12 2.40mm G+PVC 5.0x1.5x1.0	und	38	470.00	17,860.00	0.00	17,860.00	0.00	0.00	0.00
GAVIONES TIPO CAJA 10x12 2.40mm G+PVC 5.0x1.5x0.5	und	19	300.00	5,700.00	0.00	5,700.00	0.00	0.00	0.00
PLATINAS DE 100x150x9.5mm	m	5.6	30.00	168.00	0.00	0.00	168.00	0.00	0.00
PLATINAS DE 150x150x12.5mm	m	11.872	35.00	415.52	0.00	0.00	415.52	0.00	0.00
PLATINAS DE 100x1010x9.5mm	m	86.8	30.00	2,604.00	0.00	0.00	2,604.00	0.00	0.00
CLAVOS DE CALAMINA	kg	8.4	7.00	58.80	58.80	0.00	0.00	0.00	0.00
PERFIL ACERO 3"X3"X3/8	m	388.8	50.00	19,440.00	19,440.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PINTURA ANTICORROSIVA	gln	66.74	40.00	2,669.60	2,669.60	0.00	0.00	0.00	0.00
PINTURA ESMALTE	gln	13.4565	40.00	538.26	538.26	0.00	0.00	0.00	0.00
PINTURA ANTICORROSIVA EPOXICA	gln	6.816	45.00	306.72	306.72	0.00	0.00	0.00	0.00
CALAMINAS GALVANIZADAS	pln	42	30.00	1,260.00	1,260.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CALAMINA LISA 0.23 mm 0.90x1.80m	pln	8	35.00	280.00	280.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLANCHA GALVANIZADA DE 1/16"	pln	25.56	210.00	5,367.60	5,367.60	0.00	0.00	0.00	0.00
TUBO GALVANIZADO 2 " E=2.3 mm (liviano)	m	198.8	25.00	4,970.00	4,970.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TUBERIA PVC SAP 2"	m	232.56	5.00	1,162.80	1,162.80	0.00	0.00	0.00	0.00
GEOTEXTIL NO TEJIDO PP 250	m2	1087.374	4.00	4,349.50	4,349.50	0.00	0.00	0.00	0.00
GEOMALLA MULTIAXIAL	m2	39667.95	3.90	154,705.01	154,705.01	0.00	0.00	0.00	0.00
DERECHO DE EXTRANCIÓN EN CANTERA PARA TERRAPLEN	m3	8290.5095	2.00	16,581.02	16,581.02	0.00	0.00	0.00	0.00
DERECHO DE EXTRANCIÓN EN CANTERA PARA AFIRMADO	m3	9847.3475	4.00	39,389.39	39,389.39	0.00	0.00	0.00	0.00

TOTAL				**2,012,228.09**	**366,636.30**	**461,952.60**	**1,058,844.72**	**82,404.98**	**42,389.50**

4.8. Análisis y discusión de los resultados

La elaboración del Estudio definitivo del Mejoramiento del Camino Vecinal La Libertad de Huascayacu – Comunidad Nativa San Rafael, L= 6.014 Km., arroja resultados que se ajustan a la realidad de la zona.

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.

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 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 2017 hasta el 31 de Mayo del 2018.

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/. 5’274,101.81 Soles.

CONCLUSIONES

Respecto a los suelos presentes en el tramo se tiene la presencia de material orgánico y material arenoso que deberá ser reemplazado, los espesores en ocasiones es superior a lo especificado en el los estudios de mecánica de Suelos, como también menor al recomendado en la estratigrafía, existiendo de esa manera incongruencia con la realidad.

De la verificación de espesores realizada durante la evaluación, se obtuvieron espesores variados los cuales se han promediado por sectores para su eliminación y reposición.

El estudio de canteras se ha desarrollado con la finalidad de corroborar y evidenciar las características de los materiales que componen las canteras y el tipo de uso que se le dará en la ejecución del proyecto, además se verificó la potencia de las mismas.

El estudio de canteras comprendió la ubicación, investigación y comprobación de las características física – mecánicas de los materiales para su empleo en afirmado, 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.

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.

Mediante el uso de geomallas multiaxiales además de lograr una capa granular estabilizada mecánicamente, se logra mejorar la distribución de esfuerzos transmitidos a capas inferiores, controlar los asentamientos diferenciales y aumentar los radios de curvatura.

Asimismo, se logran reducir los espesores de capa, sin reducir la capacidad estructural de la vía, lo cual significa una reducción de costos, disminución del volumen de corte y relleno, menor tiempo de duración de la obra y por ende una reducción de gastos generales.

Como superficie de rodadura, se deberá realizar una estabilización iónica con aditivo CON AID en la última capa de afirmado, entre 10-15cm, con la finalidad de aumentar el CBR del suelo existente, disminuyendo el deterioro de la vía, conservando la serviciabilidad, sobretodo en época de lluvias y hacer menos frecuentes los mantenimientos periódicos.

Posteriormente, también se podrá optar por algún tratamiento superficial con emulsiones.

Habiendo hecho todo este análisis se concluye que el espesor de afirmado se ha considerado 0.20m, aumentando por factor de seguridad 5cm de lo que dice el diseño y proyectándonos que en el futuro sirva como base de una estructura de pavimento asfáltico, además se hará el mejoramiento de subrasante colocando Geomallas Multiaxiales y se Estabilizará la última capa de afirmado en un espesor de 0.10m:

El presupuesto total de La obra asciende a la suma de S/. 5’274,101.81 (Cinco millones doscientos setenta y cuatro mil ciento uno con 81/100 soles).

El Plazo de Ejecución de Obra para este proyecto es de 124 días calendario.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la eliminación de material orgánico y/o inadecuado, en los espesores anteriormente mencionados, para garantizar de esa manera la durabilidad de la infraestructura vial.

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.

Cabe mencionar que los puntos no contemplados en las Especificaciones del presente estudio, deben estar en concordancia con el Manual de Especificaciones Técnicas para la Construcción de Carreteras de Bajo Volumen de Transito y con las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras del MTC (EG – 2000).

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.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cárdenas, J.: (2013): *Diseño geométrico de carreteras. Bogotá: Ecoe Ediciones 2nda Edición.*

Castillo, R. y Sarmiento, J.; (1984): *Costos Directos é directos en Construcción. Lima: Fondo Editorial CAPECO.*

Fuentes, A.; (1985): *Caminos I. Lima: UNI.*

Guerra, C.; (1997): *Carreteras, Ferrocarriles, Canales. Localización y Diseño Geométrico. Lima: América 3era Edición.*

Huerta, G.; (2009): *Programación de Obra con MS Project. Lima: Editorial ICG 3ra Edición.*

Ibáñez, W.; (2010): *Costos y tiempos en carreteras. Lima: Editorial Macro E.I.R.L.*

Keller, G., Bauer, G. y Aldana, M.; (1995): *Caminos rurales con impactos mínimos. Guatemala: USAID.*

Ministerio de Transportes Comunicaciones, Vivienda y Construcción; (2001): *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. 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.*

Valles, R.; (1964): *Carretera, Calles y Aeropistas. Buenos Aires: El Ateneo*

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 Libertad de Huascayacu – CC.NN San Rafael, presenta la pérdida de la carpeta de rodadura, alta concentración de humedad debido a la mala evacuación de las aguas de lluvia y falta de drenaje. (Km 00+000).

Fotografía N°02: Se observa la vía totalmente invadida de agua debido a las constantes precipitaciones en la zona.

PLANOS