



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

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



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



**“DISEÑO DE PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL CAMINO
VECINAL SM-533 EMP.PE5N (PUENTE TONCHIMA)- EMP- SM-504
(SECTOR SHICA) L=9+530 KM, EN LOS DISTRITOS DE HABANA Y
CALZADA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN”**

Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Civil

AUTORES:

Bach. Ricardo Ramiro Díaz Córdova

Bach. Maymiguen Cardozo Huanci

ASESOR:

Ing. Juvenal Vicente Díaz Agip

Tarapoto-Perú

2018

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



**“DISEÑO DE PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL CAMINO
VECINAL SM-533 EMP.PE5N (PUENTE TONCHIMA)- EMP- SM-504
(SECTOR SHICA) L=9+530 KM, EN LOS DISTRITOS DE HABANA Y
CALZADA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN
MARTÍN”**

Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Civil

AUTORES:

Bach. Ricardo Ramiro Díaz Córdova

Bach. Maymiguen Cardozo Huanci

Sustentado y aprobado ante el honorable jurado el 11 de Mayo del 2018


.....
Ing. JORSE ISAACS RIOJA DÍAZ
Presidente


.....
Ing. IVÁN GUSTAVO REÁTEGUI ACEDO
Vocal


.....
Ing. CARLOS SEGUNDO HUAMÁN TORREJÓN
Secretario


.....
Ing. JUVENAL VICENTE DIAZ AGIP
Asesor

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Ricardo Ramiro Díaz Córdova** , con DNI N° 70160958, Domicilio Legal Jr. Yurimaguas N° 461 – Banda de Shilcayo , Bachiller de la facultad de Ingeniería civil y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil , de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, y **Maymiguén Cardozo Huanci** , con 01142876, Domicilio Legal Jr. Manuel Arévalo Pinedo Mz J Lt 6 – Ciudad Satélite- Banda de Shilcayo , con la Tesis Titulada : **“DISEÑO DE PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO DEL CAMINO VECINAL SM-533 EMP.PE5N (PUENTE TONCHIMA)- EMP- SM-504 (SECTOR SHICA) L=9+530 KM, EN LOS DISTRITOS DE HABANA ·Y CALZADA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA, REGIÓN SAN MARTÍN”**.

Declaramos bajo juramento que:

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

Tarapoto, 11 de Mayo del 2018.


.....
Ricardo Ramiro Díaz Córdova
DNI N° 70160958




.....
Maymiguén Cardozo Huanci
DNI N°01142876

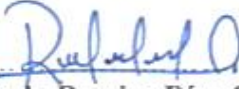



DECLARACION JURADA

Yo **Ricardo Ramiro Díaz Córdova** , identificado con DNI ° 70160958 con domicilio en Jr. Yurimaguas # 461– Banda de Shilcayo, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, y **Maymiguén Cardozo Huanci** , identificada con DNI ° 01142876, con domicilio en Jr. Manuel Arévalo Pinedo Mz J Lt 6 – Ciudad Satélite- Banda de Shilcayo, **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 11 de Mayo del 2018.


.....
Riardo Ramiro Díaz Córdova
DNI N° 70160958




.....
Maymiguén Cardozo Huanci
DNI N°01142876



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:	DÍAZ CORDOVA RICARDO RAMIRO		
Código de alumno :	103109	Teléfono:	96682553
Correo electrónico :	yrddiazcs@gmail.com	DNI:	7060958

(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

Título:	Disaño de Puente a Nivel de Aproximado del camino V.ctorial sm-533 Emp. P.ESN (PUENTE JONCHIMBA), Emp. SM-509 (Suta Shira) = L= 1+530 km En los distritos de Hobmay y Cruzado; Provincias de Moyobamba - San Martín.
Año de publicación:	2018

5. Tipo de Acceso al documento

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

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

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

6. Originalidad del archivo digital.

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

7. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS

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

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

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

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



.....
Firma del Autor

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

Fecha de recepción del documento:

23 / 11 / 2018




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

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

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

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:	CARDOZO HUANCÍ MAYMIGUEN		
Código de alumno :	023032	Teléfono:	941992589
Correo electrónico :	MAYMIGUEN_76@HOTMAIL.COM	DNI:	01142876

(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	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajo de investigación	<input type="checkbox"/>
Trabajo de suficiencia profesional	<input type="checkbox"/>		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	DISEÑO DE PAVIMENTO A NIVEL DE ARRILADO DEL CAMINO VECINAL Sm-533 EMP. P63N (PUENTE TONCUAMA) - EMP. SM-504 (Sector Shiga) L: T+530 Rm; EN LOS DISTRITOS DE NAQANA Y CALZADA, Provincia de Moyobamba.
Año de publicación:	2018

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	<input checked="" type="checkbox"/>	Embargo	<input type="checkbox"/>
Acceso restringido **	<input type="checkbox"/>		

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

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

6. Originalidad del archivo digital.

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

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

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

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

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

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



Firma del Autor

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

Fecha de recepción del documento:

23 / 11 / 2018




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

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

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

DEDICATORIA

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

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

|

Ricardo Ramiro Díaz Córdova

A mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mi tía Martha por apoyarme siempre en el desarrollo de mi carrera profesional, y a mis hermanos por sus más sinceros consejos.

A mi hijo Ezio Andrés quien es la razón de que me levante cada día a esforzarme por el presente y el mañana, eres mi principal motivación.

Maymiguen Cardozo Huanci

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Martín, por brindarme la oportunidad de realizarme como Profesional a través de los conocimientos impartidos que con paciencia y perseverancia supieron darme la formación sólida para esta Carrera en dicha Casa Superior de Estudios.

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

Al Ingeniero Juvenal Díaz Agip , por su constante apoyo y asesoramiento brindado para el desarrollo del presente Informe de Ingeniería.

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

Ricardo Ramiro Díaz Córdova

A Dios, por guiarme durante todo el trayecto de mi vida, por proporcionarme fortaleza y sabiduría para superar dificultades, permitiéndome así un logro más en mi vida.

A mis padres por estar siempre conmigo, por haber hecho de mí una persona de bien, con valores morales y éticos.

Maymiguen Cardozo Huanci

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
INDICE.....	vii
RESUMEN.....	xv
ABSTRAC.....	xvi
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I	
REVISION BIBLIOGRAFICA.....	3
1.1 Generalidades.....	3
1.2 Exploración Preliminar Orientado a la Investigación.....	3
1.3 Aspectos Generales del Estudio.....	4
1.3.1. Ubicación Geográfica del Proyecto.....	4
1.3.2. Vías de Acceso.....	7
1.3.3. Aspectos Climáticos.....	7
1.3.4. Situación Actual de la Vía.....	8
1.3.5. Área de Influencia de la Vía.....	8
1.3.5.1 Área de Influencia Directa (AID).....	9
1.3.5.2. Área de Influencia Indirecta (AII).....	9
1.3.6. Población Beneficiaria.....	9
1.3.7. Características Socioeconómicas.....	10
1.3.7.1. Infraestructura Social.....	11
1.3.8. Medios Físicos.....	11
1.3.8.1 Hidrología.....	11
1.3.8.2. Suelos.....	11
1.3.8.3. Geomorfología.....	12
1.3.8.4. Geología.....	12
CAPITULO II	
MARCO TEORICO.....	13
2.1. Antecedentes, Planteamiento, Formulación del Problema a Resolver.....	13
2.1.1. Antecedentes del Problema.....	13
2.1.2. Planteamiento del Problema.....	14

2.1.3. Delimitación del Problema.....	15
2.1.4. Formulación del Problema.....	16
2.2. Objetivos.....	16
2.2.1. Objetivo General.....	16
2.2.2. Objetivos Específicos.....	16
2.3. Justificación de la Investigación.....	17
2.4. Delimitación de la Investigación.....	17
2.5. Marco Teórico.....	18
2.5.1. Antecedentes de la Investigación.....	18
2.5.2 Fundamentación Teórica de la Investigación.....	20
2.5.2.1. Carreteras.....	20
2.5.2.1.1. Historias de Carreteras.....	20
2.5.2.2. Clasificación de Carreteras.....	21
2.5.2.2.1. Clasificación por su transitabilidad.....	22
2.5.2.2.2. Clasificación administrativa.....	22
2.5.2.2.3. Clasificación técnica – oficial.....	23
2.5.2.3. Diseño Geométrico.....	23
2.5.2.4. Proyecto y construcción de una carretera.....	23
2.5.2.4.1. Aspectos ambientales.....	24
2.5.2.4.2. Operaciones previas y construcción.....	24
2.5.2.5. Carreteras y Medio Ambiente.....	25
2.5.2.5.1. Impacto ambiental y medidas de protección.....	26
2.5.2.5.2. Efectos indirectos a gran escala.....	26
2.5.2.5.3. Efectos lineales directos o efectos puntuales.....	27
2.5.2.5.4. Efectos secundarios.....	32
2.5.2.6. Señalización Y Seguridad De Redes Viales – Carreteras.....	34
2.5.2.6.1. Seguridad vial.....	34
2.5.2.6.2. Especificaciones técnicas de las señalizaciones en carreteras...36	
2.5.2.7 Definición De Pavimentos.....	40
2.5.2.7.1. Características de un pavimento.....	41
2.5.2.7.2. Clasificación De Pavimentos.....	41
2.5.2.7.2.1. Clasificación por transferencia de carga.....	41
2.5.2.7.2.2. Clasificación por su proceso constructivo.....	43
2.5.2.7.3. Importancia del estudio de suelos para pavimentos.....	44

2.5.2.7.3.1. Clasificación de Suelos.....	44
2.5.2.7.3.2. Investigación y Evaluación De Suelos.....	44
2.5.2.8. Pavimento Rígido.....	46
2.5.2.8.1. Tipos de Pavimentos Rígidos.....	48
2.5.2.8.1.1. Pavimento Rígido Simple.....	48
2.5.2.8.1.2. Pavimentos de concreto reforzado con juntas.....	49
2.5.2.9. Componentes de la infraestructura del camino o vía.....	51
2.5.2.9.1. Explanación.....	51
2.5.2.9.2 Subrasante del Camino.....	52
2.5.2.10. Estudio de Pavimentos.....	52
2.5.2.10.1. Diseño Estructural.....	54
2.5.2.11. Tipos de Tránsito.....	56
2.5.3. Marco Conceptual: Definición de Términos Básicos.....	60
2.5.4. Marco Histórico.....	60
2.6. Hipótesis.....	61

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS.....	62
3.1 Materiales.....	62
3.1.1 Recursos Humanos.....	62
3.1.2 Recursos Materiales y servicios.....	62
3.1.3 Recursos de Equipos.....	62
3.2 Metodología de la Investigación.....	62
3.2.1 Universo y/o Muestra.....	62
3.2.2 Sistema de Variables.....	63
3.2.3 Tipos y Nivel de la Investigación.....	63
3.2.3.1 Diseño del Método de la Investigación.....	63
3.2.4 Diseño de Instrumentos.....	64
3.2.4.1 Fuentes Técnicas e Instrumentos de Selección de Datos.....	64
3.2.5 Procesamiento de la Información.....	64
3.2.6 Análisis e Interpretación de Datos y Resultados.....	64

CAPITULO IV

RESULTADO Y DISCUCIONES	65
4.1. Estudios de Topografía.....	65
4.1.1 Descripción Del Proceso De La Toma De Datos De Campo Y Procesamiento...67	67
4.2. Estudio de Suelos.....	70
4.2.1. Objetivo.....	70
4.2.2. Ubicación.....	71
4.2.3. Investigaciones Geotécnicas.....	71
4.2.4. Calicatas.....	71
4.2.5. Muestreo.....	72
4.2.6. Registro de Excavaciones.....	73
4.2.7. Preservación y Transporte de Suelos.....	73
4.2.8 Trabajos De Laboratorio.....	73
4.2.9. Descripción De Los Perfiles Estratigráficos.....	76
4.2.10. Aspectos Relacionados Con La Napa Freática.....	86
4.3. Diseño de Pavimento.....	87
4.4. Estudio de Drenaje.....	92
4.4.1. Cunetas.....	92
4.4.2. Alcantarillas.....	92
4.4.3. Control De Aguas Superficiales.....	92
4.4.4. Control del Sistema de Drenaje Longitudinal y Transversal.....	93
4.5. Estudio de Impacto Ambiental.....	94
4.5.1. Características actuales.....	94
4.5.2. Características técnicas del Proyecto a implementar.....	94
4.5.3. Descripción de las actividades.....	95
CONCLUSIONES.....	97
RECOMENDACIONES.....	98
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	99
ANEXOS.....	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 :Ubicación	5
Tabla 2 : Poblacion Actual Total Proyectada	10
Tabla 3 : Criterios para la ejecución de Perforaciones en el terreno para definir un perfil de suelos.....	44
Tabla 4 : Estudio de IMDA.....	54
Tabla 5 : La Clase de Trafico que circula por el tramo en estudio.....	55
Tabla 6 : Relacion de Bms Ubicados en campo	65
Tabla 7 : Punto Inicial y Punto Final.....	70
Tabla 8 : Cuadro de Calicatas.....	71
Tabla 9 : Cuadro de Clasificación de suelos	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa Político del Perú.....	5
Figura 2: Mapa del Departamento de San Martín.....	6
Figura 3: Mapa de la Provincia de San Martín.....	6
Figura 4: Ubicación del Proyecto.....	7
Figura 5: Transmisión de carga en un Pavimento Rígido.....	45
Figura 6: Pavimento Rígido simple sin pasadores.	47
Figura 7: Pavimento Rígido Simple con Pasadores.....	48
Figura 8: Pavimentos de concreto reforzado con juntas..	49
Figura 9: Pavimentos de concreto con refuerzo continuo.....	49
Figura 10: Determinación de espesor de la capa de revestimiento.....	56
Figura 11: Catálogo de Capas de Revestimiento Granular.....	58
Figura 12: Estructuras de Pavimentos	89
Figura 13: Número de ejes de equivalencia.....	90

RESUMEN

El presente trabajo de tesis para optar el título profesional de ingeniero civil se ha desarrollado en la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, de la Universidad Nacional de San Martín, con la finalidad de efectuar un aporte técnico-científico para contribuir a determinar el Diseño de Pavimento a Nivel de Afirmado.

El presente trabajo de Tesis denominado: “Diseño De Pavimento A Nivel De Afirmado Del Camino Vecinal Sm-533 Emp.Pe5n (Puente Tonchima)- Emp- Sm-504 (Sector Shica) L=9+530 Km, En Los Distritos De Habana Y Calzada, Provincia De Moyobamba, Región San Martín , consiste en el estudio definitivo una vía de comunicación terrestre rural a nivel de afirmado de 9+530 Km de longitud y que unirá dos caseríos, de la Provincia de Moyobamba.

Nuestro trabajo consistió en la recopilación de información, reconocimiento del terreno, levantamiento topográfico, estudio de suelos y diseño geométrico de la misma, de donde se ha establecido que por su bajo volumen de tránsito y velocidad directriz de 30Km/h esta vía pertenece a una carretera de tercera clase, cuyas pendientes a lo largo de todo su recorrido oscilan entre 4% y 10% cumpliendo con las especificaciones de la DG 2014. Además, la carretera contara con un ancho de 4.00m de plataforma para dos carriles y un bombeo de 2%, en su construcción se harán movimiento de tierras y la nivelación correspondiente para luego adicionarle una capa de material granular de afirmado con un espesor de 20cm. La plataforma de rodadura estará protegida por cunetas que desembocaran en las alcantarillas y demás obras de arte, las cuales han sido detalladas en el diseño hidráulico del proyecto.

El proyecto tiene escasas implicancias ambientales negativas, pero de mucha importancia para la comunidad y sus alrededores ya que mejorara la calidad de vida de la población de los Distritos de Habana y Calzada.

Palabras claves: vía, diseño, afirmado, pavimento, Camino Vecinal

ABSTRAC

The present work of thesis to choose the professional title of civil engineer has been developed in the Faculty of Civil Engineering and Architecture of the National University of San Martín, with the purpose of making a technical-scientific contribution to help determine the Design of Pavement at Affirmed Level.

The present work of Thesis called: "Pavement Design At Affirmed Level Of The Neighborhood Road Sm-533 Emp.Pe5n (Tonchima Bridge) - Emp-Sm-504 (Sector Shica) L = 9 + 530 Km, In The Districts Of Havana Y Calzada, Province of Moyobamba, San Martín Region, consists in the definitive study of a rural communication road at the affirmed level of 9 + 530 Km in length and that will link two villages, of the Province of Moyobamba. Our work consisted in the collection of information, reconnaissance of the land, topographic survey, soil study and geometric design of the same, from where it has been established that due to its low volume of traffic and speed guideline of 30Km / h this road belongs to a third class road, whose slopes along its entire route range between 4% and 10% complying with the specifications of DG 2014. In addition, the road will have a width of 4.00m of platform for two lanes and a pump of 2%, in its construction earthworks will be made and the corresponding leveling to then add a layer of granular material of affirmed with a thickness of 20cm. The rolling platform will be protected by ditches that will end in the sewers and other works of art, which have been detailed in the hydraulic design of the project.

The project has few negative environmental implications, but of great importance for the community and its surroundings as it will improve the quality of life of the population of the districts of Havana and Calzada.

Keywords: road, design, paved, road



INTRODUCCIÓN

Las vías de comunicación como las carreteras han sido una evidencia clara de una civilización ya que siempre ha sido una necesidad la comunicación entre los pueblos, siendo las primeras calzadas modernas desarrolladas por los Romanos, estas civilizaciones dan origen al aumento de tamaño y densidad de las ciudades, por lo que fue necesario transportar suministros alimenticios a las a las mismas así como para comercializar con los agricultores del campo y viceversa, aquí es donde cobra importancia las carreteras.

Actualmente en el Perú se han desarrollado notablemente especialmente en la costa, pero existe un gran déficit en las sierra y selva, donde hay una gran cantidad de pueblos sin vías de comunicación terrestre o en pésimas condiciones que son muy desfavorables para las diversas actividades comerciales y por ende no ayudan a mejorar la calidad de vida de la población local.

El trabajo que se presenta a continuación está referida al: **“Diseño De Pavimento A Nivel De Afirmado Del Camino Vecinal Sm-533 Emp.Pe5n (Puente Tonchima)- Emp- Sm-504 (Sector Shica) L=9+530 Km, En Los Distritos De Habana Y Calzada, Provincia De Moyobamba, Región San Martín”**, donde se describe las definiciones básicas de una vía afirmada que son de gran importancia para su comprensión, descripción de las características y métodos de construcción; de tal forma que cumplan las especificaciones técnicas establecidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones(MTC).

Las especificaciones técnicas dadas por el MTC están normados a través de la dirección general de caminos y ferrocarriles, sobre el uso y desarrollo de infraestructura de las carreteras; para lo cual se ha tomado como base el manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, ya que las carreteras de esta categoría hacen el mayor porcentaje de vías en el Perú y de ahí su gran importancia para lograr el desarrollo local, regional y nacional.

Para un mejor detalle de nuestro trabajo se ha subdividido en capítulos que va desde Referencias Bibliográficas hasta la Resultados y Discusiones, donde se hace un análisis referente al problema situacional, la ubicación, estudio topográfico, estudio de suelos, estudio de tráfico, diseño geométrico, estudio hidrológico, señalización, impacto ambiental

y las especificaciones técnicas según DG-2014; teniendo en cuenta las consideraciones físicas, geográficas, económicas y sociales de la zona en harás de buscar un mejor desarrollo para las comunidades involucradas que van a contribuir al crecimiento de la provincia de Moyobamba y la Región de San Martín.

La importancia y servicios de las carreteras que demandan el país y la necesidad de adoptarlas a la creciente exigencia de cada uno de los pueblos al interior, motiva hacer estudios de construcción, rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento de carreteras, cuya finalidad es obtener carreteras en buen estado de transitabilidad en cualquier época del año.

CAPÍTULO I

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.1. Generalidades

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

Nuestro trabajo consiste hacer el Diseño del Pavimento a Nivel de Afirmado de la zona comprendida entre los sectores Puente Tonchima – Sector Shica , en los Distritos de Habana y Calzada - Provincia de Moyobamba - Departamento de San Martín, con una longitud aproximada de 9+530 km, y de que se haga realidad conllevará a mejorar la calidad de vida de los pobladores de los caseríos antes mencionados y sus alrededores.

En todo proyecto de infraestructura vial el reconocimiento del terreno o lugar donde se va a ubicar la obra juega un papel muy importante, ya que de esta forma se definirán las pautas técnicas que servirán para el diseño integral del proyecto.

Después de hacer los estudios respectivos y el trabajo de gabinete se cree conveniente hacer la plataforma a nivel de afirmado, cunetas laterales, y se determinara la construcción de obra de arte.

Es así que nace la idea de elaborar el proyecto de tesis denominado “**Diseño De Pavimento A Nivel De Afirmado Del Camino Vecinal Sm-533 Emp.Pe5n (Puente Tonchima)- Emp– Sm-504 (Sector Shica) L=9+530 Km, En Los Distritos De Habana Y Calzada, Provincia De Moyobamba, Región San Martín**”.

1.2. Exploración Preliminar Orientado a la Investigación

Desde hace más de diez años, la demanda de proyectos de ingeniería, entre ellos la construcción de pavimentos, ha presentado un crecimiento constante. Por las limitaciones explicadas y la importancia de la investigación, profesionales relacionados a la especialidad

han efectuado estudios a diferentes mezclas de concreto con el fin de encontrar relaciones sus propiedades.

Determinar un rango más conservador frente a los publicados por entidades normadas o internacionales agilizará el diseño de espesores de pavimentos rígidos significando un ahorro en aspectos de tiempo y costo, además, tendrá los mismos efectos en el proceso de construcción de los mismos.

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

Entendiendo así la trascendental importancia de las redes viales y frente a la imperiosa necesidad de contar con un sistema vial eficiente que genere progreso y bienestar social, se ha elaborado el presente trabajo de tesis, denominado **“Diseño De Pavimento A Nivel De Afirmado Del Camino Vecinal Sm-533 Emp.Pe5n (Puente Tonchima)- Emp– Sm-504 (Sector Shica) L=9+530 Km, En Los Distritos De Habana Y Calzada, Provincia De Moyobamba, Región San Martín”**.

1.3.Aspectos Generales del Estudio

1.3.1. Ubicación Geográfica del Proyecto

El ámbito del proyecto en referencia comprende un sector del Distrito de Calzada y del distrito de Habana , pertenecientes a la Provincia de Moyobamba, Región San Martín, a una altitud promedio de 612 m.s.n.m. Entre los paralelos 06°04'30" de latitud SUR y los meridianos 77° 04' 30" de longitud OESTE.

El clima en la Zona afectada es el mismo en todo el valle del Alto Mayo; con temperatura promedio de 22° C y varía entre los 18° C y 26° 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 1200 a 2400 mm de intensidad.

Tabla 1
Ubicación

Departamento / Región	: San Martín
Provincia	: Moyobamba
Distrito	: Habana, Calzada
Localidades	: Habana, Tingana, Soritor
Región Geográfica	: Selva
Altitud Promedio	: 600m.s.n.m.

Fuente: Wikipedia

Ubicación del Proyecto



Figura 1: Mapa Político del Perú (Fuente Wikipedia)



Figura 2: Mapa del Departamento de San Martín

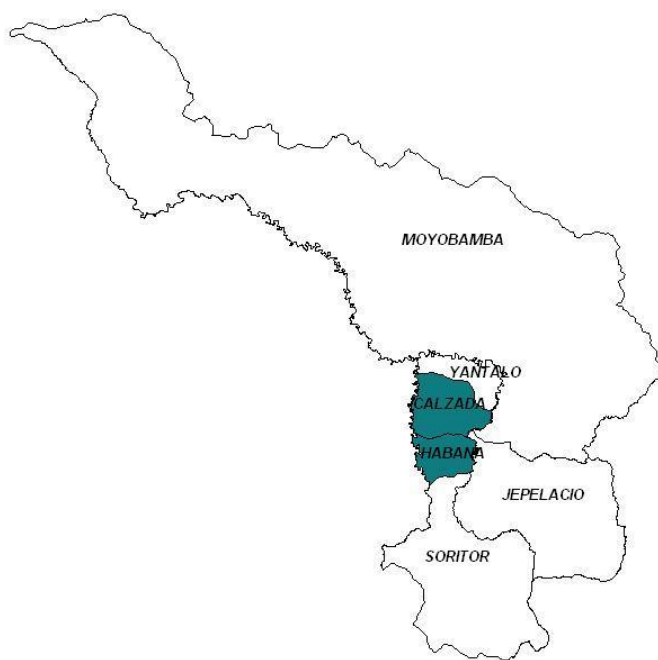


Figura 3: Mapa de la Provincia de Moyobamba y sus Distritos.

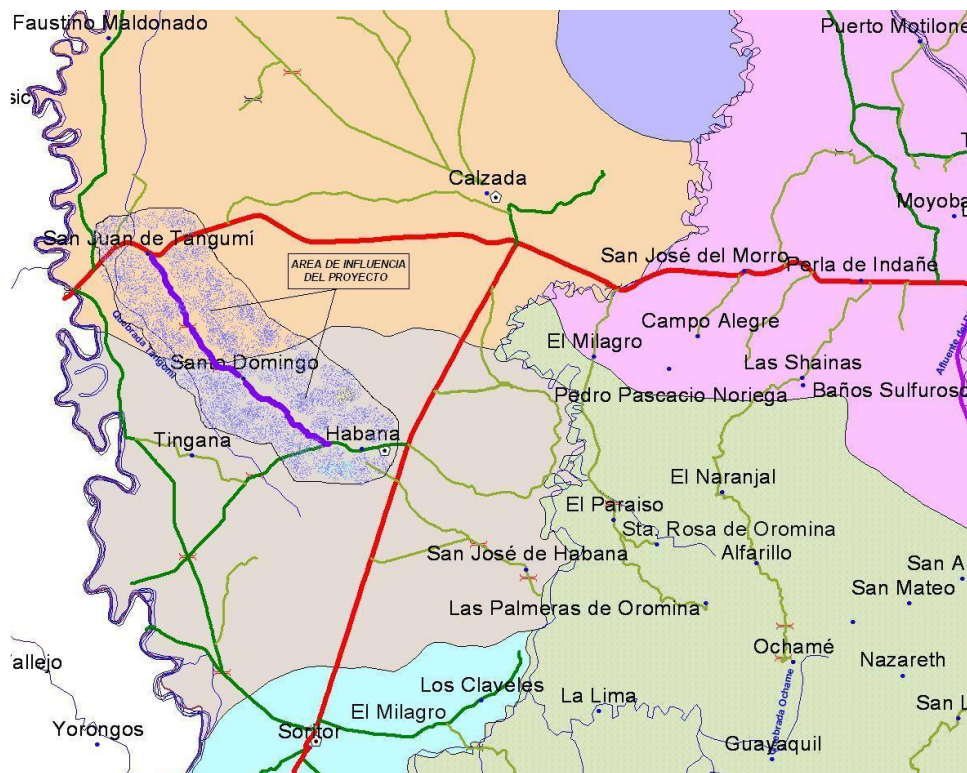


Figura 4: Ubicación del Proyecto.

1.3.2. Vías de Acceso

El acceso a la zona de estudio o zona de proyecto se realiza a través de la carretera Fernando Belaunde Terry; partiendo desde la ciudad de Moyobamba capital de la provincia de Moyobamba o también desde la ciudad de Rioja capital de la provincia de Rioja, Las distancias tomando como punto de referencia la ciudad de Moyobamba es de 17.00 Km de distancia, nos encontramos con el empalme del camino vecinal SM-533, en el Puente Tonchima, punto de inicio del tramo el cual empalma directamente con el camino vecinal SM-504 ubicado en el Sector Shica.

1.3.3. Aspectos Climáticos

El clima en la Zona afectada es el mismo en todo el valle del Alto Mayo; con temperatura promedio de 22° C y varía entre los 18° C y 26° 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 1200 a 2400 mm de intensidad.

1.3.4. Situación Actual de la Vía

El camino vecinal que establece la integración de los sectores con el distrito de Moyobamba, tiene una extensión de 9+530 Km, se encuentra actualmente en pésimas condiciones, generado por la falta de una adecuada capa de afirmado en toda su extensión, la inoperatividad de sus cunetas, la falta de bombeo en la rasante; la inexistencia de obras de arte, lo que permite que las aguas de lluvias discurran por la plataforma causando erosión y pérdida de sección en la rasante. Situación que se agrava con el paso de camionetas rurales, lo que a su vez origina que en épocas de lluvias este camino vecinal se vuelva intransitable para cualquier vehículo que intente transitar por ella; motivo por el cual la población tiene muchas dificultades para trasladar sus productos desde los centros de producción a los mercados de consumo local.

El camino se desarrolla bajo una topografía inclinada, con presencia de curvas horizontales con radios moderados, con pendientes que llegan hasta el 17%. La sección del camino generalmente es “En corte” y en algunos tramos “relleno”, existiendo en algunos tramos charcos o humedales que se forman por la falta de un buen drenaje del camino. En la actualidad los vehículos que circulan por la carretera son en su mayoría de tipo liviano y de carga, para sacar los productos de las chacras, y en gran porcentaje las mototaxis y furgonetas.

En el recorrido del tramo se ha podido observar la falta de obras de arte, al igual que las señalizaciones vertical.

A la fecha la zona en estudio carece de una infraestructura vial adecuada por la falta de mantenimiento periódico y/o rutinario.

1.3.5. Área de Influencia

Para mayor comprensión y análisis, el Área de Influencia se ha subdividido en Área de Influencia Directa e Indirecta, considerando el grado de interrelación que tendrá el Proyecto con las distintas variables ambientales.

1.3.5.1. Área de Influencia Directa (AID)

El Área de Influencia Directa (AID) ha sido delimitada teniendo como base una franja de 100 m. a ambos lados del eje del Camino Vecinal SM-533: Emp. PE-5N (Puente Tonchima) – Emp. SM-504 (Sector Shica), la cual ha sido ampliada en diversos sectores en base a la presencia de centros poblados (como es el caso de la localidades de Habana, Tingana, Soritor características ambientales, y componentes del proyecto de ingeniería (canteras, depósitos de material excedente, campamento de obra, fuentes de agua, entre otros).

Es en este sector donde se prevé la ocurrencia directa de impactos ambientales, positivos y/o negativos, durante los procesos de ejecución del Proyecto. Presentará la mayor afluencia de vehículos, tránsito de equipos y maquinarias, afluencia de personal de obra, entre otros aspectos.

1.3.5.2. Área de Influencia Indirecta (AII)

Para la determinación del Área de Influencia Indirecta del Proyecto Vial, se han utilizado diversos elementos y criterios que consideran los efectos indirectos que se producirían sobre las variables ambientales, como consecuencia de la ejecución del Proyecto.

En su delimitación se ha empleado el criterio de divisoria de líneas cumbre, accidentes geográficos, zonas de vida, la composición y ordenamiento geopolítico de los distritos que constituyen el escenario político administrativo y vías de acceso principales que conectan con el camino en estudio. Esto permitirá obtener una mejor visión del ecosistema donde se desarrollará el Proyecto y determinar las posibles implicancias y efectos que pudieran ocasionar las interacciones Proyecto – ambiente.

En este contexto el Área de Influencia Indirecta del Proyecto (AII) involucra gran parte del distrito de Habana, Calzada, ubicados en la provincia de Moyobamba, región San Martín

1.3.6. Poblacion Beneficiaria

La zona afectada corresponde a los caseríos ubicados en el área de influencia del proyecto que corresponden a los distritos de Habana y Calzada, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín.

Las poblaciones directamente beneficiadas corresponde a los caseríos que une el Camino Vecinal como lo son: Soritor (zona urbana); mientras que las poblaciones indirectamente beneficiada corresponde a todos aquellos poblados que convergen al Camino Vecinal a través de caminos de herradura y que también hacen uso de esta infraestructura, tales como las localidades de Tingana y Habana.

Tabla 2

Población Actual Total Proyectada

Descripción	Nº de Personas
Población al 2007 (Háb)	13,256
Tasa de Crecimiento Anual (*)	2.00%
Periodo de Cálculo (Año)	3
Población Proyectada al 2018 (Háb)	17,792

Fuente: INEI

1.3.7. Características Socioeconómicas

La actividad principal es la agropecuaria, con las limitaciones en el flujo de transporte para la comercialización y evacuación a los mercados de consumo de los excedentes de su producción. Los principales productos agropecuarios en orden de importancia son:

Agrícola : Arroz, maíz, frijol, plátano, yuca, caimito, paca o guabo, pomarrosa, limón sutil.

Pecuarias: Animales menores en especial aves.

Las condiciones actuales crean un ambiente desfavorable para el desarrollo de la actividad agropecuaria con fines de comercialización, en ese sentido los pobladores se limitan a sembrar productos que les permite cubrir los altos costos de transporte y de producción.

Sobre la estructura y composición de las clases sociales, estas se hallan en relación con la propiedad de los medios de producción, el empleo y el ingreso, que deviene de un determinado nivel de vida, así como en el acceso a las necesidades básicas de la población.

1.3.7.1. Infraestructura Social

En las localidades que forman parte del área de influencia del proyecto, se cuenta con 07 centros educativos de nivel inicial ,09 centros educativos de educación primaria, para atender a los niños en edad escolar, 05 centros educativos de nivel secundaria y un Centro Técnico Ocupacional.

Con relación a la oferta de los servicios de salud de la zona de influencia del proyecto, debemos mencionar que se cuenta con un centro de salud y un puesto de salud en donde se atiende la población que se encuentran los centros poblados de Habana y Soritor, siendo la población de la unidad agropecuaria de Tingana atendida en el puesto de salud de Habana, donde el estado oferta sus servicios de baja y mediana complejidad, pero aún contando con limitaciones de implementación física y de recursos humanos, por lo tanto cuando estos son necesarios atender se transfiere rápidamente a la ciudad de Moyobamba, donde se ubica el Hospital referencial de la Moyobamba

El material con el cual están construidas las viviendas de la población perteneciente a la zona de influencia del proyecto, se conforman en un su mayoría por viviendas de madera, quincha y caña en un 40%, viviendas de adobe con techo de calamina en un 10%, viviendas de material noble en un 50%.

1.3.8. Medios Físicos

1.3.8.1 Hidrología

El área de estudio pertenece a la cuenca hidrogénica del río Mayo y afluentes, muy favorable para las actividades agrícolas y ganaderas con un cuadro de cultivos muy amplio.

El río Mayo viene a constituir el principal colector en la zona de estudio; las quebradas Galindona y Yanayacu descargan al río Mayo por su margen izquierda, son los afluentes principales en el área de estudio.

1.3.8.2. Suelos

En el área de estudio, el relieve topográfico es predominantemente ondulado con áreas de topografía suave, ya que en su mayor parte se sitúa sobre las laderas de la micro cuenca del río Galindona. El Alto mayo, que incluye a las provincias de Rioja y Moyobamba, es un

espacio especial dentro de la región y de nuestro país: Sus condiciones geomorfológicas y topográficas, con planicies y cordilleras que están entre los 750 y 3500 msnm, han configurado espacios productivos cuyo potencial requiere aprovecharse (arroz, pastos, café, frutales, cuevas y otros recursos turísticos), recuperarse (aguajales, manantiales y fuentes de agua) y conservarse (bosques de laderas, bosques de protección, nacientes de ríos y quebradas)

1.3.8.3. Geomorfología

Superficie Puna: ubicada entre los 4200 y 4400 msnm, ocupa menor superficie del área de influencia orientada a hacia el norte de esta, del lado de la cordillera oriental de los andes, siendo poco reconocible debido a la intensa erosión que ha sufrido, mostrándose remanentes de esta geoforma, caracterizada por valles en V, lagunas de origen glaciar y los depósitos tipo morrenas y fluvioglaciares.

Valles de la Cuenca del Marañón: ocupa la mayor extensión del área de influencia se presentan terrazas de terreno suave que están ubicados entre los 2500 a 3000msnm, con pendientes menores a las los valles encañonados que se encuentran aguas abajo del río Marañón, y que se van erosionándose más a medida que están cerca a estos.

Valles encañonados: se presentan hacia la parte sur del área de influencia del proyecto, presentan una pendiente más abrupta.

1.3.8.4. Geología

El perfil del suelo bajo el eje del tramo del proyecto resulta ser heterogéneo. Este perfil muestra una distribución uniforme de no sólo arenas finas y de grano medio sino también limos algo plásticos, y una distribución uniforme de arcilla inorgánica de mediana plasticidad de consistencia media con bajo potencial de expansión. Estos suelos descritos yacen sobre un gran depósito de gravas gruesas a medias

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes, Planteamiento, Delimitación, Formulación del Problema a Resolver

2.1.1 Antecedentes del Problema

El pavimento es una estructura constituida por materiales, colocados en capas sobre un terreno natural o relleno nivelado, con el propósito de aumentar la resistencia de carga y brindar serviciabilidad de circulación a personas y/o vehículos.

Los pavimentos conectados entre sí, son caminos, son vías de comunicación entre poblados que generan desarrollo social y económico llegando a unir hasta los lugares más alejados.

En la historia del hombre, desde hace cientos de años, la humanidad ha buscado relacionarse e intercambiar culturas, la construcción de caminos fue uno de los primeros signos de una civilización desarrollada. A medida que poblados crecían como centros demográficos, políticos, económicos y culturales demandaron sólidas y fluidas redes de vínculo con otras regiones, factores decisivos para el progreso de la ingeniería y para impulsar la construcción de vías que uniesen puntos distantes del mundo.

Los romanos fueron célebres por edificar, a partir del año 312 a.C., una amplia red de caminos que les permitió gobernar su inmenso imperio partiendo desde Roma como punto central.

En un principio, el sistema vial romano fue diseñado con fines militares y políticos, el principal objetivo era mantener un control efectivo de las zonas incorporadas al Imperio; posteriormente, las calzadas adquirieron una importancia económica añadida, ya que al unir distintas regiones facilitaban el comercio y las comunicaciones, que es la función predominante de las carreteras actuales.

Considerando su importancia dentro de la sociedad, se busca optimizar cada vez más el diseño de los pavimentos rígidos a través del estudio de sus componentes y características.

Entre las principales características de los pavimentos rígidos tenemos el Módulo de rotura a la flexión, que es el valor del esfuerzo máximo de resistencia a la flexión, y la resistencia a la compresión, el valor de la resistencia máxima a una carga estática.

Por lo anterior mencionado, dentro del estudio de pavimentos rígidos se desconocen con exactitud parámetros de diseño y de control que aseguren la calidad y servicialidad de los mismos.

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

Se ha encontrado, dentro del ámbito de la Región San Martín, la realización de Proyectos como **“Diseño De Pavimento A Nivel De Afirmado Del Camino Vecinal Sm-533 Emp.Pe5n (Puente Tonchima)- Emp– Sm-504 (Sector Shica) L=9+530 Km, En Los Distritos De Habana Y Calzada, Provincia De Moyobamba, Región San Martín.”**

2.1.2 Planteamiento del Problema

Las condiciones sociales y de producción de la zona rural en estudio, se encuentran retrasadas debido a la carencia de caminos que permita la evacuación oportuna de los productos agrícolas hacia los mercados de consumo, este efecto contribuye a que se vaya deteriorando la calidad de vida de las poblaciones de la zona afectada, con un alto costo de transporte, pérdidas de la productos agropecuarios, reducción de ingreso y empleo rural, incremento de la pobreza, etc., las que son generadas por el deterioro y mal estado del camino vecinal.

En el Departamento de San Martín, específicamente en la zona de Alto Mayo, se cuenta con 864,000 hectáreas de tierras, de las cuales 198,000 son de aptitud agrícola, cuya población

son en su mayoría inmigrantes, provenientes de la Sierra, de los departamentos de Cajamarca, Piura, Amazonas y Lambayeque.

Los caseríos de la zona en las condiciones actuales realizan un incipiente aprovechamiento de los recursos naturales, debido a que no cuentan con una infraestructura vial, que les permita evacuar su mayor producción hacia los mercados de consumo.

Superficie de rodadura en pésimo estado con baches y encaminados, hechos que se agrava aún más en épocas de lluvias.

Cuenta con escaso sistema de drenaje lo que hace que las precipitaciones discurran por la superficie de rodadura causando su erosión de forma pronunciada, a eso se le suma el hecho de que los vehículos circulan por los lechos de los ríos y quebradas, hecho que se hace muy difícil en las lluvias donde el caudal es alto.

No cuenta con señalización que ayuden al tránsito y a la prevención de accidentes. Cuenta con zonas de topografía ondulada con pendientes entre 1% y 10% y un ancho de vía de entre 3 m y 5,5m.

Dicho tramo no cumple con los parámetros básicos para el servicio de transporte y que no se ajusta a las normas vigente de transporte del MTC.

2.1.3 Delimitación del Problema

El problema está delimitado al “Diseño De Pavimento A Nivel De Afirmado Del Camino Vecinal Sm-533 Emp.Pe5n (Puente Tonchima)- Emp- Sm-504 (Sector Shica) L=9+530 Km, En Los Distritos De Habana Y Calzada, Provincia De Moyobamba, Región San Martín.”

El Diseño de Pavimento a Nivel de Afirmado de éste importante camino vecinal permitirá facilitar el tránsito vehicular de la zona, propiciando el desarrollo de los pueblos involucrados, a través de la cual, los pequeños y medianos agricultores, madereros o ganaderos podrán trasladar sus productos hacia los mercados de comercialización en cualquier época del año con la mayor facilidad del caso.

2.1.4. Formulación del problema

La población en conjunto de las localidades de Habana, Tingana, Calzada , Distrito de Moyobamba de la provincia de Moyobamba , ven con urgencia un plan de solución para poder contar con una vía de acceso apropiada, la cual los pueda conectar con la carretera principal y de esa manera poder transportar sus productos y de esa manera impulsar su desarrollo socioeconómico.

De que manera es necesario responder la siguiente interrogante: ¿ Qué características deberá tener el **“Diseño De Pavimento A Nivel De Afirmado Del Camino Vecinal Sm-533 Emp.Pe5n (Puente Tonchima)- Emp– Sm-504 (Sector Shica) L=9+530 Km, En Los Distritos De Habana Y Calzada, Provincia De Moyobamba, Región San Martín”** para lograr una mejor transitabilidad, contribuyendo a la integración, desarrollo socio-económico, cuidado del medio ambiente y mejora de la calidad de vida de las comunidades aledañas ?

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo General

Realizar el **“Diseño De Pavimento A Nivel De Afirmado Del Camino Vecinal Sm-533 Emp.Pe5n (Puente Tonchima)- Emp– Sm-504 (Sector Shica) L=9+530 Km, En Los Distritos De Habana Y Calzada, Provincia De Moyobamba, Región San Martín”**; con la finalidad de mejorar la accesibilidad en la comunicación terrestre a dichos caseríos e integrarse a la red vial regional, haciendo uso de las normas vigentes, relacionadas al diseño, mejoramiento y construcción de carreteras, emanadas por El Ministerio de transportes y Comunicaciones.

2.2.2. Objetivos Específicos

Realizar el levantamiento topográfico del área de la vía, considerando la afectación en uso predial y áreas donde se proyectarán obras de arte y drenaje.

Realizar los estudios de Mecánica de Suelos, identificando las características físicas, mecánicas, químicas.

Realizar los estudios hidrológicos de la zona.

Elaborar el Diseño Geométrico de la vía y obras de arte, de acuerdo a las normas del Ministerio de transporte y comunicaciones.

Realizar el estudio de Impacto Ambiental con la finalidad de evaluar el medio ambiente antes, durante y después del proyecto.

2.3. Justificación de la Investigación

Con el presente trabajo de investigación descriptivo - tecnológico basado en el Diseño de Pavimento a nivel de Afirmado de la carretera se está coberturando a una de las necesidades de transitabilidad actualmente insatisfecha en los caseríos, por lo cual se justifica hacer el estudio y así solucionar el principal problema de más de 4425 familias de manera directa (según fuente INEI-censo 2007); de esta forma que los pobladores tengan un acceso vehicular en buenas condiciones reduciendo tiempo y costos para comercializar sus productos agrícolas y forestales dando lugar a una mejor calidad de vida de los mismos. Nuestro trabajo será desarrollado aplicando la teoría sobre el Diseño de Pavimento a nivel de afirmado entre los Sectores Puente Tonchima – Shica , en los Distritos de Habana y Calzada ; para lo cual se utilizara la tecnología actual, basado en software, equipos de topografía, mecánica de suelos teniendo presente los principios, reglas y normas tanto para la recolección de datos como para su procesamiento en gabinete y los informes ofreciendo así un buen estudio del mismo.

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

2.4 Delimitación de la Investigación

La investigación se limita a efectuar el **“Diseño De Pavimento A Nivel De Afirmado Del Camino Vecinal Sm-533 Emp.Pe5n (Puente Tonchima)- Emp– Sm-504 (Sector Shica) L=9+530 Km, En Los Distritos De Habana Y Calzada, Provincia De Moyobamba, Región San Martín”**, lo que demanda encontrar todos los argumentos justificatorios tanto sociales, económicos y técnicos, que permiten tener un proyecto sustentable.

A pesar de la importancia de los Pavimentos a Nivel de Afirmado y evaluación de sus características de resistencia son escasos los laboratorios de concreto y pavimentos dedicados a obtener este tipo de información, la dificultad se agudiza con las distancias entre los laboratorios y los diversos proyectos en zonas alejadas.

Existen investigaciones realizadas por profesionales afines a la materia, sin embargo, nuestro país no cuenta con una Guía especializada en el diseño de pavimentos donde se analicen materiales locales o determinen relaciones para diferentes tipos de pavimentos rígidos; espor esto que, por lo limitado del recurso bibliográfico, se recurre a informaciones basadas en las Especificaciones AASHTO 1993, ACI, investigaciones profesionales y publicaciones oficiales.

2.5. Marco Teórico

2.5.1 Antecedentes de la Investigación

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.

Céspedes Abanto, José, publica su libro denominado: “*Carreteras, Diseño Moderno*”, libro consultado para la elaboración del presente informe, pues da detalles de los estudios definitivos en carretas.

Saavedra Soria, Gelpiz Antony en el 2015 presento su trabajo denominado: “*Estudio Definitivo del Camino Vecinal El Milagro – Pedro Pascasio- Noriega- Campo Alegre- San Jose del Mayo, Distrito de Moyobamba, Región de San Martin*”, nos da una idea acerca de la importancia del drenaje y de los criterios de pavimento en el diseño de carreteras.

Gonzales Alberca, Jhon Edwin en el 2016 presento su trabajo denominado: “*Estudio Definitivo a Nivel de Afirmado del Camino Vecinal EMP. R05N (KM 17+000) – Nueva Vida, Distrito de Juanjui, Provincia de Mariscal Caceres, Region San Martin*”, Es un trabajo que enfatiza el diseño de una vía a nivel de afirmado teniendo en cuenta un eficaz uso del tiempo, combustible, distancia y costo del transporte para los pobladores.

Paredes Rodríguez, Chandy Millena en el 2016 presento su Trabajo denominado: “*Estudio Definitivo del Camino Vecinal Tramo Santa Rosa de Mushuckllacta km = 0+000 hasta la Localidad de Santa Rosa Viejo km 04 +284 a Nivel de Afirmado, Distrito de Chazuta- Provincia y Region de San Martin*”, nos da una idea acerca de la importancia del drenaje y de los criterios de pavimento en el diseño de carreteras.

Perez Bautista, Edwin en el 2015 presento su Trabajo denominado: “*Rehabilitación y Mejoramiento Del Camino Vecinal EMP.PE-5N (Puente Bolivia) – Shanao – Pinto Recodo, Provincia de Lamas- San Martin*”., nos indica los criterios para el diseño de pavimentos en una infraestructura.

Díaz Montenegro, Linder Clay en el 2015 presento su Trabajo Denominado: “*Mejoramiento del Camino Vecinal Tramo : Cedro Pampa – Nuevo Celendín , Distrito de Zapatero, Provincia de Lamas, Región San Martin*”, nos indica la Importancia de los precios en el mejoramiento de un vía.

Fernández Manosalva, Elías en el 2015 presento su trabajo Denominado: “*Rehabilitación del Camino Vecinal Pajarillo Mariche – Gran Bretaña, Distrito de Pajarillo, Provincia de Mariscal Caceres*” En este caso el trabajo desarrollado de la vía es a nivel de afirmado con lo cual se lograría una integración territorial de la zona y mejoraría la comunicación en tiempo y costos.

2.5.2 Fundamentación Teórica de la Investigación

2.5.2.1. Carreteras

Una carretera o ruta es una vía de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automóviles

Existen diversos tipos de carreteras, aunque coloquialmente se usa el término carretera para definir a la carretera convencional que puede estar conectada, a través de accesos, a las propiedades colindantes, diferenciándolas de otro tipo de carreteras, las autovías y autopistas, que no pueden tener pasos y cruces al mismo nivel. Las carreteras se distinguen de un simple camino porque están especialmente concebidas para la circulación de vehículos de transporte.

Una de las grandes impulsoras de la evolución vial fue la civilización romana, dejando hasta hoy (y aún en buenas condiciones) una vasta red de carreteras.

En España fue en el siglo XVIII, concretamente en 1759 y durante el reinado de Fernando VI, cuando se creó la figura del "peón caminero". Situado a pie de camino, era el encargado de cuidar del estado de la carretera en cada legua, unidad de distancia equivalente a unos cinco kilómetros y medio.

En las áreas urbanas las carreteras divergen a través de la ciudad y se les llama calles teniendo un papel doble como vía de acceso y ruta. La economía y la sociedad dependen fuertemente de unas carreteras eficientes.

En la Unión Europea el 44% de todos los productos son movidos por camiones y el 85% de los viajeros se mueven en autobús o en coche.

2.5.2.1.1. Historias de Carreteras

Se cree que los primeros caminos fueron creados a partir del paso de los animales, aunque esto está puesto en duda ya que los animales no suelen recorrer los mismos caminos. El Camino de Ickniel es un ejemplo de este tipo de origen donde humanos y animales seguían el mismo camino. A estos caminos se los denomina caminos del deseo.

Antecedentes históricos

Calles pavimentadas han sido encontradas en Ur que datan de 4000 años antes de la era común.

En India se empiezan a usar ladrillos para pavimentar las calles 3000 años antes de la era común

En el 500 a. C. Darío I ordena ejecutar la primera red de caminos que incluirá el Camino Real Persa que será también usado durante el Imperio romano.

A partir del año 312 antes de Cristo el Imperio romano comenzará a construir una gran red de calzadas que unirá Europa y el Norte de África mediante 29 grandes arterias en una red que cubrirá 78.000 kilómetros.

A partir del 700 después de Cristo, el Imperio islámico construirá una red de caminos propia. Las más sofisticadas aparecen en Bagdad donde se usa alquitrán. El alquitrán se extrae de los pozos petrolíferos de la región mediante una destilación destructiva.

En el siglo XVII, la construcción y el mantenimiento de los caminos británicos dependía de las administraciones locales. Esta situación provocó un irregular estado de las mismas.

Para remediar esto se crearon las primeras vías de peaje en el año 1706 con el fin de sufragar los costes de mantenimiento de la vía mediante el cobro de tarifas. Sin embargo en 1844 unos disturbios provocaron la desaparición de este sistema.

Sería en los años 30 del siglo XX cuando en Alemania se empieza a desarrollar un nuevo tipo de carretera de alta capacidad para vehículos conocida como autobahn que serían las primeras autopistas de la historia.

2.5.2.2. Clasificación de Carreteras

Las carreteras se han clasificado de diferentes maneras en diferentes lugares del mundo, ya sea con arreglo al fin que con ellas se persigue o por su transitabilidad en la práctica vial peruana se pueden distinguir varias clasificaciones dadas en otros países.

2.5.2.2.1. Clasificación por su transitabilidad

La clasificación por su transitabilidad corresponde a las etapas de construcción de las carreteras y se divide en:

Terracerias: Cuando se ha construido una sección de proyecto hasta su nivel de subrasante transitable en tiempo de secas.

Revestida: Cuando sobre la subrasante se ha colocado ya una o varias capas de material granular y es transitable en todo tiempo.

Pavimentada: Cuando sobre la subrasante se ha construido ya totalmente el pavimento.

2.5.2.2.2. Clasificación administrativa

Por el aspecto administrativo las carreteras se clasifican en:

Federales: Cuando son costeadas íntegramente por la federación y se encuentran por lo tanto a su cargo.

Estatales: Cuando son construidos por el sistema de cooperación a razón del 50% aportados por el estado donde se construye y el 50% por la federación.

Vecinales o rurales: Cuando son construidos por la cooperación de los vecinos beneficiados pagando estos un tercio de su valor, otro tercio lo aporta la federación y el tercio restante el estado. Su construcción y conservación se hace por intermedio de las antes llamadas juntas locales de caminos y ahora sistema de caminos.

De cuota: Las cuales quedan algunas a cargo de la dependencia oficial descentralizada denominada Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios y Conexos y otras como las autopistas o carreteras concesionadas a la iniciativa privada por tiempo determinado, siendo la inversión recuperable a través de cuotas de paso.

2.5.2.2.3. Clasificación técnica - oficial

Esta clasificación permite distinguir en forma precisa la categoría física del camino, ya que toma en cuenta los volúmenes de tránsito sobre el camino al final del periodo.

Tipo especial: Para tránsito promedio diario anual superior a 3,000 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 360 vehículos o más (o sea un 12% de T.P.D.) estos caminos requieren de un estudio especial.

Tipo A: Para un tránsito promedio diario anual de 1,500 a 3,000 equivalentes a un tránsito horario máximo anual de 180 a 360 vehículos (12% del T.P.D.).

Tipo B: Para un tránsito promedio diario anual de 500 a 1,500 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 60 a 180 vehículos (12% de T.P.D.)

Tipo C: para un tránsito promedio diario anual de 50 a 500 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 6 a 60 vehículos (12% del T.P.D.)

En la clasificación técnica anterior, que ha sufrido algunas modificaciones en su implantación, se ha considerado un 50% de vehículos pesados igual a tres toneladas por eje.

El número de vehículos es total en ambas direcciones y sin considerar ninguna transformación de vehículos comerciales a vehículos ligeros.

2.5.2.3. Diseño Geométrico

El Diseño geométrico de carreteras es la técnica de ingeniería civil que consiste en situar el trazado de una carretera o calle en el terreno. Los condicionantes para situar una carretera sobre la superficie son muchos, entre ellos la topografía del terreno, la geología, el medio ambiente, la hidrología o factores sociales y urbanísticos.

El primer paso para el trazado de una carretera es un estudio de viabilidad² que determine el corredor donde podría situarse el trazado de la vía. Generalmente se estudian varios corredores y se estima cuál puede ser el coste ambiental, económico o social de la construcción de la carretera.

Una vez elegido un corredor se determina el trazado exacto, minimizando el coste y estimando en el proyecto de construcción el coste total, especialmente el que supondrá el volumen de tierra desplazado y el firme necesario.

2.5.2.4. Proyecto y construcción de una carretera

La construcción de carreteras requiere la creación de una superficie continua, que atraviese obstáculos geográficos y tome una pendiente suficiente para permitir a los vehículos o a los peatones circular.

Y cuando la ley lo establezca deben cumplir una serie de normativas y leyes o guías oficiales que no son de obligado cumplimiento. El proceso comienza a veces con la retirada de vegetación (desbroce) y de tierra y roca por excavación o voladura, la construcción de terraplenes, puentes y túneles, seguido por el extendido del pavimento.

2.5.2.4.1. Aspectos ambientales

También se tendrán en cuenta aspectos medioambientales como son:

La natural ejercida a poblaciones silvestres de animales que pueden dejar de estar en contacto.

El drenaje transversal que será necesario para que los ríos y las corrientes de agua que circulan por las vaguadas no se vean interrumpidas por los terraplenes.

El drenaje longitudinal que implica el dimensionamiento de las cunetas que evitan que el agua acceda a la superficie de la calzada.

Si existiese una capa de agua sobre la carretera los neumáticos de los coches podrían perder el contacto con el asfalto y planear sobre el agua. A este fenómeno se le denomina hidropilano

2.5.2.4.2. Operaciones previas y construcción

Las antiguas superficies de carreteras, las vallas, y edificios en la traza necesitan ser eliminados antes de comenzar la construcción, lo que se denomina despeje.

Las tuberías y conductos además requerirán un estudio especial pues generalmente no se conocen sus posiciones exactas.

El suelo vegetal debe retirarse de la construcción ya que no resiste las cargas de tráfico y afecta a la resistencia de la vía, a la operación de retirada de tierra vegetal se le denomina desbroce.

El proceso más largo viene dado por los movimientos de tierras para construir la superficie de la carretera. Las zonas donde se eleva el terreno serán los terraplenes y los tramos donde se rebaja el terreno son los desmontes.

Según la dureza del terreno y los rendimientos que se interesen obtener se utilizará una determinada maquinaria para movimientos de tierra o si no fuera posible se utilizaría voladura. Al extendido de las capas le acompañará un proceso de compactación para aumentar la capacidad portante del terreno.

El conjunto se nivelará y se refinará para extender encima la capa de explanada mejorada y de firme. La construcción termina con la colocación de la señalización vertical y horizontal.

2.5.2.5. Carreteras y Medio Ambiente

La construcción de redes viales abarca todo tipo de carreteras y caminos públicos dentro y fuera de zonas edificadas, que estén destinados al transporte de pasajeros y mercancías.

Se trata en la mayoría de los casos de carreteras de doble vía o de caminos rurales de una o dos vías, que establecen un nexo de comunicación entre dos lugares, o que abren al tráfico una región mediante la construcción o ampliación de una red vial.

Por este motivo, no nos ocuparemos en este capítulo de los problemas particulares que plantean las calles y las vías de gran circulación en las zonas urbanas (p. ej. las molestias que padece la población en las grandes aglomeraciones).

Según la finalidad, el volumen de tráfico y las condiciones morfológicas naturales terreno que debe atravesarse, la planificación de un camino se realizará (teniendo en cuenta la dinámica de los movimientos de los vehículos) en base a unas normas de construcción más o menos generosas (ancho transversal de la calzada, elementos del trazado en alzado y planta, obras arquitectónicas y pavimentación de la calzada).

A pesar de la diversidad de condiciones topográficas, climáticas e hidrográficas, de tipos de suelo y de vegetación, existen una serie de principios relativamente uniformes que rigen la planificación y construcción de las tres partes fundamentales de un camino:

Acumulación de un terraplén a la altura mínima necesaria, a base del material de suelo apropiado y disponible a la distancia más corta posible.

Protección de ese terraplén mediante un sistema de zanjas y pasos de agua a lo largo del mismo para dar salida a las aguas de lluvia o a las aguas superficiales permanentes.

Todos los caminos requieren un mantenimiento permanente y adecuado al servicio que prestan (despejar de vegetación las cimas de los terraplenes, mantener operativo el sistema de drenaje, reparar los daños producidos por la erosión en el terraplén y en los cortes, renovación de la superficie).

2.5.2.5.1. Impacto ambiental y medidas de protección

Los criterios de protección ambiental que han venido desarrollándose en los últimos años para el sector de la construcción de redes viales deben aplicarse de acuerdo con las condiciones ambientales y las prioridades de cada caso.

En el presente capítulo no se tratarán los efectos derivados de la función propia del camino como vía de circulación, ni de la operación de los vehículos (véase a este respecto el capítulo sobre "Circulación vial"), sino únicamente el impacto directo e indirecto que produce la construcción de un camino y su posterior mantenimiento, como consecuencia de la inevitable agresión al entorno natural.

2.5.2.5.2. Efectos indirectos a gran escala

Efectos negativos en la apertura al tráfico a una región

La apertura de una región que antes era inaccesible al tráfico motorizado, mediante la construcción, ampliación o mejora de un camino, ocasiona una alteración más o menos profunda de las condiciones de vida del área afectada, con respecto al potencial de desarrollo existente.

Las actividades humanas que aparecen o se multiplican como consecuencia de la nueva infraestructura, y las cargas ambientales que ello conlleva, son de muy diversa naturaleza, y no es posible describir aquí sus efectos con detalle (migraciones, proliferación incontrolada de asentamientos, modificación del uso del suelo, etc.). Además, se producen alteraciones de las condiciones socio-culturales y socio-económicas que deben analizarse con sumo cuidado como posibles efectos secundarios.

Deberán estudiarse igualmente las posibilidades de evitar o atenuar los efectos negativos de la apertura al tráfico de regiones inaccesibles adoptando las medidas paralelas oportunas (plan de ordenación del suelo, normas de asentamiento y control del cumplimiento).

Impactos sobre zonas que deben ser protegidas

La creación de una vía de enlace lo más rápida posible entre dos puntos es un objetivo técnico-económico cuya realización plantea dos problemas básicos: por un lado, la

necesidad de tener en cuenta los elementos que no pueden ser desplazados (obstáculos naturales o debidos al tráfico); por otro, la necesidad de rodear ciertas zonas que deben ser protegidas por determinadas razones: preservación de la vegetación, interés paisajístico, reserva natural, tierras valiosas para la agricultura, concentración de edificios, patrimonio histórico, o por constituir pequeños biotopos, hábitat de animales salvajes y reservas faunísticas.

2.5.2.5.3. Efectos lineales directos o efectos puntuales

Influencia sobre el entorno

La aplicación de los principios que rigen la construcción tradicional de caminos puede contribuir a atenuar la impresión de injerencia artificial en la naturaleza.

Cuando estos principios no se respetan debidamente se produce un deterioro del entorno paisajístico, como ocurre, por ejemplo, en el caso de cortes profundos en el terreno, terraplenes de gran altura o trazado irregular.

Efectos agregados por la escisión de los sistemas ecológicos existentes y modificación del microclima

Un camino supone una escisión del terreno que atraviesa (tanto más profunda cuanto mayor sea la diferencia de altura entre la calzada y el terreno natural). Para el ser humano y para los animales se levanta una barrera que perturba las funciones utilitarias de los espacios naturales (p. ej. movimientos migratorios).

Al bloquearse el movimiento del agua y del aire, al aparecer la umbría, la acumulación de frío y de calor, la pérdida o acumulación de humedad y demás efectos de dispersión, se produce una serie de alteraciones del microclima que pueden perjudicar o destruir los sistemas existentes.

No siempre es posible evitar estos efectos negativos, pero se puede atenuar su incidencia, p. ej., mediante el tendido de viaductos, la construcción de un mayor número de pasos de agua o más grandes, la instalación de vallas protectoras para el paso de animales salvajes o la reducción del desnivel de los taludes.

Deterioro del paisaje y consumo de suelo

El camino ocupa una franja de terreno más o menos ancha, limitada físicamente por el terraplén o por el corte (incluyendo las zanjas y otras construcciones), y justificada jurídicamente por la propiedad sobre el suelo implícita en la legislación sobre vías públicas. Además, en muchos países es habitual extraer el material necesario para la construcción del terraplén directamente de los alrededores del camino, utilizando excavadoras o bulldozers para formar hondonadas planas.

Este método facilita sin duda las tareas de transporte, pero aumenta considerablemente el consumo de terreno y deja tras de sí, cuando no existe un requerimiento expreso de nivelación, una serie de cortes longitudinales en el terreno que pueden verse afectados por la erosión o retener aguas estancadas donde se reproduzcan fácilmente gérmenes patógenos. Aunque gran parte de las tierras y rocas necesarias se extraen de fosos o canteras, es importante dejar el terreno, una vez finalizadas las obras, en una situación lo más parecida posible a su estado natural.

Asimismo, los restos de tierra o material de construcción que no hayan sido utilizados, así como los residuos de las obras, deben eliminarse sin dañar el medio ambiente.

Una vez construido el nuevo camino, puede ocurrir en ocasiones que el tránsito de rebaños y de los vehículos agrícolas de tracción animal sea desviado a una pista paralela no compactada. Según el grado de utilización y las características del suelo, estas pistas pueden ahondarse por efecto de la erosión del viento y del agua o quedar intransitables en determinadas estaciones del año, o bien extenderse más aún a causa del permanente desplazamiento a que se ven sometidas.

Para evitar estos efectos, deberán aplicarse en estas vías las mismas medidas de mantenimiento que se utilizan en los caminos.

En la construcción de un camino conviene observar la distancia obligatoria con respecto a las veredas tradicionales destinadas al ganado.

Destrucción de la vegetación y de la capa vegetal

En ocasiones, el corredor que se abre para la construcción del camino tiene una anchura muy superior a la necesaria, con el fin de retardar el crecimiento de árboles y arbustos junto al

camino y de evitar que los árboles de bosques colindantes puedan caer sobre la calzada en caso de tempestad.

En algunos casos, el roce del terreno se realiza por fuego. Este hecho, sumado a las cargas mecánicas que sufre la delgada y sensible capa de humus durante la época de la construcción, puede ocasionar la erosión del suelo.

En la planificación de las obras deberán considerarse una serie de aspectos, que requieren una definición técnica y contractual y un control por parte de la dirección de obra, tales como: tratamiento adecuado de la vegetación, especialmente de la arbórea, conservación de las márgenes de bosques o de árboles aislados, reforestación, renovación de la capa de humus, ajardinamiento de las superficies de suelo que queden al descubierto, así como su conveniente cuidado a largo plazo, formación de silos con la tierra vegetal extraída, mantenimiento y posterior reutilización.

Erosión del suelo y modificación de su estructura

El despeje inadecuado del terreno, la desatención de las propiedades mecánicas de los suelos, la estimación errónea -o su omisión- de la estabilidad de los taludes del terraplén y del corte da lugar a un deterioro progresivo de la estructura del camino y de su entorno inmediato que, en casos extremos (especialmente cuando las condiciones meteorológicas son adversas), llega a ocasionar su descomposición total y su intransitabilidad.

Adicionalmente, el corrimiento, asentamiento y lavado de amplias áreas de suelo provocan fenómenos de erosión considerables que afectan no sólo al área propiamente dicha del camino, sino también, sobre todo en terrenos accidentados y montañosos, a las pendientes o a las hondonadas cercanas.

Hasta las pendientes rocosas de apariencia sólida se desestabilizan cuando se hacen incisiones en el terreno sin tener en cuenta las estructuras geológicas, o con cargas explosivas excesivamente fuertes.

La erosión del suelo producida por el agua se debe normalmente a la fuerza de arrastre de la corriente. En las zonas áridas y semiáridas, en cambio, hay que prestar atención a la erosión del viento producida o al menos favorecida por la eliminación de la vegetación, aunque sea

poco abundante, o por las condiciones aerodinámicas desfavorables del emplazamiento (altitud, formación de dunas).

Si se utilizan materiales de granulado fino en capas no compactadas, el mero tránsito de los vehículos hace que la erosión del viento (formación de polvo) o del agua (lavado) destruya a largo plazo la superficie del camino.

Para minimizar los riesgos de degradación se necesita un análisis pericial del suelo, una planificación y seguimiento de la obra en los trabajos de movimientos de tierras y de rocas, así como un mantenimiento regular del camino y de su entorno que permita eliminar los daños menores ya en la fase inicial, evitando que trasciendan sus efectos negativos.

Es imprescindible recubrir cuanto antes las superficies de tierra desnudas con plantas autóctonas (herbáceas, cubierta vegetal), a fin de estabilizar la vida vegetal del lugar con especies de raíces profundas, setos y vallas trenzadas. La cobertura vegetal desempeña además un papel importante al permitir una evacuación cuidadosa de las aguas de infiltración y superficiales sin erosionar el suelo.

En la construcción de vías de tercer orden como, p. ej. Caminos vecinales, vías de enlace y de acceso, es preciso evitar cualquier tipo de erosión. En este caso la construcción vial debe considerarse ante todo como una obra hidráulica y de movimiento de tierras. El trazado debe seguir las crestas y la topografía del terreno.

Cuando se atraviesen cursos de agua debe darse preferencia a los vados firmes e inundados total o parcialmente, ya que no presentan impedimento alguno a la circulación del agua y de esta forma ayudan a evitar la erosión.

Incidencia sobre el balance hídrico

La construcción de redes viales implica a veces una agresión considerable contra el balance hídrico existente. El desvío de un curso fluvial para evitar que cruce el trazado de una vía puede provocar una alteración desfavorable del régimen de drenaje si no se tienen en cuenta las leyes hidráulicas (debido a la modificación de la rugosidad, de la pendiente o de la sección transversal del cauce).

Los efectos son numerosos: retención voluntaria o involuntaria del agua en los terraplenes del camino, drenaje de zonas húmedas y pantanosas, descenso del nivel de la napa freática,

ahonde de los cursos fluviales debido a la excavación excesiva del cauce, construcción de puentes con peligro de taponamiento por el material de arrastre, utilización del terraplén para la formación de embalses de retención para la ganadería (riesgo de problemas higiénicos y epidemiológicos o de multiplicación de organismos patógenos).

La falta de datos fiables sobre el volumen, frecuencia y duración de las precipitaciones es un factor desfavorable que obliga a recurrir a los enfoques empíricos secundados por la observación de la naturaleza y la experiencia comparativa.

El peligro de contaminar las aguas superficiales y subterráneas resulta especialmente preocupante en aquellos países en los que el control del agua potable resulta difícil por el tipo de aprovisionamiento (p. ej. extracción descentralizada).

Aumento de los riesgos de seguridad por peligro de Accidentes

La posibilidad de conducir a mayor velocidad, la presencia de conductores inexpertos, el cruce de peatones y animales o la ausencia de una vía paralela para el tráfico lento (p. ej. peatones, tráfico no motorizado o paso de ganado) son factores que favorecen la multiplicación de accidentes y su gravedad, sobre todo después de la construcción de un nuevo camino. Por esta razón, la construcción de caminos debe ir siempre acompañada o precedida de una educación vial y del control técnico de los vehículos.

Influencia en la estructura de los poblamientos rurales y urbanos

La densidad de edificación en los núcleos de población existentes es demasiado alta para permitir la ampliación de una vía de tránsito.

Al margen de estas consecuencias, la mayor ocupación del suelo entraña una densidad de edificación superior en la zona en cuestión con el consiguiente impacto ambiental para la hidrología y el clima local, especialmente.

El acondicionamiento de una vía de circunvalación con el objeto de paliar estos efectos daña o destruye a menudo estructuras antiguas integradas en el entorno, al tiempo que el desvío atrae rápidamente nuevas construcciones, cuyos efectos negativos pueden evitarse mediante una planificación adecuada al medio ambiente.

Consecuencias de la falta de mantenimiento

Una correcta concepción técnica del camino y una ejecución adecuada de las obras sin restricciones de calidad reducen considerablemente los costos de mantenimiento, al menos en los primeros años.

2.5.2.5.4. Efectos secundarios

Ruidos de construcción

Dado el volumen limitado de las obras de construcción y la simplicidad de las técnicas aplicadas, este factor desempeña un papel poco importante en la construcción de caminos.

Recuperación del bitumen

La renovación de la cubierta bituminosa de la calzada debe ir acompañada de una recuperación del aglomerante contenido en las capas antiguas.

Cuando el grosor de la cubierta es limitado (sobre todo si el tratamiento bituminoso se ha reducido a la superficie), ésta se conserva habitualmente para reforzar la capacidad de soporte, y en tal caso será imposible su recuperación.

Daños por terremotos

Los caminos con obras arquitectónicas (puentes y túneles) sencillas o poco numerosas, están menos expuestos a la influencia de movimientos sísmicos que las obras de ingeniería complejas.

Las grietas y los deslizamientos de tierra también son más limitados por sus dimensiones reducidas.

Efectos positivos

La construcción de caminos puede ir acompañada de trabajos complementarios que tengan un efecto positivo sobre el entorno.

Instalación de embalses de retención para la población o abrevaderos, al elevar levemente el trazado en el franqueo de cursos fluviales

Configuración de las zonas de excavación como biotopos o estanques aprovechables

Cuando se aplica una cubierta bituminosa en las travesías de poblaciones, puede incorporarse al trazado una ampliación para vehículos estacionados, especialmente camiones, y en su caso la consolidación de la plaza del mercado

Durante la ejecución de las obras, las zonas de excavación se preparan de tal modo que se disponga de material suficiente para el mantenimiento del camino

2.5.2.6. Señalización Y Seguridad De Redes Viales - Carreteras

2.5.2.6.1. Seguridad vial

La seguridad vial consiste en la prevención de accidentes de tránsito o la minimización de sus efectos, especialmente para la vida y la salud de las personas, cuando tuviera lugar un hecho no deseado de tránsito.

También se refiere a las tecnologías empleadas para dicho fin en cualquier vehículo de transporte terrestre (ómnibus, camión, automóvil, motocicleta y bicicleta)

Las normas reguladoras de tránsito y la responsabilidad de los usuarios de la vía pública componen el principal punto en la seguridad vial. Sin una organización por parte del estado y sin la moderación de las conductas humanas (particulares o colectivas) no es posible lograr un óptimo resultado.

a) Seguridad activa o primaria

Aquella que asiste al conductor para evitar un posible accidente interviniendo de manera permanente durante la circulación, por ejemplo:

Sistema retrovisor

Visibilidad del conductor de la circulación que sucede detrás, espejos, eliminación de puntos ciegos, y otras ayudas de control como radares, comunicación de seguridad inalámbrica del vehículo y visión nocturna.

Sistemas de suspensión.

Sistema frenado:

Entre los que se pueden encontrar distintos tipos, entre eficientes y muy eficientes: ABS (Antipoco Break Sistema: sistema antibloqueo de frenos) con EBV (reparto electrónico de frenada). ESP (control de estabilidad), con EDL (control de tracción).

Sistema de dirección.

Sistema de iluminación

El uso de las luces es un punto fundamental dentro de la seguridad activa en la circulación ya que por intermedio de las mismas los conductores y usuarios de la vía pública se comunican entre las personas.

b) Seguridad secundaria

Aquella encargada de minimizar las consecuencias negativas de un accidente después de que este haya sucedido.

Cierre automático de la inyección de combustible para impedir incendios.

Depósito de combustible y elementos auxiliares diseñados para evitar el derrame de combustible en caso de colisión (coches como el Ford Pinto se hicieron famosos por descuidar esta precaución).

Aviso automático a centro de emergencias después de un accidente (opcional en algunos vehículos estadounidenses).

Puertas diseñadas para una fácil apertura después del accidente.

Hebillas del cinturón de seguridad de fácil apertura.

Llevar herramientas de seguridad en caso de emergencia.

c) Seguridad de bebés y niños

La seguridad automovilística es crítica en estos casos, sobre todo considerando que los dispositivos existentes no han sido diseñados para ellos. En muchos países (por ejemplo, en los Estados miembros de la Unión Europea) es obligatorio el uso de mecanismos de retención apropiados al peso y la altura; desde sillas especiales hasta elevadores que impidan que el cinturón de seguridad provoque asfixia si ocurre un accidente.

En todos los casos se deben utilizar siguiendo las instrucciones del fabricantes, y debe recordarse el peligro que puede representar para un bebé o niño la bolsa de aire del asiento del acompañante.

d) Seguridad ante la conducción rutinaria

Muchos conductores que siguen la misma ruta cada día lo hacen sin utilizar el área del cerebro donde tiene lugar el pensamiento consciente, según afirma el científico especialista en tráfico Michael Schreckenberg, de la Universidad de Duisburgo-Essen (Alemania).

Como conocen el camino, los conductores se ocupan de otras cosas en vez de concentrarse en el tráfico; en consecuencia, tardan más en advertir los peligros.

Por esta razón, se les recomienda recordar continuamente la necesidad de estar alerta y no distraerse de la carretera. No solamente se debe tener en cuenta que se conocen el camino sino también el clima ya que no es lo mismo conducir en un día soleado a conducir en un fuerte aguacero o sobre una vía congelada.

2.5.2.6.2. Especificaciones técnicas de las señalizaciones en carreteras

a) Señalización vertical permanente

Esta especificación presenta las Disposiciones Generales a ser observadas para los trabajos de Señalización Vertical Permanente en las Carreteras del Perú.

Se entiende como Señalización Vertical Permanente al suministro, almacenamiento, transporte e instalación de los dispositivos de control de tránsito que son colocados en la vía en forma vertical para advertir, reglamentar, orientar y proporcionar ciertos niveles de seguridad a sus usuarios.

Entre estos dispositivos se incluyen las señales de tránsito (preventivas, reglamentarias e informativas), sus elementos de soporte y los delineadores.

Se incluye también dentro de estos trabajos la remoción y reubicación de dispositivos de control permanente.

Se incluye también dentro de la Señalización Vertical Permanente los que corresponden a Señalización Ambiental destinadas a crear conciencia sobre la conservación de los recursos naturales, arqueológicos, humanos y culturales que pueden existir dentro del entorno vial.

Asimismo la señalización ambiental deberá enfatizar las zonas en que habitualmente se produce circulación de animales silvestres o domésticos a fin de alertar a los conductores de vehículos sobre esta presencia.

La forma, color, dimensiones y tipo de materiales a utilizar en las señales, soportes y dispositivos estarán de acuerdo a las regulaciones contenidas en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC y a las Especificaciones Técnicas de Calidad de Materiales para uso en señalización de Obras Viales.

Así mismo el diseño deberá responder a los requisitos de calidad y ensayos de acuerdo a lo establecido mediante Resolución D N°539-99-MTC/15.17.

Todos los paneles de las señales llevarán en el borde superior derecho de la cara posterior de la señal, una inscripción con las siglas "MTC" y la fecha de instalación (mes y año).

b) Señales preventivas

Las señales preventivas constituyen parte de la Señalización Vertical Permanente.

Se utilizarán para indicar con anticipación la aproximación de ciertas condiciones de la vía o concurrentes a ella que implican un peligro real o potencial que puede ser evitado tomando las precauciones necesarias.

Se incluye también en este tipo de señales las de carácter de conservación ambiental como la presencia de zonas de cruce de animales silvestres o domésticos.

La forma, dimensiones, colocación y ubicación a utilizar en la fabricación de las señales preventivas se hallan en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC y la relación de señales a instalar será la indicada en los planos y documentos del Expediente Técnico.

La fabricación, materiales, exigencias de calidad, pruebas, ensayos e instalación son los que se indican en la Sección 800 de estas especificaciones.

c) Señales regulatorias

Las señales reglamentarias constituyen parte de la Señalización Vertical Permanente.

Se utilizan para indicar a los usuarios las limitaciones o restricciones que gobiernan el uso de la vía y cuyo incumplimiento constituye una violación al Reglamento de la Circulación Vehicular.

La forma, dimensiones, colocación y ubicación a utilizar en la fabricación de las señales preventivas se hallan en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC y la relación de señales a instalar será la indicada en los planos y documentos del Expediente Técnico.

La fabricación, materiales, exigencias de calidad, pruebas, ensayos e instalación son los que se indican en la Sección 800 de estas especificaciones.

d) Señales informativas

Las señales informativas constituyen parte de la Señalización Vertical Permanente.

Se utilizarán para guiar al conductor de un vehículo a través de una determinada ruta, dirigiéndolo al lugar de su destino. Tiene también por objeto identificar puntos notables tales como: ciudades, ríos, lugares históricos, etc. y la información que ayude al usuario en el uso de la vía y en la conservación de los recursos naturales, arqueológicos humanos y culturales que se hallen dentro del entorno vial.

La forma, dimensiones, colocación y ubicación a utilizar en la fabricación de las señales informativas se hallan en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC y la relación de señales a instalar será la indicada en los planos y documentos del Expediente Técnico.

La fabricación, materiales, exigencias de calidad, pruebas, ensayos e instalación son los que se indican en la Sección 800 de estas especificaciones.

e) Elemento de soporte de señales

Los Elementos de soporte de señales constituyen parte de la Señalización Vertical Permanente.

Se utilizarán para sostener la señalización vertical permanente pudiendo ser de los tipos definidos en las Subsecciones 800.04 y 800.05

La forma, dimensiones, colocación y ubicación a utilizar en la fabricación de los elementos de soporte se halla en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para

Calles y Carreteras del MTC y la relación de los necesarios a fabricar estará en concordancia al número de señales a instalar que será la indicada en los planos y documentos del Expediente Técnico.

La fabricación, materiales, exigencias de calidad, pruebas, ensayos e instalación son los que se indican en la Sección 800 de estas especificaciones.

f) Delineadores

Los delineadores son elementos que tienen por finalidad remarcar o delinear segmentos de carretera que por su peligrosidad o condiciones de diseño o visibilidad requieran ser resaltados para advertir al usuario de su presencia.

Entre los delineadores se consideran:

Los postes delineadores.

Las tachas delineadoras.

La forma, dimensiones y tipo de material de los delineadores serán indicados en los planos y documentos del Proyecto.

g) Marcas permanentes en el pavimento

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte y aplicación de marcas permanentes sobre un pavimento terminado.

Las marcas a aplicar en el pavimento sirven para delimitar los bordes de pista, separar los carriles de circulación en autopistas y el eje de la vía en carreteras bidireccionales de una sola pista. También tiene por finalidad resaltar y delimitar las zonas con restricción de adelantamiento.

También las marcas en el pavimento pueden estar conformadas por símbolos y palabras con la finalidad de ordenar encausar y regular el tránsito vehicular y complementar y alertar al conductor de la presencia en la vía de colegios, cruces de vías férreas, intersecciones, zonas urbanas y otros elementos que pudieran constituir zonas de peligro para el usuario.

El diseño de las marcas en el pavimento, dimensiones, tipo de pintura y colores a utilizar deberán estar de acuerdo a los planos y documentos del proyecto, el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC y a las disposiciones del Supervisor.

h) Guardavías metálicas

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de defensas o guardavías metálicas a lo largo de los bordes de la vía, en los tramos indicados en los planos del proyecto o establecidos por el Supervisor.

i) Capta faros

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte y colocación, en los guardavías metálicos de la vía, de dispositivos destinados a la orientación del tránsito automotor en horas de la noche.

Los capta faros se instalarán en los sitios y con las dimensiones que indiquen los documentos del proyecto o establezca el Supervisor.

j) Postes de kilometraje

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, manejo, almacenamiento, pintura e instalación de postes indicativos del kilometraje en los sitios establecidos en los planos del proyecto o indicados por el Supervisor.

El diseño del poste deberá estar de acuerdo con lo estipulado en el "Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras" del MTC y demás normas complementarias.

2.5.2.7 Definición De Pavimentos

Un pavimento es una estructura que está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre

la sub rasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras y han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el período para el cual fue diseñada la estructura del pavimento.

2.5.2.7.1. Características de un pavimento

Un pavimento debe reunir los siguientes requisitos:

Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.

Ser resistente ante los agentes de intemperismo.

Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial.

Ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.

Presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.

Ser durable y económico.

Presentar condiciones adecuadas respecto al drenaje.

Debe minimizar al máximo el ruido de rodadura, en el interior de los vehículos que afectan al usuario, así como en el exterior.

Debe poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos, ofreciendo una adecuada seguridad al tránsito.

2.5.2.7.2. Clasificación De Pavimentos

2.5.2.7.2.1. Clasificación por transferencia de carga

En nuestro medio, los pavimentos se clasifican en: Pavimentos flexibles, Pavimentos Semi rígidos o Semi flexibles, Pavimentos Rígidos, Pavimentos Articulado y Afirmado.

a) Pavimentos Flexibles

Este tipo de pavimentos están formados por una capa de rodadura asfáltica apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la sub base, no obstante puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada proyecto.

b) Pavimentos Semi rígidos

Este tipo de pavimentos guarda básicamente la misma estructura de un pavimento flexible, una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con un aditivo que puede ser: asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos. El empleo de estos aditivos tiene la finalidad básica de corregir o modificar las propiedades mecánicas de los materiales locales que no son aptos para la construcción de las capas del pavimento, teniendo en cuenta que los adecuados se encuentran a distancias tales que encarecerían notablemente los costos de construcción.

c) Pavimentos Rígidos

Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto, apoyada sobre la sub rasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina sub base del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además como el concreto es capaz de resistir, en cierto grado, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la sub rasante.

La capacidad estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia del concreto, por lo tanto, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento. Los pavimentos rígidos se pueden clasificar en:

Simple o Monolítico.

Simple con pasadores o barras de transferencia (dowels).

Con refuerzo discontinuo distribuido sin función estructural.

Con refuerzo continuo sin función estructural.

Con refuerzo estructural.

Pre esforzado.

d) Pavimentos articulados

Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concreto prefabricados, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales

entre sí. Esta puede ir sobre una capa delgada de arena la cual, a su vez, se apoya sobre una capa de base granular o directamente sobre la sub rasante, dependiendo de la calidad de ésta y de la magnitud y frecuencia de las cargas que circularan por dicho pavimento.

e) Afirmado

Capa compactada de material granular natural o procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en carreteras y trochas carrozables.

2.5.2.7.2.2. Clasificación por su proceso constructivo

Reciclado de Pavimentos Asfálticos

En todos los siguientes casos de reciclado, la estructura resultante del trabajo de reciclaje, podrá emplearse como capa de rodadura o base.

a) Reciclado Superficial

Consiste en el retratamiento de la superficie del pavimento en bajos espesores, generalmente no superiores a los 2.5 centímetros, en casos en que los deterioros del pavimento no sean atribuibles a deficiencias estructurales. Se incluye todo procedimiento en que la superficie es fresada, cepillada o escarificada, triturada y adicionada o no de un agente de reciclaje, con o sin la incorporación de pequeños porcentajes de materiales vírgenes, reacondicionada y recompactada.

El proceso puede adelantarse en caliente o en frío y en este último caso el agente de reciclaje, si se requiere, se aplica en forma de emulsión.

b) Reciclado en el lugar (in situ)

Conocido también como reciclaje en frío, consiste en rehabilitar el pavimento hasta una profundidad mayor de 2.5 cm, involucrando o no el material de base. Para ello, el espesor es escarificado y el material trozado resultante es triturado hasta un tamaño adecuado y

luego, mezclado con un agente de reciclaje y eventualmente con cierto porcentaje de agregado nuevo. Como su nombre lo indica, el proceso se realiza generalmente en frío y los aditivos más utilizados son emulsiones asfálticas, cemento portland, cal y mezclas cal y cenizas volantes.

c) Reciclado en Planta

Denominado también como reciclaje en caliente, consiste en escarificar el espesor deseado del pavimento existente y transportar el material trozado a una planta en la que es triturado y clasificado por su granulometría. El material también puede obtenerse del pavimento por medio de un fresado en frío. Posteriormente se agregan los materiales nuevos que comúnmente se incluyen un agente de reciclaje y agregado pétreo virgen, así como asfalto nuevo. La nueva mezcla en caliente se lleva al sitio de origen o al que se haya elegido para su colocación, donde se distribuye y compacta mediante métodos y equipos convencionales.

2.5.2.7.3. Importancia del estudio de suelos para pavimentos

2.5.2.7.3.1. Clasificación de Suelos

Teniendo en cuenta que en la naturaleza existe una gran variedad de suelos, la ingeniería de suelos ha desarrollado algunos métodos de clasificación de los mismos. Cada uno de estos métodos tiene, prácticamente, su campo de aplicación según la necesidad y uso que los haya fundamentado.

En la actualidad los sistemas más utilizados para la clasificación de los suelos, en estudios para diseño de pavimentos de carreteras y aeropistas son el de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y el Unified Soil Classification System, conocido como Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

2.5.2.7.3.2. Investigación y Evaluación De Suelos

Para la obtención de la información geotécnica básica de los diversos tipos de suelos deben efectuarse investigaciones de campo y laboratorio, que determinen su distribución y propiedades físicas. Una investigación de suelos debe comprender:

a) Selección de las unidades típicas de diseño

Consiste en la delimitación de las unidades homogéneas de diseño con base en las características: geológicas, climáticas, topográficas y de drenaje de la zona en proyecto.

b) Determinación del perfil de suelos

La primera labor por llevar a cabo en la investigación de suelos consiste en la ejecución sistemática de perforaciones en el terreno, con el objeto de determinar la cantidad y extensión de los diferentes tipos de suelos, la forma como éstos están dispuestos en capas y la detección de la posición del nivel freático. Teniendo en cuenta que es imposible realizar un estudio que permita conocer el perfil de suelos en cada punto del proyecto, es necesario acudir a la experiencia para determinar el espaciamiento entre las perforaciones con base en la uniformidad que presenten los suelos.

Tabla 3

Criterios para la ejecución de Perforaciones en el terreno para definir un perfil de suelos

Criterios para la ejecución de perforaciones en el terreno para definir un perfil de suelos.		
Tipo de zona	Espaciamiento(m)	Profundidad(m)
1. Carreteras	250 - 500	1.50
2. Pistas de aterrizaje.	A lo largo de la línea central, 60-70m	Cortes: -3m debajo de la rasante Rellenos: -3m debajo de la superficie existente del suelo.
3. Otras áreas pavimentadas.	1 perforación cada 1.000 m ²	Cortes: 3m debajo de la rasante. Rellenos: 3m debajo de la superficie existente del suelo.
4. Préstamos	Pruebas suficientes para definir claramente el material.	Hasta la profundidad que se propone usar como préstamo.

Fuente: Ingeniería de Pavimentos para Carreteras, 2da edición. Alfonso Fonseca. Año 2002.

Debe registrarse, además, la posición del nivel freático en caso de detectarse, por cuanto este dato es importante para el diseño de los dispositivos de sub drenaje que sean necesarios en la obra vial.

c) Muestreo de las diferentes capas de suelos

En cada perforación ejecutada deberán tomarse muestras representativas de las diferentes capas de suelos encontradas. Las muestras pueden ser de dos tipos: alteradas o inalteradas. Una muestra es alterada cuando no guarda las mismas condiciones en que se encontraba en el terreno de donde procede e inalterada en el caso contrario.

d) Ensayos de laboratorio

Se realizan ensayos de laboratorio a las muestras obtenidas para determinar sus propiedades físicas en relación con la estabilidad y capacidad de soporte de la sub rasante.

A continuación se indican las pruebas más aplicables en la pavimentación de carreteras:

Determinación del contenido de humedad.

Análisis granulométrico.

Determinación del Límite plástico y líquido de los suelos.

Peso Específico.

Ensayo de Densidad (máxima densidad y óptimo contenido de humedad).

Ensayo CBR (Resistencia de los suelos).

2.5.2.8. Pavimento Rígido

Un pavimento rígido está conformado de concreto simple o armado, denominado losa, y apoyado directamente sobre una base o sub base. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la sub rasante. Todo lo contrario sucede en los pavimentos flexibles, que al tener menor rigidez, transmiten los esfuerzos hacia las capas inferiores lo cual trae como consecuencias mayores tensiones en la sub rasante, como se puede apreciar en la Figura 04.



Figura 5: Transmisión de carga en un Pavimento Rígido
(Fuente : Blog Ingeniería y Construcción, 2006. Pavimentos)

La sub rasante

Es el soporte natural, preparado y compactado, en la cual se puede construir un pavimento. La función de la sub rasante es dar un apoyo razonablemente uniforme, sin cambios bruscos en el valor soporte, es decir, es más importante que la sub rasante brinde un apoyo estable a que tenga una alta capacidad de soporte. Por lo tanto, se debe tener mucho cuidado con la expansión de suelos.

Sub base

La capa sub base es la porción de la estructura del pavimento rígido, que se encuentra entre la sub rasante y la losa rígida. Consiste de una o más capas compactas de material granular o estabilizado; la función principal de la sub base es prevenir el bombeo de los suelos de granos finos. La sub base es obligatoria cuando la combinación de suelos, agua, y tráfico pueden generar el bombeo. Tales condiciones se presentan con frecuencia en el diseño de pavimentos para vías principales y de tránsito pesado. Otras funciones de la sub base son:

Proporcionar estabilidad y soporte uniforme.

Incrementar el módulo de reacción de la sub rasante.

Minimizar los efectos dañinos de las heladas.

Proveer drenaje cuando sea necesario.

Proporcionar una plataforma de trabajo para los equipos de construcción.

Losa

La losa es de concreto. El factor mínimo de cemento debe determinarse en base a ensayos de laboratorio y por experiencia previas de resistencia y durabilidad. Se deberá usar concreto con aire incorporado donde sea necesario para proporcionar resistencia al deterioro superficial debido al hielo o deshielo, a las sales o para mejorar la trabajabilidad de la mezcla.

2.5.2.8.1. Tipos de Pavimentos Rígidos

2.5.2.8.1.1. Pavimento Rígido Simple

Pavimento Rígido Simple sin Pasadores

Son pavimentos que no presentan refuerzo de acero ni elementos para transferencia de cargas, ésta se logra a través de la trabazón de los agregados entre las caras agrietadas debajo de las juntas aserradas o formadas. Es necesario que se use un espaciamiento corto entre juntas. Están constituidos por losas de dimensiones relativamente pequeñas, en general menores de 6 m de largo y 3.5 m de ancho. Los espesores varían de acuerdo al uso, por ejemplo, para calles residenciales, éstos varían entre 10 y 15 cm, en las denominadas colectoras entre 15 y 17 cm. En carreteras se obtienen espesores de 16 cm. En aeropistas y autopistas 20 cm o más. Este tipo de pavimento es aplicable en caso de tráfico ligero y clima templado y generalmente se apoyan directamente sobre la sub rasante. Ver Figura 05.

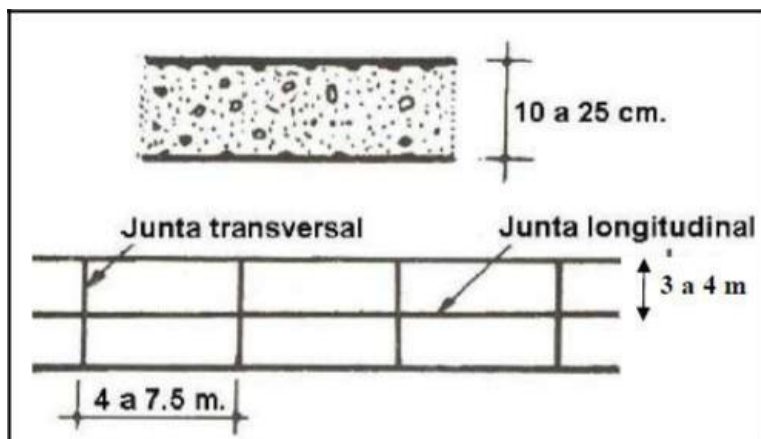


Figura 6: Pavimento Rígido simple sin pasadores
(Fuente: Guía de diseño AASHTO 93, Diseño de Pavimentos.)

Pavimento Rígido Simple Con Pasadores

Los pasadores (dowels) son pequeñas barras de acero liso, que se colocan en la sección transversal del pavimento, en las juntas de contracción. Su función estructural es transmitir las cargas de una losa a la losa contigua, mejorando así las condiciones de deformación en las juntas. De esta manera, se evitan los desplazamientos verticales diferenciales o escalonamientos. Según la Asociación de Cemento Portland (PCA, por sus siglas en inglés), este tipo de pavimento es recomendable para tráfico diario que exceda los 500 ESALs (ejes simples equivalentes), con espesores de 15 cm o más. Ver Figura 06.

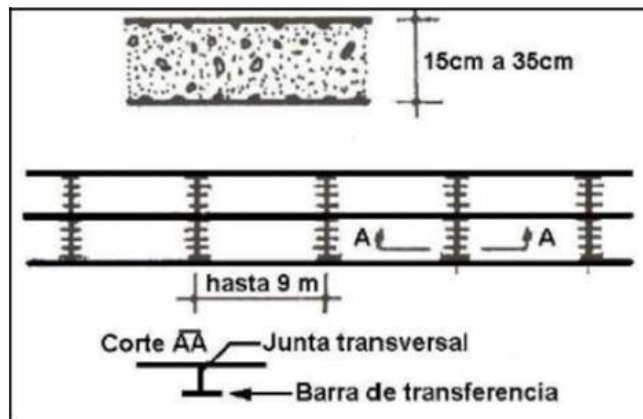


Figura 7: Pavimento Rígido Simple Con Pasadores
(Fuente: Guía de diseño AASHTO 93, Diseño de Pavimentos).

2.5.2.8.1.2. Pavimentos de concreto reforzado con juntas

Los pavimentos reforzados con juntas contienen además del refuerzo, pasadores para la transferencia de carga en las juntas de contracción. Este refuerzo puede ser en forma de mallas de barras de acero o acero electrosoldado. El objetivo de la armadura es mantener las grietas que pueden llegar a formarse bien unidas, con el fin de permitir una buena transferencia de cargas y de esta manera conseguir que el pavimento se comporte con una unidad estructural. Los pavimentos reforzados con juntas contienen además del refuerzo, pasadores para la transferencia de carga en las juntas de contracción. Este refuerzo puede ser en mallas de barras de acero o acero electrosoldado. El objetivo de la armadura es mantener las grietas que pueden llegar a formarse bien unidas, con el fin de permitir una buena transferencia de cargas y de esta manera conseguir que el pavimento se comporte como una unidad estructural.

La función de las juntas consiste en mantener las tensiones de la losa provocadas por la contracción y expansión del pavimento dentro de los valores admisibles del concreto; o disipar tensiones debidas a agrietamientos inducidos debajo de las mismas losas. Las juntas son importantes para garantizar la duración de la estructura, siendo una de las pautas para calificar la bondad de un pavimento. Por otro lado, deben ser rellenadas con materiales apropiados, utilizando técnicas constructivas específicas.

En consecuencia, la conservación y oportuna reparación de las fallas en las juntas son decisivas para la vida útil de un pavimento. De acuerdo a su ubicación respecto de la

dirección principal o eje del pavimento, se denominan como longitudinales y transversales. Según la función que cumplen se les denomina de contracción, articulación, construcción expansión y aislamiento. Según la forma, se les denomina, rectas, machihembradas y acanaladas. Ver Figura 07.

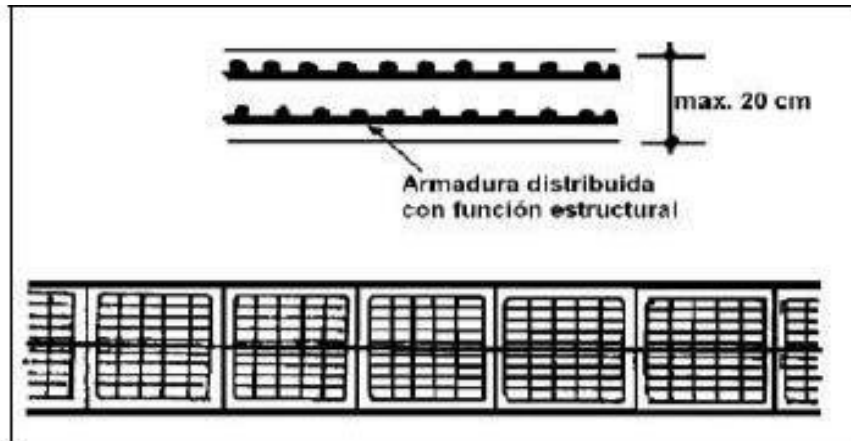


Figura 8: Pavimento de concreto reforzado con juntas
(Fuente: Guía de diseño AASHTO 93, Diseño de Pavimentos.)

2.5.2.8.1.3. Pavimentos de concreto con refuerzo continuo

A diferencia de los pavimentos rígidos reforzado con juntas, éstos se construyen sin juntas de contracción, debido a que el refuerzo asume todas las deformación específicamente las de temperatura. El refuerzo principal es el acero longitudinal, el cual se coloca a lo largo de toda la longitud del pavimento. El refuerzo transversal puede no ser requerido para este tipo de pavimentos. Ver Figura 08.

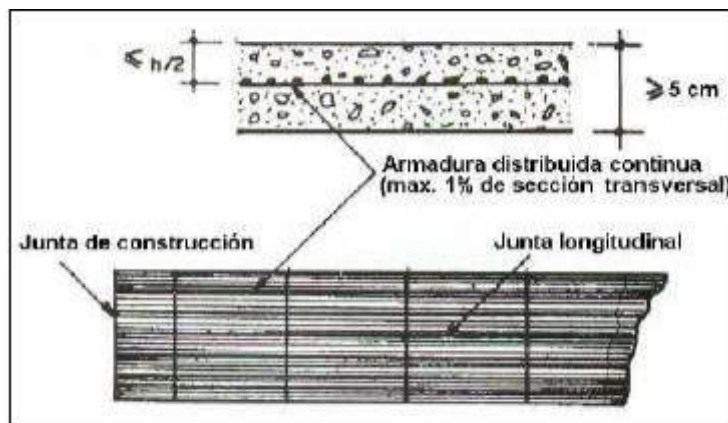


Figura 9: Pavimentos de concreto con refuerzo Continuo
(Fuente: Guía de diseño AASHTO 93, Diseño de Pavimentos.)

2.5.2.9. Componentes de la infraestructura del camino o vía.

2.5.2.9.1. Explanación

Se denomina explanación, al movimiento de tierras, conformado por cortes y rellenos (terraplén), para obtener la plataforma de la carretera hasta el nivel de la subrasante del camino.

Terraplén

El terraplén es la parte de la explanación situada sobre el terreno preparado. También se conoce como relleno. La base y cuerpo del terraplén o relleno será conformado en capas de hasta 0.30m y compactadas al 90% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado.

La corona es la parte superior del terraplén tendrá un espesor mínimo de 0.30m y será conformada en capas de 0.15m, compactadas al 95% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado.

Corte

El corte es la parte de la explanación constituida por la excavación del terreno natural hasta alcanzar el nivel de la Subrasante del Camino.

El fondo de las zonas excavadas se prepararán mediante escarificación en una profundidad de 0.15m, conformando y nivelando de acuerdo con las pendientes transversales especificadas en el diseño geométrico vial; y se compactará al 95% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado.

En zonas de corte en roca, se deberá excavar como mínimo 0.15m por debajo del nivel superior de la subrasante, la superficie final del corte en roca deberá quedar allanada, limpia y encontrarse libre de cavidades, de puntas de roca, de excesos y libre de todo material deletéreo. Las zonas profundizadas deberán ser rellenadas, hasta el nivel superior de

subrasante, con material de relleno seleccionado o de subbase granular, que tenga un CBR $\geq 40\%$.

2.5.2.9.2 Subrasante del Camino

La Subrasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado. La subrasante es el asiento directo de la estructura del pavimento y forma parte del prisma de la carretera que se construye entre el terreno natural allanado o explanado y la estructura del pavimento.

La subrasante es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportará la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas para constituir un cuerpo estable en óptimo estado, de tal manera que no se vea afectada por la carga de diseño que proviene del tránsito.

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 de la estructura del pavimento que se colocará encima. En la etapa constructiva, los últimos 0.30m de suelo debajo del nivel superior de la subrasante, deberán ser compactados al 95% de la máxima densidad seca obtenida del ensayo proctor modificado (MTC EM 115).

Los suelos por debajo del nivel superior de la subrasante, en una profundidad no menor de 0.60 m, deberán ser suelos adecuados y estables con CBR $\geq 6\%$.

En caso el suelo, debajo del nivel superior de la subrasante, tenga un CBR $< 6\%$ (subrasante pobre o subrasante inadecuada), corresponde estabilizar los suelos, para lo cual el Ingeniero Responsable analizará según la naturaleza del suelo alternativas de solución, como la estabilización mecánica, el reemplazo del suelo de cimentación, estabilización química de suelos, estabilización con geosintéticos, elevación de la rasante, cambiar el trazo vial, eligiéndose la más conveniente técnica y económica.

2.5.2.10. Estudio de Pavimentos

MÉTODO DEL NAASRA: Según **OZROADS**, señala que NAASRA hoy Austroads “es el órgano principal en Australia para el transporte por carretera. Austroads produce los

estándares de Australia para la construcción de carreteras y el diseño, así como directrices para la planificación urbana.

Una conferencia de la Commonwealth y Ministros de Estado de Transportes, en Melbourne en 1933 decidió que debía haber una conferencia anual de la autoridad estatal de carreteras ejecutivos. Como resultado, el Comisionado de NSW para Carreteras principales instigó la Primera Conferencia Anual de Autoridades carretera estatal (COSRA) y escribió en su invitación que "sería una buena cosa para que nos reunamos los hombres carretera interesados en el desarrollo de nuestros estados y de transporte instalaciones, y hay muchos problemas que se cree podría tratarse mejor en forma conjunta.

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

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

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

Según el MTC después de la guerra, COSRA se reanudó y una de las cuestiones clave abordadas por la Conferencia fue la de señalamiento de la ruta. COSRA trabajó para elaborar un plan maestro para un esquema de la ruta nacional marcado en 1954, diseñado para producir un sistema de navegación que fue consistente a través de todo el país, independientemente de las fronteras estatales. La primera ruta que se firmó como un ensayo fue la Ruta Nacional 31 (Hume Highway) en 1954 y el plan fue ampliamente exitosa. Para mantener el sistema nacional, COSRA fue inculcado como la autoridad de coordinación -

todas las propuestas de cambios en el sistema de la Ruta Nacional tenían que ser aprobados por COSRA. La Secretaría de COSRA lleva un registro de las rutas nacionales aprobadas, sin embargo, este registro parece haber sido destruidos o perdidos como parece que no puede recuperarlo.

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

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

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

2.5.2.10.1. Diseño Estructural

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

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

Tabla 4*Estudio de IMDA*

IMDA (total ambos sentidos)	Veh. Pesados (carril de diseño)	5 años (carril de diseño)		10 años (carril de diseño)	
		N° Repeticione s EE 8.2 tn	N° Repeticion es EE 8.2 tn	N° Repeticione s EE 8.2 tn	N° Repeticione s 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 Tránsito

Interpolando del cuadro anterior se obtiene: **Nrep de EE_{8.2} T_n = 7.46 x 10⁴**

2.5.2.11 Tipos de Tránsito

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

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

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

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

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

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

Tabla 5

La clase de tráfico que circula por el tramo en estudio

CLASE	T0	T1	T2	T3
IMDA (Total vehículos ambos sentidos)	< 15	16 - 50	51 - 100	101 - 200
Vehículos pesados (carril de diseño)	< 6	6 - 15	16 - 28	29 - 56
Nº Rep. EE (carril de diseño)	< 2.5x10 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 Tránsito

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

Método NAASRA

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

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

Dónde:

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

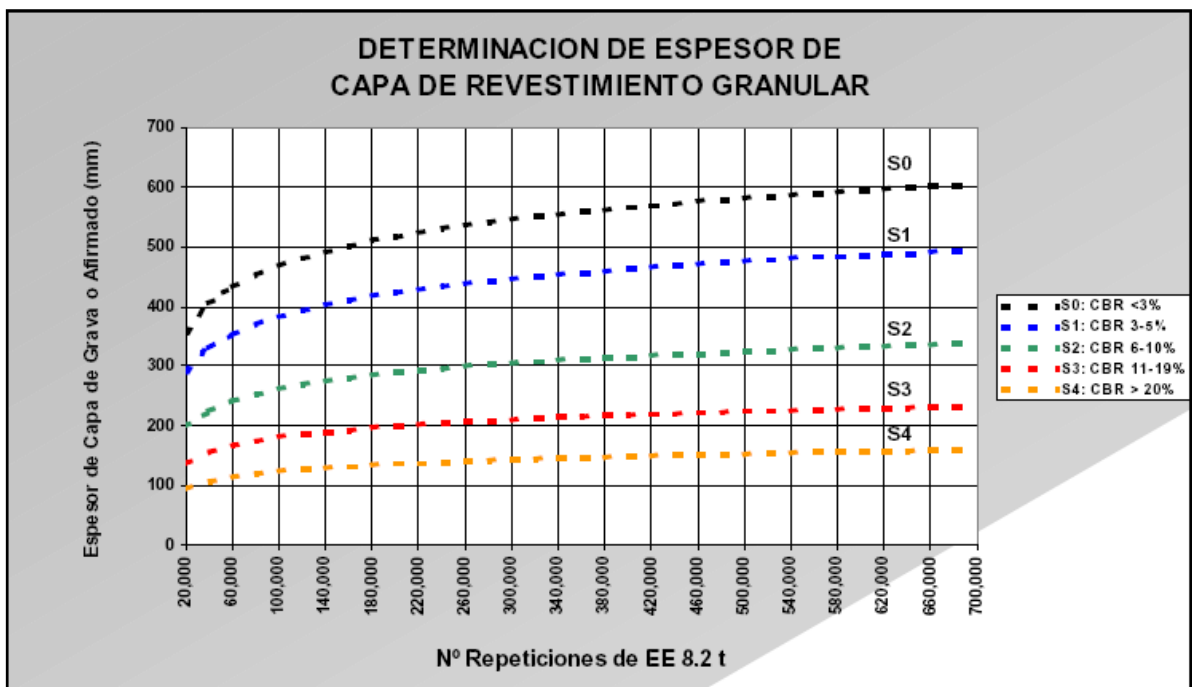


Figura 10. Determinación de espesor de la capa de revestimiento.

(Fuente: Elaboración en base a la ecuación de diseño del método NAASRA)

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

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

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

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

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

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

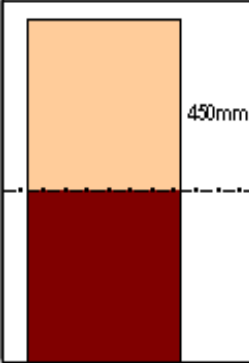
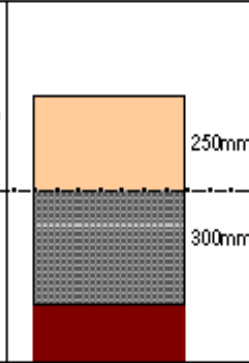
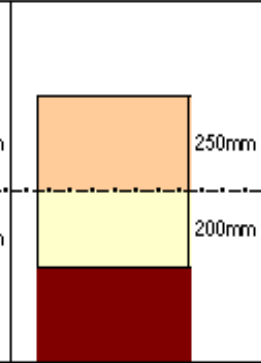
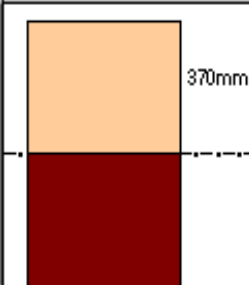
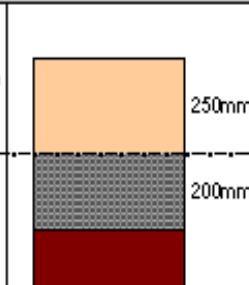
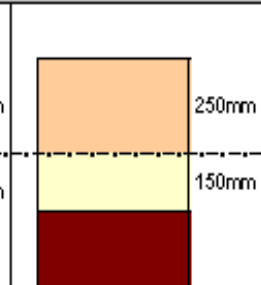
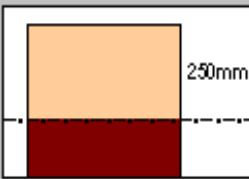
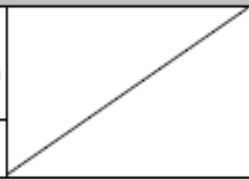
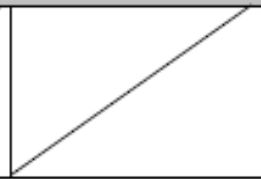
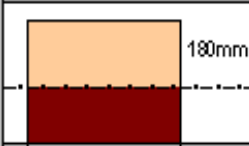


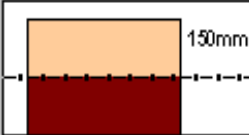
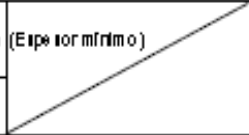





TIPO DE SUBRASANTE	CLASE TRAFICO: T1 IM Da: 16 - 50 vehículos Vehículo Pequeño (Búfalo-Camión) caril de diseño: 8 - 16 vehículo pequeño Número de Repetición de EE 2.2h (caril de diseño): 2.2E+04 - 7.8E+06		
	A: subrasante en mejoramiento, perfilado y compactado	B: con mejoramiento de subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 8%	C: con mejoramiento de subrasante con adición de cal, cemento o químicos
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 CBR > 20%			
----- Nivel superior de la subrasante perfilado y compactado al 95% de la MDS			
 Subrasante			
 B: Con Mejoramiento de Subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 8%			
 C: Con Mejoramiento de Subrasante con adición de Cal, Cemento o químicos, para obtener un CBR > 6%			
 Capa de Afirmado Tipo 1			
Nota: En caso se requiriese proteger la superficie de los caminos, podrá colocarse una capa protectora, que podría ser una Imprimación Reforzada Bituminosa; o una Estabilización con Cloruros de sodio (Sal), de magnesio; u otros estabilizadores químicos.			

Figura 11 Catálogo de Capas de Revestimiento Granular

(Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones)

2.5.3 Marco Conceptual: Definición de Términos Básicos

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.5.4 Marco Historico

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

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

2.6 Hipótesis

Las características del **“Diseño De Pavimento A Nivel De Afirmado Del Camino Vecinal Sm-533 Emp.Pe5n (Puente Tonchima)- Emp- Sm-504 (Sector Shica) L=9+530 Km, En Los Distritos De Habana Y Calzada, Provincia De Moyobamba, Región San Martín”**, será tal como lo establece la norma DG-2014, para lograr una vía eficiente, y lograr una mejor transitabilidad, contribuyendo a la integración, desarrollo socio-económico, cuidado del medio ambiente y mejora de la calidad de vida de las comunidades aledañas.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales

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

3.1.1 Recursos Humanos

Tesistas

Asesor

Técnico de Laboratorio de Mecánica de Suelos

Digitador

Ayudantes

3.1.2 Recursos Materiales y servicios

Ensayos de Laboratorio

Material bibliográfico

Material de escritorio

Movilidad y viáticos

3.1.3 Recursos de Equipos

01 Computadora

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

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

02 GPS GARMIN.

01 computador portátil.

01 Plotter

3.2 Metodología de la Investigación

3.2.1 Universo y/o Muestra

Universo: Carreteras y Caminos de la Región San Martín

Población: Carreteras y Caminos de la provincia de Moyobamba .

Muestra: Camino Vecinal Puente Tonchima- Sector Shica.

3.2.2 Sistema de Variables

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

Variable Independiente:

Estudio Topográfico.

Estudio de Mecánica de Suelos.

Estudio de Tráfico.

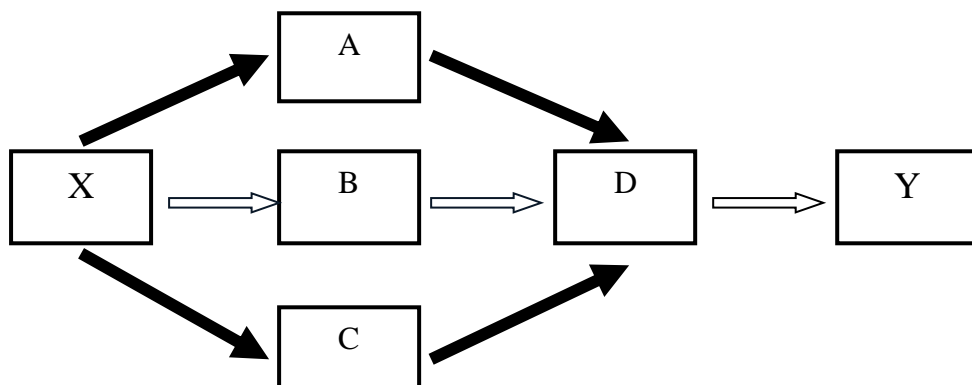
Variables Dependientes:

Diseño De Pavimento A Nivel De Afirmado Del Camino Vecinal Sm-533 Emp.Pe5n (Puente Tonchima)- Emp- Sm-504 (Sector Shica) L=9+530 Km,

TIPO: Investigación aplicada

NIVEL: Básico

3.2.3.1 Diseño del Método de la Investigación



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

A: Estudio Topográfico.

B: Estudio de Mecánica de Suelos.

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

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

3.2.4 Diseño de Instrumentos

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

3.2.4.1 Fuentes Técnicas e Instrumentos de Selección de Datos

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

3.2.5. Procesamiento de la Información

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

3.2.6 Análisis e Interpretación de Datos y Resultados

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

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

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUCIONES

4.1. Estudios de Topografía.

Conocer las características geológicas, hidrológicas y topográficas de la zona juegan un papel muy importante dentro del diseño de una vía o carretera como la nuestra; ya que esto nos permite ver las características generales, ubicación de bancos para revestimientos, agregados cruces apropiados para la vía sobre los ríos o arroyos, pendientes y rutas a seguir en el terreno. Para nuestro trabajo se tiene una trocha ya existente, por tanto la ruta seguida ya está bien definida, por lo que se ha pasado a realizar el levantamiento topográfico usando una estación total.

En el presente informe vamos a exponer la metodología de trabajo y los equipos utilizados en el levantamiento topográfico, para tener la ubicación, perímetro y curvas de nivel; utilizando las cotas de referencia a nivel medio del mar (BM), enlazadas a coordenadas transversales universales (UTM).

Con ayuda de hardware de última generación (computadoras, plotters, scanners), se procesaran y diseñaran totalmente los 9.53 77 Km. De carretera, siendo una experiencia y aporte importante para mejorar los trabajos de estudios de carreteras en el futuro.

Para el diseño vial del tramo de la carretera en estudio se aplicó el software AIDC (Asistente Integral Para el Diseño de Carreteras), módulo que utiliza AUTOCAD como plataforma de trabajo; permitiendo realizar el modelamiento del terreno y el diseño vial de la carretera.

El programa permite diseñar una carretera con los métodos aplicados en campo, sea con el método directo o el indirecto, con equipo óptico mecánico o electrónico computarizado; métodos que son los más utilizados en Estudios de carreteras.

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 un teodolito de precisión a los 20", 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 50m 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 superiores a 100m, en caso de quiebres de la topografía se tomaron secciones adicionales en los puntos de quiebre. También se ubico en campo todas obras de arte existentes con sus respectivas progresivas.

Una vez trazado el eje en campo, se procedió a nivelar cada estaca marcada, con el empleo de nivel de ingeniero, a su vez la sección transversal extendida lo suficiente para evidenciar la presencia de edificaciones, canales de riego, entre otros elementos que se consideren permanentes.

Tabla 6

Relación De Bms Ubicados En Campo

Bm N°	Progresiva	Referencias	Cota (Msnm)
0.00	0+000	EN MURO DE CONCRETO, A 12.00M DEL EJE – LADO DERECHO	600.000
0.50	0+520	EN HITO DE CONCRETO, A 4.00M DEL EJE – LADO IZQUIERDO	597.302
1.00	1+048.20	EN MURO DE PUENTE A 3.00M DEL EJE - LADO IZQUIERDO	597.998
1.50	1+ 500	EN HITO DE CONCRETO, A 7.00M DEL EJE – LADO DRECHO	597.916
2.00	2+000	EN CANAL DE CONCRETO A 5.00M DEL EJE - LADO IZQUIERDO	598.749
2.50	2+540	EN HITO DE CONCRETO, A 4.00M DEL EJE – LADO DERECHO	599.582
3.00	3+130	EN HITO DE CONCRETO, A 5.0M DEL EJE – LADO IZQUIERDO	601.569
3.50	3+510	EN CANAL DE CONCRETO, A 6.00M DEL EJE – LADO IZQUIERDO	602.436
4.00	4+060	EN CANAL DE CONCRETO, A 9.00M DEL EJE – LADO IZQUIERDO	602.278
4.50	4+530	EN HITO DE CONCRETO, A 4.00M DEL EJE – LADO IZQUIERDO	602.567
5.00	5+000	EN HITO DE CONCRETO, A 4.00M DEL EJE – LADO IZQUIERDO	603.751

5.50	5+520	EN HITO DE CONCRETO, A 4.30M DEL EJE – LADO IZQUIERDO	605.964
6.00	5+900	EN CANAL DE CONCRETO, A 3.00M DEL EJE – LADO IZQUIERDO	607.652
6.50	6+562	EN HITO DE CONCRETO, A 4.50M DEL EJE – LADO IZQUIERDO	609.884
7.00	6+960	EN MURO DE CONCRETO, A 3.00M DEL EJE – LADO IZQUIERDO	612.930
7.50	7+540	EN HITO DE CONCRETO, A 4.00M DEL EJE – LADO DERECHO	615.153
8.00	8+050	EN HITO DE CONCRETO, A 5.00M DEL EJE – LADO IZQUIERDO	616.391
8.50	8+523.5	EN ALC. DE CONCRETO, A 3.500M DEL EJE – LADO IZQUIERDO	617.935
9.00	8+960	EN HITO DE CONCRETO, A 4.50M DEL EJE – LADO DERECHO	620.690
9.50	9+510	EN MURO DE PUENTE, A 4.00M DEL EJE – LADO IZQUIERDO	624.021

Fuente: Elaboración Propia

4.1.1 Descripción Del Proceso De La Toma De Datos De Campo Y Procesamiento

a) Datos para el Alineamiento Horizontal

Los primeros datos que necesitamos son las coordenadas de inicio del alineamiento horizontal y el azimut de partida o las coordenadas del primer PI del alineamiento con lo que también podemos determinar el azimut de partida. Sin embargo no es necesario que este dato sea determinado desde el comienzo, porque a veces hay dificultades en su obtención, pudiendo empezar con unas coordenadas y azimut ficticio y luego mover y rotar el alineamiento hasta adoptar los valores correctos. Esta modificación permite no atrasarse en la obtención de los planos de planta y perfil con datos verdaderos, e ir superponiendo los avances en coordenadas verdaderas.

El resto de datos para formar un alineamiento son repetitivos, es decir por cada PI se debe ingresar el ángulo de deflexión, sentido y distancia al PI siguiente. Una vez que se terminan de ingresar estos datos se regresa al primer PI y se ingresan los radios de las curvas y las ecuaciones de empalme para luego hacerlo con los peraltes, sobreechamientos y longitudes de transición. Estos últimos datos pueden autogenerarse confeccionando una tabla de velocidades y peraltes en el mismo AIDC, partiendo de la velocidad directriz.. También se puede reemplazar los datos de ángulo de deflexión y distancia entre PIs, por las coordenadas

de los PIs, en caso de haber diseñado el alineamiento en gabinete o de haberlos obtenido de teodolitos electrónicos, que generalmente reportan estos datos. Por ejemplo, si el proyecto tiene el número 001, que es un dato que requiere el Software al iniciar la configuración del proyecto, los archivos de datos más importantes son:

En caso de existir alguna modificación posterior del trazo, con el afán de optimizar el movimiento de tierras o la geometría del alineamiento, se debe escoger una ecuación de empalme. Se recomienda poner la ecuación de empalme en la primera estaca en tangente donde el alineamiento modificado coincida con el anterior para evitar confusiones y generar secciones en ambas progresivas de la ecuación de empalme.

b) Datos para las Secciones Transversales

La ejecución en campo del levantamiento de las secciones transversales al alineamiento se puede realizar con teodolito, con nivel o con eclímetro; en este caso se prefirió usar el eclímetro con el que se obtienen lecturas de ángulos de depresión o elevación y distancias inclinadas respecto a las estacas del alineamiento que tienen una cota obtenida por la brigada de nivelación. Una vez que se han ingresado estos datos, se verifica con ayuda del AIDC que la forma y niveles sean los correctos para subsanar los errores que se haya podido cometer tanto en la digitación de los datos, como en las lecturas efectuadas en campo, por lo que otra vez se recomienda que el operador del programa debe recorrer el alineamiento y participar también del trabajo de campo.

Cuando se han detectado y corregido los errores cometidos y las secciones transversales son las reales corregidas el programa AIDC procede a obtener las curvas de nivel, a partir de los datos saneados de las secciones y el perfil longitudinal del trazo. Estas curvas de nivel y el perfil nos sirven para la presentación de los planos de planta y perfil, puesto que se acostumbra a presentar tales curvas con intervalos de 2 m. También para ubicar las obras de drenaje, puentes y badenes y sobretodo para evaluar algún posible cambio en el alineamiento. De producirse esto último se determina la ecuación de empalme correspondiente y se generan secciones transversales a partir de las curvas de nivel sólo en la longitud del alineamiento que ha variado y queda por concluido este proceso.

c) Diseño de la sección típica

Con aportes de los estudios de mecánica de suelos y Geotecnia se procede a diseñar una sección transversal típica a nivel de subrasante como es típico en los estudios de carreteras y los respectivos taludes de corte y relleno, con esto se procede a almacenar en AIDC con las características indicadas. Estas secciones típicas luego serán superpuestas a las secciones que representan el terreno, para el cálculo de volúmenes de movimiento de tierras.

d) Diseño de la subrasante

Luego de graficar los perfiles del terreno, pasamos a plantear el perfil de diseño o la subrasante cuidando de compensar el volumen de corte con el de relleno, pegándose en lo posible la topografía del terreno con el fin de optimizar el movimiento de tierras. Paralelamente se procede a ubicar los puntos críticos de drenaje evaluando la conveniencia de colocar alcantarillas, badenes u otra solución y a determinar las dimensiones de diseño.

Para fijar la subrasante se pueden ingresar las cotas de los PIVs y sus respectivas progresivas o también la pendiente y la longitud del tramo de igual pendiente, luego se procede a colocar la longitud de las curvas verticales teniendo en cuenta los parámetros de visibilidad de parada y de paso y si la curva conviene que sea simétrica o asimétrica.

Una vez fijada la subrasante procedemos a procesar la información y los resultados obtenidos serán sometidos a un riguroso análisis que contempla primero si existe alguna sección que no encuentra terreno suficiente para completar la sección de diseño, y segundo, si las áreas obtenidas son excesivas; de ser así se puede afinar la rasante y volviendo a procesar una y otra vez hasta obtener resultados satisfactorios. Si esto no mejora los resultados anteriores, entonces se debe pensar en cambiar el alineamiento en los sectores críticos, modificando los radios de las curvas y/o las coordenadas de los PIs, lo que nos llevaría al usar ecuaciones de empalme y por haberse modificado el trazo generar secciones a partir de las curvas de nivel, modificar los peraltes, los sobreanchos y procesar nuevamente hasta encontrar resultados enteramente satisfactorios. Esta es la ventaja del programa, de poder analizar varias alternativas en un tiempo relativamente pequeño, lo que hace del AIDC una gran herramienta de diseño. Se debe tener en cuenta que un diseño puede ser mejorado siempre y que debemos saber medir el tiempo que podemos invertir en tales mejoras para cumplir con los plazos contractuales.

e) Obtención de Planos

Durante la etapa de diseño es necesario contar con borradores para efectuar sobre ellos las modificaciones correspondientes y el diseño final. Para tal fin recomendamos contar con impresiones en papel A3 para planos de borrador por su fácil manejo. Una vez que el diseño final queda aprobado entonces viene una labor de dibujantes en CAD que consiste en dar los acabados necesarios para adaptar los dibujos a la Normas Peruanas, que el programa por ser de procedencia extranjera no contempla. Por ejemplo el elemento que falta en los planos de Planta y Perfil es colocación de BMs.

Cuando la subrasante está fijada y las secciones transversales procesadas, se diseñan los elementos de drenaje localizados en la planta y el perfil, copiando las secciones donde se localiza la alcantarilla o badén, colocación de BMs, listado de elementos de curva para el alineamiento horizontal, etc. Así mismo con ayuda del AUTOCAD, colocando las dimensiones y metrados correspondientes de todos los elementos de drenaje.

Una gran parte sería demostrar a las Entidades que norman estas actividades que la utilización de planos en tamaño A3 presenta muchas ventajas sobre el tamaño A1, porque son manejables en campo, ocupan menos espacio de almacenamiento, es económico y sobre todo, con la tecnología actual no pierden la nitidez ni la calidad de la presentación que todo trabajo final debe tener.

Finalmente, una vez que los planos han sido terminados se debe grabar estos archivos con una codificación ordenada y de la forma más segura, sea Cds, Tapes o Zip Drives y también presentada al cliente con el fin de promover una biblioteca informática de los nuevos proyectos de carreteras con el fin de modernizar y dinamizar los antiguos archivos y aprovechar mejor la información existente.

4.2. Estudio de Mecánica de Suelos

4.2.1. Objetivo.

El presente Informe corresponde al Estudio de Mecánica de Suelos del terreno de fundación, del proyecto: “Diseño de Pavimento a Nivel de Afirmado del Camino Vecinal SM-533 EMP. PE 5N (Puente Tonchima) - EMP. SM-504 (Sector Shica)”. Dicho estudio se ha

efectuado mediante una investigación geotécnica que involucra trabajos de campo a través de pozos de exploración a cielo abierto o calicatas y ensayos de laboratorio, para evaluar las características físicas y resistentes del suelo de fundación sobre el cual será construido el pavimento (afirmado).

4.2.2. Ubicación.

El tramo del Proyecto: “Diseño del Pavimento a Nivel de Afirmado Camino Vecinal SM-533 EMP. PE 5N (Puente Tonchima) - EMP. SM-504 (Sector Shica)”, se encuentra dentro de la jurisdicción de los Distritos de La Habana y Calzada, Provincia de Moyobamba, Región San Martín; y sus coordenadas UTM en sus respectivos Punto Inicial y Punto final son las siguientes:

Tabla 7

Punto Inicial y Punto Final

PUNTO INICIAL: Km. 00 + 000	PUNTO FINAL: Km. 09 + 530.5
9° 330,941 N.	9° 323,171 N.
262,221 E.	266,683 E
Altitud: 600.00 m.s.n.m.	Altitud: 624.32 m.s.n.m.

Fuente: Elaboración Propia

4.2.3. Investigaciones Geotécnicas.

Trabajos De Campo.

El trabajo de campo incluyó las siguientes actividades:

Evaluación y selección de las excavaciones (calicatas), siguiendo los procedimientos de la Normas Técnicas para el Diseño de Caminos Vecinales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Excavación, registro y muestreo de las excavaciones, de acuerdo a las Normas A.S.T.M. D 420, y A.S.T.M. D 2488.

4.2.4. Calicatas.

En la exploración del subsuelo o terreno de fundación, se ejecuto un total de 20 calicatas o excavaciones a cielo abierto, ubicadas convenientemente de tal manera de cubrir el área en estudio y determinar su perfil estratigráfico.

Tabla 8

Cuadro De Calicatas

Nº	Progresiva (Km)	Profundidad (m)	Altitud (m)	Coordenadas (U.T.M.)	
				Norte	Este
01	00 + 040	1.50	597.66	9'330,921	262,256
02	00 + 500	1.50	597.48	9'330,748	262,675
03	01 + 000	1.50	597.75	9'330,362	262,984
04	01 + 500	1.50	598.41	9'329,883	263,071
05	02 + 000	1.50	598.73	9'329,504	263,381
06	02 + 500	1.50	599.56	9'329,072	263,502
07	03 + 000	1.50	600.72	9'328,596	263,604
08	03 + 500	1.50	602.59	9'328,129	263,760
09	04 + 000	1.50	602.10	9'327,879	264,091
10	04 + 500	1.50	602.79	9'327,559	264,475
11	05 + 000	1.50	603.90	9'327,238	264,859
12	05 + 500	1.50	605.92	9'326,809	265,056
13	06 + 000	1.50	607.86	9'326,315	265,136
14	06 + 500	1.50	609.90	9'325,874	265,357
15	07 + 000	1.50	612.77	9'325,449	265,621
16	07 + 500	1.50	614.63	9'325,024	265,885
17	08 + 000	1.50	616.46	9'324,573	266,096
18	08 + 500	1.50	618.32	9'324,109	266,285
19	09 + 000	1.50	620.74	9'323,646	266,472
20	09 + 500	1.50	623.96	9'323,182	266,657

Fuente: Elaboración Propia

4.2.5. Muestreo.

Se tomaron muestras disturbadas representativas de los tipos de suelos encontrados (Mab), en cantidad suficiente como para realizar los ensayos de laboratorio, de acuerdo al procedimiento recomendado por la Norma A.S.T.M. D 420.

4.2.6. Registro de Excavaciones.

Paralelamente al muestreo se realizó el registro de cada una de las calicatas, anotándose las principales características de los tipos de suelos encontrados, tales como espesor, color, olor, condición de humedad, angulosidad, forma, consistencia o compacidad, cementación, reacción al HCl, estructura, tamaño máximo de partículas, etc; de acuerdo a la Norma A.S.T.M. D 2488.

4.2.7. Preservación y Transporte de Suelos.

Por último, se realizaron las prácticas normalizadas para la preservación y transporte de suelos, con destino hacia el laboratorio de la Empresa, para los posteriores ensayos, teniendo en cuenta la Norma A.S.T.M. D 4220.

4.2.8 Trabajos De Laboratorio.

Los trabajos en laboratorio incluyeron las siguientes actividades:

Métodos para la reducción de muestras de campo a tamaño de muestras de ensayo, de acuerdo a la Norma A.S.T.M. C 702.

Obtención en laboratorio de muestras representativas (cuarteo), siguiendo la práctica de la Norma A.S.T.M. C 702.

Clasificación De Suelos Del Terreno De Fundación.

Las muestras ensayadas en Laboratorio se han clasificado de acuerdo a la Norma A.A.S.H.T.O. M 145, Standard Classification of Soils and Soil - Agrégate Mixtures for Highway Construction Purposes, (Método para la Clasificación de Suelos para Uso en Vías de Transporte).

Tabla9*Cuadros de Clasificación de suelos*

Progresiva (Km.)	00 + 040	00 + 500	01 + 000	01 + 500	02 + 000
Calicata N°	C - 1	C - 2	C - 3	C - 4	C - 5
Muestra	M - 2	M - 2	M - 2	M - 2	M - 2
% Que pasa N° 10	99.78	99.61	99.71	99.58	98.72
% Que pasa N° 40	99.35	97.87	83.70	96.96	97.66
% Que pasa N° 200	89.64	95.94	81.97	94.97	92.81
Limite Liquido (%)	25	63	62	65	57
Índice de Plasticidad (%)	7	26	23	25	25
Clasificación A.A.S.H.T.O.	A - 4 (5)	A-7-5 (32)	A-7-5 (23)	A-7-5 (31)	A-7-5 (28)

Progresiva (Km.)	02 + 500	03 + 000	03 + 500	04 + 000	04 + 500
Calicata N°	C - 6	C - 7	C - 8	C - 9	C - 10
Muestra	M - 2	M - 2	M - 2	M - 2	M - 2
% Que pasa N° 10	99.82	87.45	98.65	94.73	99.30
% Que pasa N° 40	99.18	82.53	97.74	90.77	95.50
% Que pasa N° 200	98.12	79.27	82.61	80.78	76.96
Limite Liquido (%)	55	34	31	40	37
Índice de Plasticidad (%)	15	18	12	19	13
Clasificación A.A.S.H.T.O.	A-7-5 (22)	A - 6 (13)	A - 6 (9)	A - 6 (15)	A - 6 (10)

Progresiva (Km.)	05 + 000	05 + 500	06 + 000	06 + 500	07 + 000
Calicata N°	C - 1	C - 2	C - 3	C - 4	C - 5
Muestra	M - 2	M - 2	M - 2	M - 2	M - 2
% Que pasa N° 10	97.88	99.21	91.88	99.05	98.72
% Que pasa N° 40	96.02	98.15	86.95	97.53	97.66
% Que pasa N° 200	90.25	95.24	83.70	95.77	92.81
Limite Liquido (%)	53	54	55	56	57
Índice de Plasticidad (%)	26	28	26	27	28
Clasificación A.A.S.H.T.O.	A-7-6 (27)	A-7-6 (31)	A-7-6 (24)	A-7-6 (31)	A-7-6 (30)

Progresiva (Km.)	07 + 500	08 + 000	08 + 500	09 + 000	09 + 500
Calicata N°	C - 1	C - 2	C - 3	C - 4	C - 5
Muestra	M - 2	M - 2	M - 2	M - 2	M - 2
% Que pasa N° 10	99.66	98.29	99.75	93.22	99.40
% Que pasa N° 40	98.37	93.53	99.04	86.90	98.18
% Que pasa N° 200	89.40	85.99	95.22	78.75	95.31
Limite Liquido (%)	32	33	33	37	33
Índice de Plasticidad (%)	12	14	16	15	9
Clasificación A.A.S.H.T.O.	A - 6 (10)	A - 6 (11)	A - 6 (15)	A - 6 (11)	A - 6 (15)

Fuente: Elaboración Propia

4.2.9. Descripción De Los Perfiles Estratigráficos.

Descripción Del Terreno De Fundación.

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

Calicata C - 1 (Km. 00 + 040).

De 0.00 m. a 0.65 m. (Afirmado Existente)

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

De 0.65 m. a 1.50 m.

Limo inorgánico A-4 (5), de baja plasticidad, de color crema, baja resistencia en seco, alta dilatancia, nula tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y escasa proporción de arena fina a gruesa (10.14 %), y poca cantidad de gravilla (0.22 %). El estrato se encuentra húmedo; presenta una compresibilidad baja, moderada cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

Calicata C - 2 (Km. 00 + 500).

De 0.00 m. a 0.35 m. (Afirmado Existente)

Mezcla pobremente gradada, conformada por grava T.M. 2", de forma sub redondeada y redondeada, arena fina a gruesa, de color gris, alta resistencia en seco, ninguna dilatancia,

tenacidad media, ninguna reacción al ácido clorhídrico; y apreciable proporción de partículas finas menores al tamiz N° 200, exenta de plasticidad. El estrato se encuentra húmedo; medianamente denso, fuerte cementación, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

De 0.35 m. a 1.50 m.

Arcilla limosa inorgánica A-7-5 (32), de alta compresibilidad y plasticidad, de color marrón oscuro a negro, media resistencia en seco, lenta dilatación, ligera tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y escasa proporción de arena fina a gruesa (3.67 %), y poca cantidad de gravilla (0.39 %). El estrato se encuentra húmedo, moderada cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

Calicata C - 3 (Km. 01 + 000).

De 0.00 m. a 0.30 m. (Afirmado)

Mezcla pobremente gradada, conformada por grava T.M. 2", de forma sub redondeada y redondeada, arena fina a gruesa, de color gris, alta resistencia en seco, ninguna dilatación, tenacidad media, ninguna reacción al ácido clorhídrico; y apreciable proporción de partículas finas menores al tamiz N° 200, exenta de plasticidad. El estrato se encuentra húmedo; medianamente denso, fuerte cementación, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

De 0.30 m. a 1.50 m.

Arcilla limosa inorgánica A-7-5 (23), de alta compresibilidad y plasticidad, de color marrón claro a oscuro, media resistencia en seco, lenta dilatación, ligera tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y apreciable proporción de arena gruesa a fina (17.74 %), y poca cantidad de gravilla (0.29 %). El estrato se encuentra muy húmedo, moderada cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

Calicata C - 4 (Km. 01 + 500).

De 0.00 m. a 0.50 m. (Afirmado)

Mezcla pobremente gradada, conformada por grava T.M. 2", de forma sub redondeada y redondeada, arena fina a gruesa, de color gris, alta resistencia en seco, ninguna dilatación,

tenacidad media, ninguna reacción al ácido clorhídrico; y apreciable proporción de partículas finas menores al tamiz N° 200, exenta de plasticidad. El estrato se encuentra húmedo; medianamente denso, fuerte cementación, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

De 0.50 m. a 1.50 m.

Arcilla limosa inorgánica A-7-5 (31), de alta compresibilidad y plasticidad, de color marrón oscuro a claro, media resistencia en seco, lenta dilatación, ligera tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y escasa proporción de arena gruesa a fina (4.61 %), y poca cantidad de gravilla (0.42 %). El estrato se encuentra húmedo, moderada cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

Calicata C - 5 (Km. 02 + 000).

De 0.00 m. a 0.30 m. (Afirmado)

Mezcla pobremente gradada, conformada por grava T.M. 2", de forma sub redondeada y redondeada, arena fina a gruesa, de color gris, alta resistencia en seco, ninguna dilatación, tenacidad media, ninguna reacción al ácido clorhídrico; y apreciable proporción de partículas finas menores al tamiz N° 200, exenta de plasticidad. El estrato se encuentra húmedo; medianamente denso, fuerte cementación, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

De 0.30 m. a 1.50 m.

Arcilla limosa inorgánica A-7-5 (28), de alta compresibilidad y plasticidad, de color marrón oscuro a claro, media resistencia en seco, lenta dilatación, ligera tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y escasa proporción de arena fina a gruesa (5.91 %), y poca cantidad de gravilla (1.28 %). El estrato se encuentra húmedo, moderada cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

Calicata C - 6 (Km. 02 + 500).

De 0.00 m. a 0.30 m. (Afirmado)

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

De 0.30 m. a 1.50 m.

Arcilla limosa inorgánica A-7-5 (22), de mediana plasticidad y alta compresibilidad, de color marrón claro a oscuro, media resistencia en seco, lenta dilatancia, ligera tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y escasa proporción de arena fina a gruesa (1.71 %), y poca cantidad de gravilla (0.18 %). El estrato se encuentra húmedo, moderada cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

Calicata C - 7 (Km. 03 + 000).

De 0.00 m. a 0.30 m. (Afirmado)

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

De 0.30 m. a 1.50 m.

Arcilla inorgánica A-6 (13), de mediana plasticidad y compresibilidad, de color marrón claro a oscuro, alta resistencia en seco, muy lenta dilatancia, media tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia dura; y apreciable proporción de gravilla (12.55 %), y poca cantidad de arena gruesa a fina (8.18 %). El estrato se encuentra húmedo, moderada cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

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

De 0.00 m. a 0.30 m. (Afirmado)

Mezcla pobremente gradada, conformada por grava T.M. 2", de forma sub redondeada y redondeada, arena fina a gruesa, de color gris, alta resistencia en seco, ninguna dilatación, tenacidad media, ninguna reacción al ácido clorhídrico; y apreciable proporción de partículas finas menores al tamiz N° 200, exenta de plasticidad. El estrato se encuentra húmedo; medianamente denso, fuerte cementación, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

De 0.30 m. a 1.50 m.

Arcilla limosa inorgánica A-6 (9), de baja plasticidad y compresibilidad, de color marrón oscuro a claro, alta resistencia en seco, muy lenta dilatación, media tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia suave; y apreciable proporción de arena fina a gruesa (16.04 %), y poca cantidad de gravilla (1.35 %). El estrato se encuentra húmedo, moderada cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

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

De 0.00 m. a 0.40 m. (Afirmado)

Mezcla pobremente gradada, conformada por grava T.M. 2", de forma sub redondeada y redondeada, arena fina a gruesa, de color gris, alta resistencia en seco, ninguna dilatación, tenacidad media, ninguna reacción al ácido clorhídrico; y apreciable proporción de partículas finas menores al tamiz N° 200, exenta de plasticidad. El estrato se encuentra húmedo; medianamente denso, fuerte cementación, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

De 0.40 m. a 1.50 m.

Arcilla limosa inorgánica A-6 (15), de mediana plasticidad y alta compresibilidad, de color crema con tonalidades marrones, media resistencia en seco, muy lenta dilatación, media tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia dura; y apreciable proporción de arena fina a gruesa (13.95 %), y poca cantidad de gravilla (5.27 %). El estrato se encuentra húmedo, fuerte cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

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

De 0.00 m. a 0.40 m. (Afirmado)

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

De 0.40 m. a 1.50 m.

Arcilla arenosa inorgánica A-6 (10), de mediana plasticidad y alta compresibilidad, de color crema claro con tonalidades marrones, alta resistencia en seco, muy lenta dilatancia, media tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia dura; y escasa proporción de gravilla (0.70 %). El estrato se encuentra húmedo, fuerte cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

Calicata C - 11 (Km. 05 + 000).

De 0.00 m. a 0.30 m. (Afirmado)

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

De 0.30 m. a 1.50 m.

Arcilla inorgánica A-7-6 (27), de alta plasticidad y compresibilidad, de color crema claro con tonalidades marrones, alta resistencia en seco, muy lenta dilatancia, media tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia dura; y escasa proporción de arena fina a gruesa (7.63%), y poca cantidad de gravilla (2.12 %). El estrato se encuentra húmedo, fuerte cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

Calicata C - 12 (Km. 05 + 500).

De 0.00 m. a 0.25 m. (Afirmado)

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

De 0.25 m. a 1.50 m.

Arcilla inorgánica A-7-6 (31), de alta plasticidad y compresibilidad, de color crema claro con tonalidades marrones, alta resistencia en seco, muy lenta dilatancia, media tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia dura; y escasa proporción de arena fina a gruesa (3.96%), y poca cantidad de gravilla (0.79 %). El estrato se encuentra húmedo, fuerte cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

Calicata C - 13 (Km. 06 + 000).

De 0.00 m. a 0.25 m. (Afirmado)

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

De 0.25 m. a 1.50 m.

Arcilla inorgánica A-7-6 (24), de alta plasticidad y compresibilidad, de color crema con tonalidades amarillentas, alta resistencia en seco, muy lenta dilatancia, media tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia dura; y escasa proporción de arena gruesa a fina (8.18 %), y poca cantidad de gravilla (8.12 %). El estrato se encuentra húmedo, fuerte cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

Calicata C - 14 (Km. 06 + 500).

De 0.00 m. a 0.20 m. (Afirmado)

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

De 0.20 m. a 1.50 m.

Arcilla inorgánica A-7-6 (31), de alta plasticidad y compresibilidad, de color crema con tonalidades amarillentas, alta resistencia en seco, muy lenta dilatancia, media tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia dura; y escasa proporción de arena fina a gruesa (3.28 %), y poca cantidad de gravilla (0.95 %). El estrato se encuentra húmedo, fuerte cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

Calicata C - 15 (Km. 07 + 000).

De 0.00 m. a 0.20 m. (Afirmado)

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

De 0.20 m. a 1.50 m.

Arcilla inorgánica A-7-6 (30), de alta plasticidad y compresibilidad, de color crema claro con tonalidades marrones, alta resistencia en seco, muy lenta dilatancia, media tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia dura; y escasa proporción de arena fina a gruesa (5.91%), y poca cantidad de gravilla (1.28 %). El estrato se encuentra húmedo, fuerte cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

Calicata C - 16 (Km. 07 + 500).

De 0.00 m. a 0.20 m. (Afirmado)

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

De 0.20 m. a 1.50 m.

Arcilla limosa inorgánica A-6 (10), de baja plasticidad y compresibilidad, de color marrón claro a oscuro, ligera resistencia en seco, rápida dilatancia, nula tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia media; y escasa proporción de arena fina a gruesa (10.25 %), y poca cantidad de gravilla (0.34 %). El estrato se encuentra húmedo, fuerte cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

Calicata C - 17 (Km. 08 + 000).

De 0.00 m. a 0.30 m. (Afirmado)

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

De 0.30 m. a 1.50 m.

Arcilla inorgánica A-6 (11), de baja plasticidad y compresibilidad, de color marrón claro a oscuro, media resistencia en seco, muy lenta dilatancia, media tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia dura; y apreciable proporción de arena fina a gruesa (12.30 %), y poca cantidad de gravilla (1.71 %). El estrato se encuentra húmedo, fuerte cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

Calicata C - 18 (Km. 08 + 500).

De 0.00 m. a 0.40 m. (Afirmado)

Mezcla pobremente gradada, conformada por grava T.M. 2", de forma sub redondeada y redondeada, arena fina a gruesa, de color gris, alta resistencia en seco, ninguna dilatación, tenacidad media, ninguna reacción al ácido clorhídrico; y apreciable proporción de partículas finas menores al tamiz N° 200, exenta de plasticidad. El estrato se encuentra húmedo; medianamente denso, fuerte cementación, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

De 0.40 m. a 1.50 m.

Arcilla inorgánica A-6 (15), de mediana plasticidad y compresibilidad, de color crema claro a oscuro, alta resistencia en seco, muy lenta dilatación, media tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia dura; y escasa proporción de arena fina a gruesa (4.52 %), y poca cantidad de gravilla (0.25 %). El estrato se encuentra muy húmedo, fuerte cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

Calicata C - 19 (Km. 09 + 000).

De 0.00 m. a 0.40 m. (Afirmado)

Mezcla pobremente gradada, conformada por grava T.M. 2", de forma sub redondeada y redondeada, arena fina a gruesa, de color gris, alta resistencia en seco, ninguna dilatación, tenacidad media, ninguna reacción al ácido clorhídrico; y apreciable proporción de partículas finas menores al tamiz N° 200, exenta de plasticidad. El estrato se encuentra húmedo; medianamente denso, fuerte cementación, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

De 0.40 m. a 1.50 m.

Arcilla inorgánica A-6 (11), de mediana plasticidad y compresibilidad, de color crema claro a oscuro, alta resistencia en seco, muy lenta dilatación, media tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia dura; y apreciable proporción de arena fina a gruesa (14.47 %), y poca cantidad de gravilla (6.78 %). El estrato se encuentra húmedo, fuerte cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

Calicata C - 20 (Km. 09 + 500).

De 0.00 m. a 0.40 m. (Afirmado)

Mezcla pobremente gradada, conformada por grava T.M. 2", de forma sub redondeada y redondeada, arena fina a gruesa, de color gris, alta resistencia en seco, ninguna dilatación, tenacidad media, ninguna reacción al ácido clorhídrico; y apreciable proporción de partículas finas menores al tamiz N° 200, exenta de plasticidad. El estrato se encuentra húmedo; medianamente denso, fuerte cementación, sin olor, y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

De 0.40 m. a 1.50 m.

Arcilla inorgánica A-6 (15), de mediana plasticidad y compresibilidad, de color crema con tonalidades marrones, alta resistencia en seco, muy lenta dilatación, media tenacidad, ninguna reacción al ácido clorhídrico y de consistencia dura; y escasa proporción de arena fina a gruesa (4.09 %), y poca cantidad de gravilla (0.60 %). El estrato se encuentra húmedo, fuerte cementación, sin olor y bajo porcentaje de sales sulfatadas.

4.2.10. Aspectos Relacionados Con La Napa Freática.

Se debe señalar que no se encontró el nivel de filtración, en ninguna de las calicatas, por lo que el nivel del canal de regadío está más bajo, el cual se verifico con la topografía.

Determinación De La Capacidad Soporte Del Terreno De Fundación.

Se determino el C.B.R., del afirmado existente, de acuerdo a la Norma A.A.S.H.T.O. M 145, con el objetivo de utilizar el aporte estructural de la capa, y levantar el nivel del relleno, minimizando las cargas producidas por el tráfico y el ahuellamiento posterior.

Tabla 10

Clasificación del Suelo

Progresivas (Km)	Muestra	Tipo de Suelo A.A.S.H.T.O.	D.S.M. (gr/cm³)	O.C.H. (%)	C.B.R. (%) (95 % M.D.S)
-----------------------------	----------------	---	---------------------------------------	-----------------------	--

00 + 000 - 09 + 530.5	M - 1	A - 2 - 4 (0)	2.025	10.20	7.20
--------------------------	-------	---------------	-------	-------	------

Fuente: Elaboración Propia

Para determinar el C.B.R. de diseño, se determino el tipo de suelo, de acuerdo a la Norma A.A.S.H.T.O. M 145, teniendo como estratos de suelos, más desfavorable a las siguientes Calicatas; obteniéndose los siguientes resultados, después de realizar los ensayos especiales:

4.3. Diseño De Pavimento.

La metodología empleada para el diseño del pavimento, del Proyecto: “Rehabilitación y Mejoramiento del Camino Vecinal SM-533 EMP. PE 5N (Puente Tonchima) - EMP. SM-504 (Sector Shica)”, consistió en seguir los lineamientos del manual de pavimentos asfálticos para vías de baja intensidad de tráfico, cuyos objetivos es ofrecer una serie de recomendaciones para la construcción y conservación de firmes de vías de baja intensidad de tráfico y que fue concebida para vías públicas o privadas cuyo tráfico diario de vehículos pesados por sentido sea inferior a 50 en el momento de la puesta en servicio.

En el diseño del espesor del pavimento se siguió lo estipulado por la USACE (Cuerpo de Ingenieros del Ejército Norteamericano), y el Manual de Diseño Caminos de Bajo Volumen de Transito (Catalogo de Estructuras de Superficie de Rodadura), para el dimensionamiento de caminos afirmados. Estos métodos de diseño contemplan la utilización de una capa granular de aceptable plasticidad que cumple la función de capa de rodadura, permitiendo un servicio aceptable para volúmenes de trafico proyectados bajos, considerando un periodo de diseño de 7 a 10 años.

Según la grafica del método, para determinar el espesor de la capa granular de rodadura, se deberá conocer la capacidad soporte del suelo (C.B.R.) del terreno de fundación, la intensidad del tráfico, en número de ejes equivalentes al eje estándar de 18,0000 libras de carga, en el periodo de diseño y la calidad de material a emplear como capa granular. **Ver Cuadro Geotécnico N° 02.**

Identificación de Categoría de Sub Rasante: Sub Rasante Regular.

Sectores: < Km. 00 + 000 al Km. 00 + 500>, < Km. 02 + 350 al Km. 02 + 700>, < Km. 02 + 900 al Km. 04 + 500>, < Km. 09 + 500 al Km. 09 + 530.5>.

Teniendo en cuenta los datos generados por el presente estudio se tiene:

- Relación de Soporte de California (C.B.R.) mínimo, del terreno de fundación = > 6.40 %.

Según el Manual de Diseño de Caminos de Bajo Volumen de Transito, para un (E.A.L. < 100,000), el C.B.R. de Diseño será aquel que represente al percentil 60 % de los valores del C.B.R., y teniendo en consideración el Catalogo de Estructuras de Superficie de Rodadura, para una Clase de Trafico T1 (IMDa entre 20 a 50 Vehículos), y una Sub Rasante Regular (C.B.R. mínimo de 6), y un aporte estructural del afirmado existente con un espesor mínimo de 0.30 m., y un C.B.R. mayor 7.0 %, se concluye:

Espesor Mínimo Propuesto (Catalogo de Estructuras de Superficie de Rodadura).

Alternativa Técnica . = 25.0 cm.

Espesor Mínimo Propuesto (Método USACE).

Alternativa Técnica - Económica. = 10.00 pulg. (25.0 cm).

Identificación de Categoría de Sub Rasante: Sub Rasante Pobre.

Sectores: < Km. 00 + 500 al Km. 01 + 500>, < Km. 04 + 500 al Km. 05 + 300>, < Km. 07 + 000 al Km. 07 + 400>.

Teniendo en cuenta los datos generados por el presente estudio se tiene:

Relación de Soporte de California (C.B.R.), del terreno de fundación = entre 4.40 a 6.00.

Según el Manual de Diseño de Caminos de Bajo Volumen de Transito, para un (E.A.L. < 100,000), el C.B.R. de Diseño será aquel que represente al percentil 60 % de los valores del

C.B.R., y teniendo en consideración el Catalogo de Estructuras de Superficie de Rodadura, para una Clase de Trafico T1 (IMDa entre 20 a 50 Vehículos), y una Sub Rasante Pobre (C.B.R. promedio de 5.20) y un aporte estructural del afirmado existente con un espesor mínimo de 0.30 m., y un C.B.R. mayor 7.0 %, se concluye:

Espesor Mínimo Propuesto (Catalogo de Estructuras de Superficie de Rodadura).

Alternativa Técnica . = 37.0 cm.

Espesor Mínimo Propuesto (Método USACE).

Alternativa Técnica - Económica. = 12.00 pulg. **(30.0 cm).**

Identificación de Categoría de Sub Rasante: Sub Rasante Muy Pobre.

Sectores: < Km. 02 + 000 al Km. 02 + 350>, < Km. 02 + 700 al Km. 02 + 900>, < Km. 05 + 300 al Km. 07 + 000>, < Km. 07 + 400 al Km. 09 + 500>.

Teniendo en cuenta los datos generados por el presente estudio se tiene:

Relación de Soporte de California (C.B.R.) mínimo, del terreno de fundación = 1.40 %.

Según el Manual de Diseño de Caminos de Bajo Volumen de Transito, para un (E.A.L. < 100,000), el C.B.R. de Diseño será aquel que represente al percentil 60 % de los valores del C.B.R., y teniendo en consideración el Catalogo de Estructuras de Superficie de Rodadura, para una Clase de Trafico T1 (IMDa entre 20 y 50 Vehículos), y una Sub Rasante Muy Pobre (C.B.R. mínimo 1.40 %).

Espesor Mínimo Propuesto (Catalogo de Estructuras de Superficie de Rodadura).

Alternativa Técnica . = 45.0 cm.

Según el Manual de Diseño de Caminos de Bajo Volumen de Transito, Capitulo 05, Item: 5.3.2, al tener valores de C.B.R. menores a 6, tener zonas húmedas, y levantar el nivel del

relleno, se recomienda colocar una capa de material granular o Over (T.M. 6”), en un espesor mínimo de 15 cm, y un aporte estructural del afirmado existente con un espesor mínimo de 0.20 m., y un C.B.R. mayor 7.0 %, se concluye:

Espesor Máximo Propuesto. = 30 cm + 15 cm (Over T.M. 6”).

Alternativa Técnica - Económica. = **45 cm.**

CATALOGO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO

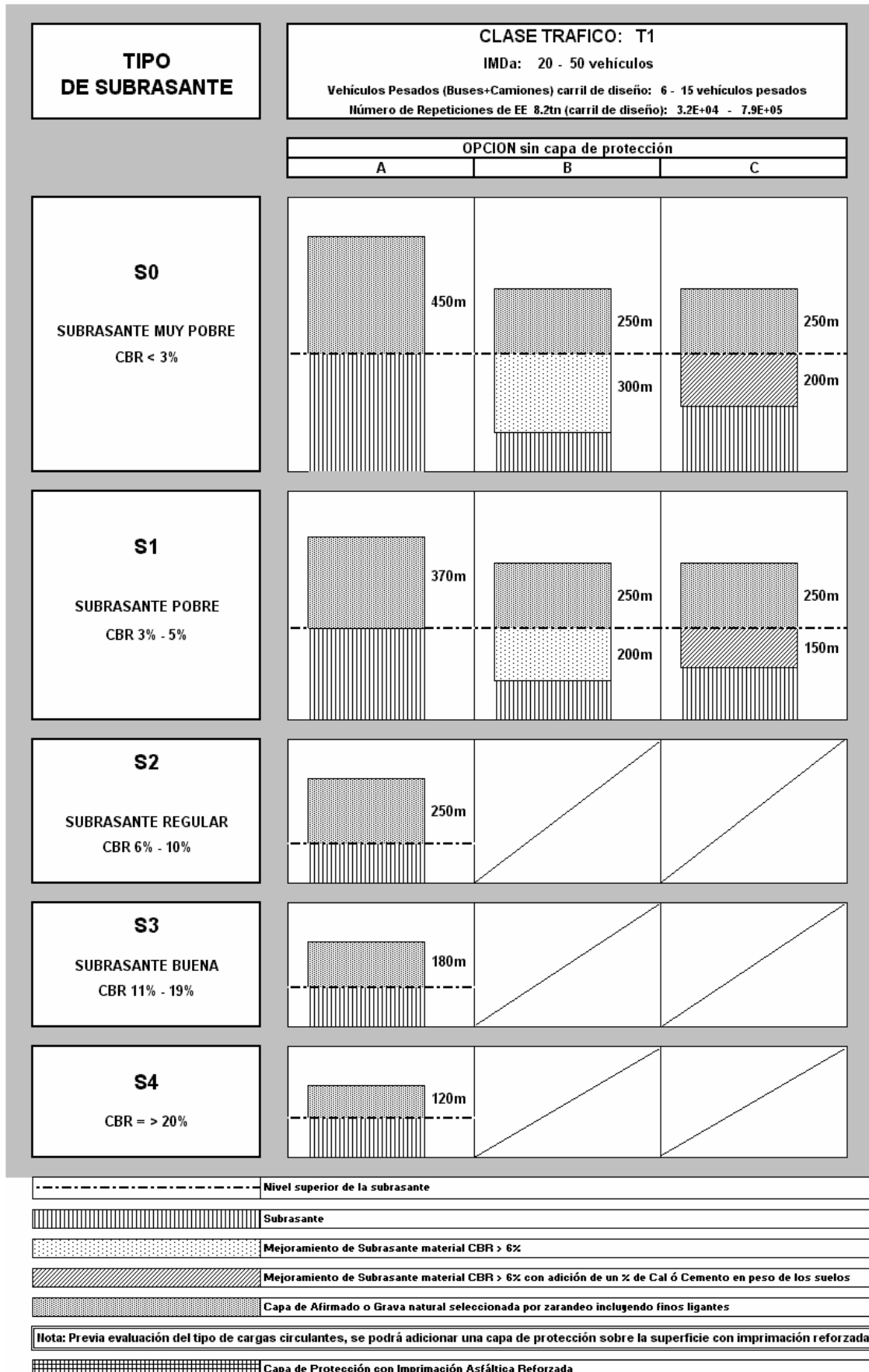


Figura 13. Estructuras de Pavimentos (Fuente: Wikipedia)

USACE (Cuerpo de Ingenieros del Ejército Norteamericano)

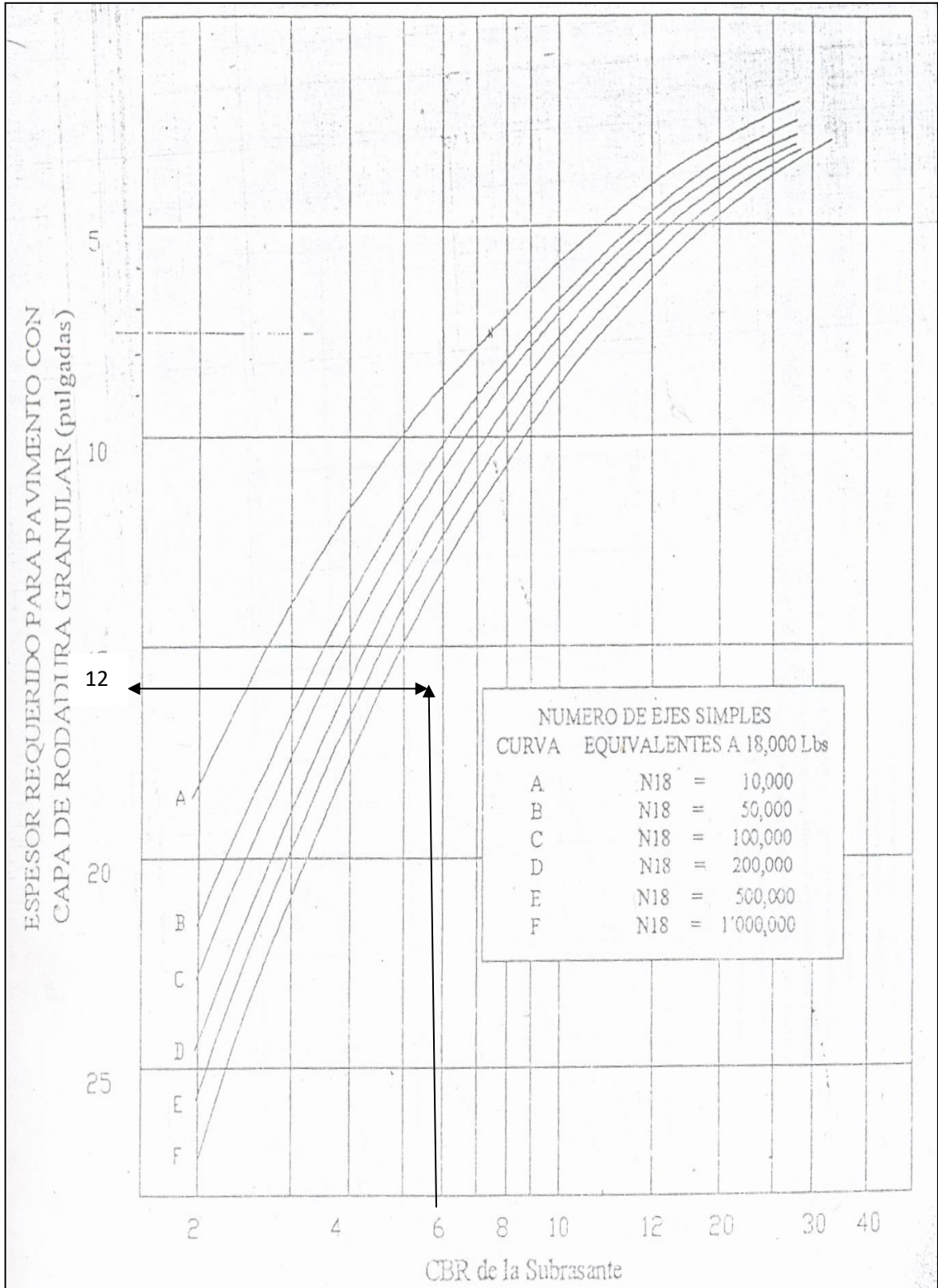


Figura 10. Numero de ejes de equivalencia. (Fuente: Usace)

4.4. Estudio de Drenaje

4.4.1. Cunetas.

El control de las aguas superficiales que discurren por la superficie de rodadura, se realizará por estructuras denominadas cunetas, las cuales captarán las aguas de escorrentía superficial y las conducirán hasta las estructuras de evacuación como son alcantarillas de paso, de alivio y badenes.

Como la zona es lluviosa, se adopta para la cuneta una sección triangular de 0.50 m de profundidad y 1.00 m de ancho. El ancho es medido desde el borde de la superficie terminada de la berma hasta la vertical que pasa por el vértice inferior. La profundidad es medida verticalmente desde el nivel del borde superior de la berma hasta el fondo o vértice de la cuneta.

4.4.2. Alcantarillas

Se proyectan para dar paso a los cursos de agua de las zánoras y/o quebradas que cruzan el camino, así como para eliminar el agua producto de las precipitaciones que son recolectadas por las cunetas. Tomando en cuenta el Inventario de las obras de arte a construirse, mostradas en el **Cuadro N° 13**, y los caudales máximos estimados, se proyectaron las estructuras, las mismas que se muestran en el **Cuadro N° 14 y 15**.

4.4.3. Control De Aguas Superficiales

Manejo de Quebradas

La solución adoptada para el problema que originan los flujos de aguas que discurren por dichas quebradas son las estructuras denominadas ALCANTARILLAS.

Diseño de Alcantarillas

Sección de Conducción.- Se ha adoptado una sección circular, cuyas dimensiones del diámetro se calcularon en función a la precipitación de la zona (las que corresponden a cursos de agua permanentes provenientes de zánoras o quebradas). Las alcantarillas serán

de TMC, Tubería Metálica Corrugada de diámetro 36”, según el Cálculo Hidráulico que se muestra en el Cuadro N° 14 y 15, denominadas Alcantarillas de Paso y badenes. En el tramo de estudio se consideran también secciones cuadradas (Alcantarillas Tipo Marco de 1.00 mt x 1.00 mt) para el desagüe de las cunetas, y en los puntos de inflexión ó cambio de pendiente, denominadas Alcantarillas de Alivio y se identifican en el Cuadro N° 14.

4.4.4. Control del Sistema de Drenaje Longitudinal y Transversal

En la zona donde se desarrolla la carretera existen tramos donde se presentan precipitaciones pluviales las cuales caen directamente sobre la plataforma.

Como resultado de la evaluación de campo se decidió que para controlar la escorrentía de agua superficial sobre la plataforma se usaran cunetas, las cuales empalmaran con las alcantarillas de alivio y/o alcantarillas de paso en cruce de quebradas y/o zánoras.

A continuación se explica los detalles de diseño que se tuvieron en cuenta en cada caso mencionado anteriormente.

a) Cunetas

El control de las aguas superficiales, que discurren por la superficie de rodadura así como por los taludes de los cerros que bordean la carretera generalmente en los tramos en corte; se realizará por medio de canales o zanjias llamadas cunetas, las cuales conducirán las aguas hasta las estructuras de evacuación (Alcantarillas de Paso y Alivio).

En cuanto a la pendiente longitudinal se constató que todo el tramo de la carretera supera la pendiente mínima de 0.5% especificado en el Manual de Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito, observándose que el tramo presenta pendientes mayores al 6% lo que ocasionaría problemas de erosión

4.5. Estudio de Impacto Ambiental

4.5.1. Características actuales

El Diseño de Pavimento a Nivel de firmado del Camino Vecinal SM-533: Emp. PE-5N (Pte. Tonchima) - Emp. SM-504 (Sector Shica)” tiene una longitud de 9.495 kilómetros,

encontrándose el 80% a nivel de trocha. La mayor parte del camino se encuentra deteriorado, debido a la falta de material de afirmado en la superficie de rodadura, de sistemas de drenaje y cunetas en todo el tramo y la falta de mantenimiento de la vía.

Rehabilitación y Mejoramiento del Camino Vecinal SM-533: Emp. PE-5N (Pte. Tonchima) - Emp. SM-504 (Sector Shica), considerando mantener el trazo original y elevando el nivel de rasante con posterior reposición del afirmado granular espesor de 15 cm, construcción de obras de drenaje como 6 alcantarillas circulares de PVC de diámetro 36 con aleros de concreto, 3 alcantarillas cuadradas de concreto de 1mx1m, 9 badenes, cunetas a lo largo del camino, Se realizarán obras de mitigación ambiental, señalización vial y la aplicación de programas de mantenimiento vial y capacitación vial.

Debido al estado de deterioro en que se encuentra actualmente la vía, se requiere de la ejecución de las siguientes obras:

Colocación de afirmado en toda la plataforma.

Conformación de cunetas en todo el tramo.

Construcción y limpieza de alcantarillas existentes.

Señalización a lo largo del tramo.

4.5.2. Características técnicas del Proyecto a implementar

Según el Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito (R.D. N° 084-2005-MTC/14 del 16/11/2005), en actual vigencia, el Camino Vecinal SM-533: Emp. PE-5N (Puente Tonchima) – Emp. SM-504 (Sector Shica), corresponde al Sistema Vecinal y presenta las siguientes características:

Por su función es un camino rural alimentador cuyo inicio es en el Km. 0+000 y finaliza en el Km. 9 + 495.

Por el tipo de relieve y clima, es una carretera llana, ubicada en selva alta con clima primaveral, benigno, templado y subtropical húmedo durante todo el año, con una temperatura que oscila entre los 15 C° y 28 C°, el promedio anual 22C°.

Por el tipo de obra por ejecutarse, es una rehabilitación de camino vecinal y consiste en un trabajo de reperfilado, reposición del material de afirmado y compactación, rehabilitación y/o construcción de las obras de arte y drenaje.

Por otro lado, las características técnicas proyectadas para el camino vecinal en mención, se muestran en el cuadro 1.1.

4.5.3. Descripción de las actividades

A continuación se especifican las principales actividades a desarrollarse durante la ejecución del Proyecto:

i. Disposición de áreas temporales

Se dispondrán distintas áreas de manera temporal, a lo largo del trazado del camino vecinal con la finalidad de utilizarlas como áreas de extracción de materiales y fuentes de agua.

Canteras:

La cantera de donde se extraerá el material de afirmado en cantidad suficiente se denomina “El Remate” y se encuentra ubicada en el distrito de Soritor a una distancia promedio de 15.00km de la zona del proyecto en estudio, el costo por derecho de extracción está considerado dentro del análisis de costos unitarios de las partidas donde interviene este material. También se puede obtener material de sub-base en la cantera del río Tonchima sector Playa Azul (Soritor).

Depósito de material excedente:

Durante la etapa constructiva del proyecto el depósito de material de desmonte se ubicara a 100 metros del final del tramo.

CONCLUSIONES

El Proyecto del Diseño de Pavimento a Nivel de Afirmado del Camino Vecinal SM-533: Emp. PE-5N (Puente Tonchima) – Emp. SM-504 (Sector Shica) es ambientalmente viable siempre que se ejecuten las medidas propuestas en el Plan de Manejo Ambiental que forma parte del presente estudio.

El Proyecto del Diseño de Pavimento a Nivel de Afirmado del Camino Vecinal SM-533: Emp. PE-5N (Puente Tonchima) – Emp. SM-504 (Sector Shica) favorecerá la comunicación de la población del área de influencia, agilizando sus actividades económicas y como consecuencia mejorando su calidad de vida.

No se considera que la afectación de la fauna silvestre sea representativa en esta zona, por desarrollarse en un terreno ya intervenido, con una fuerte presencia de centros poblados en las zonas del Proyecto.

Los mayores impactos ambientales se podrían generar durante la etapa de construcción del Proyecto, los cuales estarían directamente asociados a la alteración de la calidad del aire, la calidad del agua, la calidad del paisaje, la flora, la fauna de la zona, así como la salud y seguridad de la población perteneciente al área de influencia directa.

En la etapa de operación la calidad de aire se verá beneficiada por la disminución de la cantidad de polvo generado por el tránsito de vehículos públicos y privados.

El empleo de canteras existentes disminuirá el impacto paisajístico que se puede generar como consecuencia de su explotación, para los fines del Proyecto.

RECOMENDACIONES

La Declaración de Impacto Ambiental Proyecto El Proyecto Diseño de Pavimento a Nivel de Afirmado del Camino Vecinal SM-533: Emp. PE-5N (Puente Tonchima) – Emp. SM-504 (Sector Shica), constituye un instrumento de primera importancia para la gestión ambiental de dicho proyecto. La empresa encargada deberá velar por el cumplimiento de las medidas recomendadas, durante las distintas etapas del proyecto.

Se debe mantener relaciones fluidas y en armonía con la población a fin de establecer correctos canales de educación y capacitación ambiental, promoviendo la protección y cuidado ambiental de la población involucrada a lo largo del Camino Vecinal

En los casos que se presenten situaciones no previstas en la DIA, se debe tomar las acciones correspondientes con la finalidad de evitar la afectación e incomodidad de los pobladores locales.

Comunicar permanentemente a los pobladores de los probables impactos positivos y negativos a través de los medios de comunicación, prensa escrita y hablada debido a las inquietudes de la población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

Mejoramiento y Mantenimiento de Caminos Vecinales; Lima Perú.

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

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

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

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

SAAVEDRA SORIA, GELPIZ ANTONY . *Estudio Definitivo del Camino Vecinal El Milagro – Pedro Pascasio- Noriega- Campo Alegre- San Jose del Mayo*, Tesis, Tarapoto Perú.

GONZALES ALBERCA, JHON EDWIN , “*Estudio Definitivo a Nivel de Afirmado del Camino Vecinal EMP. R05N (KM 17+000) – Nueva Vida, Distrito de Juanjui, Provincia de Mariscal Caceres, Region San Martin, Proyecto de Tesis*, Tarapoto Perú.

PEREZ BAUTISTA, EDWIN, *Rehabilitación y Mejoramiento Del Camino Vecinal EMP.PE-5N (Puente Bolivia) – Shanao – Pinto Recodo, Provincia de Lamas- San Martin, Informe de Ingeniería*, Tarapoto Perú.

DIAZ MONTENEGRO, LINDER CLAY, *Mejoramiento del Camino Vecinal Tramo : Cedro Pampa – Nuevo Celendín , Distrito de Zapatero, Provincia de Lamas, Región San Martin, Proyecto de Tesis* , Tarapoto Perú.

ANEXOS

ANEXO N° 01
Estudio de suelos