



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis

Diseño del pavimento y de impacto ambiental del tramo: SM-105- desvío Nuevo San Juan Sector Puerto Alegre en el distrito El Porvenir, provincia de San Martín, región San Martín

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Autores:

David García Rodríguez

<https://orcid.org/0000-0003-4735-9697>

Carlos Antonio García Dávila

<https://orcid.org/0000-0002-9553-9062>

Asesor:

Ing. Iván Gustavo Reátegui Acedo

<https://orcid.org/0000-0002-4681-171X>

Tarapoto, Perú

2022



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis

**Diseño del pavimento y de impacto ambiental del
tramo: SM-105- desvío Nuevo San Juan Sector
Puerto Alegre en el distrito El Porvenir, provincia
de San Martín, región San Martín**

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Presentado por:

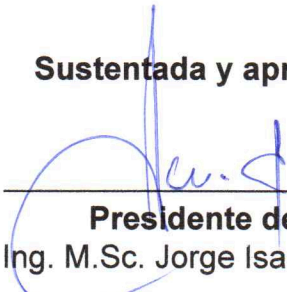
David García Rodríguez

<https://orcid.org/0000-0003-4735-9697>

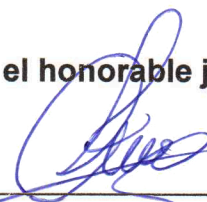
Carlos Antonio García Dávila

<https://orcid.org/0000-0002-9553-9062>

Sustentada y aprobada el 24 de marzo del 2022, ante el honorable jurado:




Presidente de Jurado
Ing. M.Sc. Jorge Isaacs Rioja Díaz



Secretario de Jurado
Ing. M.Sc. Juvenal Vicente Díaz Agip



Vocal de Jurado
Ing. Nestor Raúl Sandoval Salazar



Asesor
Ing. Ivan Gustavo Reátegui Acedo

Tarapoto, Perú

2022



Acta de Sustentación de Tesis Para Optar

Título Profesional de Ingeniero Civil

En el Distrito de Morales, a las 11:10 horas del día 24 del mes de MARZO del año dos mil veintidós, se reunieron en la Plataforma Virtual Zoom de Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, los miembros del Jurado Calificador Ing. M. Sc. JORGE ISAACS RIOJA DÍAZ - Presidente, Ing. M. Sc. VICENTE JUVENAL DÍAZ AGIP - Secretario y el Ing. NESTOR RAUL SANDOVAL SALAZAR - Vocal; teniendo al Ing. IVAN GUSTAVO RÉATEGUI ACEDO - Asesor, con el objetivo de la sustentación y calificación de la Tesis Titulada:

"DISEÑO DEL PAVIMENTO Y DE IMPACTO AMBIENTAL DEL TRAMO: SM-105-DESVIO NUEVO SAN JUAN SECTOR PUERTO ALEGRE EN EL DISTRITO EL PORVENIR PROVINCIA DE SAN MARTIN REGIÓN SAN MARTIN".

A cargo de los Bachilleres: DAVID GARCÍA RODRÍGUEZ y CARLOS ANTONIO GARCÍA DÁVILA

Con el fin de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil y dando cumplimiento a lo dispuesto por la Circular N° 003-2022-UNSM/FICA, de fecha 17 de marzo 2022 de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.

Escuchada la Sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, los señores miembros del Jurado Calificador de Tesis, después de debatir entre sí, reservada y libremente, declararon APROBADO

..... con el calificativo de 17(DIECISIETE)

A continuación, el Presidente del Jurado Calificador hizo saber a los Bachilleres el resultado de la Sustentación, con el cual se dio por terminado el acto, levantándose la presente Acta por cuadruplicado, siendo las 12:30 horas del mismo día, la misma que fue suscrita y transcrita al Libro de Sustentaciones de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura - Escuela Profesional de Ingeniería Civil, los que en ella intervinieron.



Ing. M. Sc. JORGE ISAACS RIOJA DÍAZ
Presidente



Ing. M. Sc. VICENTE JUVENAL DÍAZ AGIP
Secretario



Ing. NESTOR RAUL SANDOVAL SALAZAR
Vocal



Ing. IVAN GUSTAVO RÉATEGUI ACEDO
Asesor

C.c. - Comis.Seg. Egresado EPA

Archivo

Declaración jurada

David García Rodríguez, con DNI N° 70300445, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, y **Carlos Antonio García Dávila**, con DNI N° 71870462, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, autores de la tesis titulada: **Diseño del pavimento y de impacto ambiental del tramo: SM-105- desvío Nuevo San Juan Sector Puerto Alegre en el distrito El Porvenir, provincia de San Martín, región San Martín.**

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de nuestro accionar, sometiéndonos a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 24 de marzo del 2022.



.....
David García Rodríguez

DNI N° 70300445



.....
Carlos Antonio García Dávila

DNI N° 71870462

Declaración jurada

David García Rodríguez, con DNI N° 70300445, domicilio legal en Calle Bolaina Asent. H. Los Amderos MZ. A Lt. 2, distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas, departamento de Loreto, y **Carlos Antonio García Dávila**, con DNI N° 71870462, domicilio legal en Calle Sargento Lores 613, distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas, departamento de Loreto, 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, **Declaramos Bajo Juramento** que, toda la documentación y todos los datos e información de la presente tesis, que acompañamos es verás y auténtica.

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

Tarapoto, 24 de marzo del 2022.



.....
David García Rodríguez

DNI N° 70300445



.....
Carlos Antonio García Dávila

DNI N° 71870462

Ficha de identificación

<p>Título del proyecto Diseño del pavimento y de impacto ambiental del tramo: SM-105-desvío Nuevo San Juan Sector Puerto Alegre en el distrito El Porvenir, provincia de San Martín, región San Martín</p>	<p>Área de investigación: Infraestructura de transporte y vías Línea de investigación: Diseño de pavimentos Sublínea de investigación: Costos y presupuestos Tipo de investigación: Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p>Autor: David García Rodríguez</p>	<p>Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil dgarciar@alumno.unsm.edu.pe https://orcid.org/0000-0003-4735-9697</p>
<p>Autor: Carlos Antonio García Dávila</p>	<p>Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil ancar.gada@gmail.com https://orcid.org/0000-0002-9553-9062</p>
<p>Asesor: Ing. Ivan Gustavo Reátegui Acedo</p>	<p>Dependencia local de soporte: Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil ireategui@unsm.edu.pe https://orcid.org/0000-0002-4681-171X</p>

Dedicatoria

Dedico este trabajo de Tesis a César y Teresa quienes, con el amor ilimitado que los caracteriza, la confianza y el gran esfuerzo de sus parte me brindaron la oportunidad de cumplir con un meta más en la vida, hoy al ver de cerca mi sueño cumplirse solo me queda dar gracias por ayudarme a cumplir este sueño en realidad.

A mis hermanos Alan y Adrian quienes siempre han sido un soporte importante durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento y que a pesar de la distancia nunca me sentí solo.

CARLOS ANTONIO

Dedico este logro a mis padres, por sus esmerados esfuerzos en forjar el ser humano que soy hoy, y mediante estas cortas líneas reconozco que la educación brindada mediante reglas y algo de libertad fue uno de los pilares base que ha permitido ir logrando cada uno de mis sueños durante mi corta existencia.

DAVID

Agradecimientos

Agradezco con toda sinceridad a mi alma mater, a toda la Escuela Profesional de Ingeniería Civil y en especial a mis docentes que mediante la experiencia y sus valiosos conocimientos me ayudaron a formarme día a día como profesional y a crecer como persona.

A mis amigos de la facultad quienes siempre me han demostrado que los amigos son la familia que uno escoge.

Agradezco a aquellas personas que conocí durante el proceso y que hoy aún forman parte de mi vida, siempre me motivaron para lograr el desarrollo este trabajo.

Finalmente quiero expresar un especial y enorme agradecimiento a Nice, quien con su amor incondicional siempre estuvo en mis malos y buenos momentos.

CARLOS ANTONIO

Agradecimiento a la universidad porque las oportunidades que me ha brindado han sido incomparables, y antes de todo no pensé que fuera posible toparme con algunas de ellas.

A mis formadores, que son seres humanos con gran sabiduría y conocimiento, los mismos que en ningún momento se limitaron a compartirla y hoy gracias a ello me encuentro en este punto.

Sin duda, el proceso no ha sido sencillo, pero gracias a las ganas de transmitirme sus conocimientos y dedicación que los ha regido, he logrado importantes objetivos como culminar el desarrollo de mi tesis con éxito y obtener una afable titulación profesional.

Finalmente, agradezco a quien lee este trabajo investigativo, por permitir a mi experiencia, investigación y conocimiento ingrese en su banco de información mental.

DAVID

Índice general

Ficha de identificación.....	6
Dedicatoria.....	7
Agradecimientos.....	8
Índice general.....	9
Índice de tablas.....	11
Índice de figuras.....	13
RESUMEN.....	14
ABSTRACT.....	15
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN.....	16
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Antecedentes de la investigación.....	19
2.2. Fundamentos teóricos.....	21
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS.....	57
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación.....	57
3.1.1 Contexto de la investigación.....	57
3.1.2 Periodo de ejecución.....	65
3.1.3 Autorizaciones y permisos.....	65
3.1.4 Control ambiental y protocolos de bioseguridad.....	66
3.1.5 Aplicación de principios éticos internacionales.....	66
3.2. Sistema de variables.....	66
3.2.1 Variables principales.....	66
3.2.2 Variables secundarias.....	66
3.3 Procedimientos de la investigación.....	66
3.3.1 Objetivo específico 1.....	77
3.3.2 Objetivo específico 2.....	77
3.3.3 Objetivo específico 3.....	77
3.3.4 Objetivo específico 4.....	77

	10
3.3.5 Objetivo específico 5	77
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	78
4.1 Resultado específico 1	78
CONCLUSIONES	107
RECOMENDACIONES	108
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109
ANEXOS	110
Anexo A:	111
Planos	111
Índice de planos	111

Índice de tablas

Tabla 1 Radios y peraltes para curvas	26
Tabla 2 Dimensión mínimo del ancho de calzada en tangente	29
Tabla 3 Dimensión mínimo del ancho de calzada en tangente	30
Tabla 4 Relación V:H para un talud en corte	33
Tabla 5 Relación V:H para un talud en relleno.....	33
Tabla 6 Material del afirmado según granulometría.....	35
Tabla 7 Coeficientes para precipitaciones con duración entre 1h y 48h	38
Tabla 8 Estimación del valor “C” (coeficiente de escorrentía)	39
Tabla 9 Valores de “C”	39
Tabla 10 Valor de “C” según superficie	40
Tabla 11 Coeficiente de rugosidad según Manning	41
Tabla 12 Porcentaje del riesgo de Excedencia en función al periodo de retorno y años de vida útil.....	41
Tabla 13 Tiempo de retorno según tipo de obra	42
Tabla 14 Valor “M” – Factor de compasión de tráfico	45
Tabla 15 Valor de CBR para afirmados.....	45
Tabla 16 Estudio según categoría ambiental donde se desarrolla del proyecto.....	50
Tabla 17 Sensibilidad del proyecto con el medio ambiente según tipo.....	51
Tabla 18 Rutas y accesos a la zona del proyecto	60
Tabla 19 Cálculo de la tasa de crecimiento intercensal del Distrito de El Porvenir.....	61
Tabla 20 Establecimientos de Salud de MINSA.....	62
Tabla 21 Características sociodemográficas.....	62
Tabla 22 Características de población y vivienda del área de influencia	63
Tabla 23 Características de ocupación laboral del área de influencia.....	64
Tabla 24 Características técnicas del camino vecinal mejorado.....	78
Tabla 25 Dimensión mínima para el ancho de derecho de vía.....	82
Tabla 26 Radio mínimo de curva horizontal	84
Tabla 27 Valores de sobrecanchos para 2 de carriles.....	85
Tabla 28 Índice “k” para determinar la longitud de la curva vertical convexa.....	87
Tabla 29 Índice “k” para determinar la longitud de la curva vertical convexa.....	88
Tabla 30 Ancho calzada mínima deseable en tangente (m).....	88
Tabla 31 Ancho de bermas	89
Tabla 32 Tipo de superficie - Bombeo	90
Tabla 33 Dimensionamiento: cunetas.....	91
Tabla 34 Ubicación.....	93

Tabla 35 Criterios de diseño	94
Tabla 36 Clasificación del suelo en función a sus características	95
Tabla 37 Registro del IMD de la vía.....	97
Tabla 38 Proyección del tráfico normal	99
Tabla 39 Tráfico generado según el tipo de intervención	99
Tabla 40 Proyección de tráfico con vía mejorada.....	100
Tabla 41 Tasas de incremento del tráfico vehicular según tipo	101
Tabla 42 Valor de repeticiones de ejes equivalentes - acumulado	101
Tabla 43 Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para 10.00 y 20.00 años	102
Tabla 44 Espesores del afirmado para 10 y 20 años	106

Índice de figuras

Figura 1. Altura libre en túneles.....	32
Figura 2. Sección típica de una carretera a media ladera	34
Figura 3. Curva de diseño de espesor según análisis USACE.....	47
Figura 4. Mapa político del Perú.....	58
Figura 5. Mapa del departamento de San Martín.....	59
Figura 6. Mapa de la provincia de San Martín y sus distritos	59
Figura 7. Ubicación del proyecto	60
Figura 8. Sección transversal típica de la vía	94
Figura 9. Tráfico actual por tipo de vehículo.....	98
Figura 10. Distribución del CBR.....	103
Figura 11. Espesor del pavimento bajo el método USACE.....	105

RESUMEN

Diseño del pavimento y de impacto ambiental del tramo: SM-105- desvío Nuevo San Juan Sector Puerto Alegre en el distrito El Porvenir, provincia de San Martín, región San Martín

Esta tesis se ha desarrollado en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, con fines de titulación como Ingeniero Civil.

El proyecto de tesis está orientado a encontrar una solución óptima, económica, amigable con el medio ambiente y rápida para el mejoramiento vial, ya que es común el déficit de un drenaje adecuado o la ausencia de la misma lo que provoca el deterioro y resultando en empozamientos, erosión, etc. Generando molestias a los usuarios quienes lo transitan. En muchas oportunidades la única solución para dichos problemas es el cambio total de la carpeta de rodadura siguiendo procedimientos muy contaminantes para el medio ambiente.

Este proyecto Diseño del Pavimento y de Impacto Ambiental del Tramo : SM-105- Desvío Nuevo San Juan Sector Puerto Alegre en el Distrito el Porvenir, Provincia de San Martín, Región San Martín, se realizó con el propósito de aportar una alternativa de solución a la problemática vial que existe en el distrito de El Porvenir, perteneciente a la provincia de San Martín, ya que el estado actual de los caminos vecinales carecen de condiciones óptimas para el tránsito en especial en épocas de lluvia, ocasionando una alza en los costos del transporte, el mismo que los pobladores emplean para trasladar sus productos del campo a las ciudades más cercanas, hecho que afecta la economía de los agricultores y sus calidad de vida; es más, la actual condición afecta a los usuarios que se desplazan de la ciudad al campo para suministrar de víveres a sus hogares para la subsistencia, así como insumos para mejorar su producción agrícola y otras actividades que realizan en el campo.

La elaboración del presente proyecto se enfoca en buscar un diseño eficiente y amigable con el medio ambiente para la carretera a nivel de afirmado. Al mismo tiempo que brinde a los usuarios de las localidades beneficiarias la posibilidad de transportar los productos del campo a los diferentes mercados para su comercialización y mejorar la calidad de vida, la razón por la cual es necesario efectuar el diseño de pavimento y de impacto ambiental de dicho tramo.

Palabras clave: Transitabilidad – Elaboración – Problemática Vial – Afirmado.

ABSTRACT

Pavement Design and Environmental Impact Study of Section: SM-105- Desvío Nuevo San Juan Sector Puerto Alegre in the District of El Porvenir, Province of San Martin, San Martin Region.

This thesis was developed at the Professional School of Civil Engineering of the Faculty of Civil Engineering and Architecture of the National University of San Martin - Tarapoto, with the purpose of obtaining the degree of Civil Engineer.

The thesis project is oriented to find an optimal, economical, environmentally friendly and fast solution for road improvement, since the deficit of an adequate drainage or the absence of it is common, causing deterioration and resulting in puddles, erosion, and so on, generating inconveniences to the users who transit it. In many opportunities the only solution for such problems is the total change of the road surface following procedures very polluting for the environment.

This project "Pavement Design and Environmental Impact of the Section: SM-105- Deviation Nuevo San Juan Sector Puerto Alegre in the District of El Porvenir, Province of San Martin, Region of San Martin, was carried out with the purpose of providing an alternative solution to the road problems that exist in the district of El Porvenir. The current state of the local roads lacks optimal conditions for traffic, especially in rainy seasons, causing transport costs to increase, the same that the villagers use to move their products from the countryside to the nearest cities, a fact that affects the economy of farmers and their quality of life. Moreover, the current condition affects users who move from the city to the countryside to supply their households with food for subsistence, as well as inputs to improve their agricultural production and other activities they carry out in the countryside.

The development of this project focuses on the search for an efficient and environmentally friendly design for the road at the surfacing level. At the same time, it provides the users of the beneficiary localities with the possibility of transporting agricultural products to the different markets for commercialization and improving their quality of life, reason for which it is necessary to carry out the pavement design and the environmental impact of this section.

Keywords: Transitability - Elaboration - Road problems - Road pavement.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

El trabajo de tesis fue desarrollado en la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con el propósito de contribuir al bienestar de la sociedad y plantear una posible solución a la problemática identificada en los distritos de nuestro departamento, las mismas que buscan desarrollarse.

El cálculo para diseñar la estructura vial en los entornos más alejados (rurales) de la provincia, es el aporte del estudio, por cuanto es evidente que se encuentra en muy mal estado; es a raíz de ello que surge la idea de ejecutar este proyecto en el Distrito El Porvenir en el sector Puerto Alegre; el cual consiste en elaboración del pavimento que no genere impacto en el medio ambiente. Este expediente podrá ser empleado posterior a su diseño, para que pueda aportar en el desarrollo integral de las localidades cercanas y por las que pasa las carreteras; permitiéndoles tener un mejor acceso a las ciudades principales de la región, asimismo el proyecto elaborado fue publicado en el repositorio de la casa de estudio, por lo tanto, servirá como fuente teórica y metodológica para futuros trabajos de investigación.

En varios sectores de la región San Martín, se evidencia la carencia de varias localidades que requieren de senderos carrozables, o por su defecto, poseen senderos carrozables en condiciones intransitables para el usuario, y más aún en épocas de invierno o días lluviosos, su tránsito es prácticamente imposible. Además, cabe señalar que el clima en la región es un elemento que debe ser considerado para que se tenga el cuidado necesario en las carreteras que se construyen; porque se deterioran en poco tiempo; lo que termina perjudicando a las personas que hacen uso de estas.

Comprendiendo la imperiosa necesidad del Sector Puerto Alegre en distrito El Porvenir por disponer de un sistema vial efectivo que sea capaz de generar avance y bienestar social a su población, se ha efectuado el siguiente informe investigativo de nombre “Diseño del pavimento y de impacto ambiental del tramo: SM-105- desvío Nuevo San Juan Sector Puerto Alegre en el distrito El Porvenir, provincia San Martín, región San Martín”.

Actualmente el Estado tiene como intención el desarrollo integral basado en la eficiencia, eficacia y buena calidad de los servicios; es decir, proporcionar seguridad a los inversores del sector privado que cuenten con las facilidades para la inversión en la totalidad de los sectores económicos, pues la región San Martín no se encuentra exenta a esta necesidad, es por ello que necesita la aprobación de proyectos de ampliación y construcción de vías terrestres que favorezcan el desarrollo económico y sociocultural de todo el departamento.

Pues se sabe que el crecimiento de un Estado va a depender considerablemente de la magnitud y de las condiciones en las que se encuentre su red de autopistas o carreteras; estas determinan en gran medida la capacidad y velocidad con la que pueden circular los vehículos y personas con sus mercancías, tales aspectos inciden de manera directa en el progreso socioeconómico y político de una localidad, región y del país. Además, la inversión en infraestructura resulta indispensable, por cuanto, fortalece el proceso de producción, distribución y comercialización de la industria nacional, haciéndola más productiva y competitiva mediante la construcción de carreteras, puertos, aeropuertos y telecomunicaciones para el transporte de mercancías, personas e información; proporcionando la energía necesaria cuando sentar las bases para las instalaciones de suministro de electricidad, petróleo y gas, y dotar al país de recursos económicos adicionales a través del establecimiento de instalaciones turísticas, que una de las principales fuentes de ingresos del país.

Asimismo, es imperativo que la región San Martín tenga consigo estrategias de expansión de sus redes viales, tanto para las principales vías de acceso a nivel nacional, como para las provinciales y vecinales, de tal manera que en el país los pueblos se encuentren unidos entre sí por la red de carreteras en óptimas condiciones para que logren satisfacer los requerimientos de consumo con mayor facilidad y al mismo tiempo incrementen su nivel socio cultural.

Por lo tanto, entendiendo la trascendente importancia de la red vial, y ante la urgente necesidad de disponer de un sistema carrozable efectivo, que por medio de este se alcance la evolución y progreso como región y comunidad sanmartinense; se llevó a cabo este, proyecto de tesis.

Cabe mencionar que los gastos de inversión pública en su mayoría están dirigidos generalmente a ejecutar monumentos se debe a la falta de una correcta identificación de las necesidades de la población, reportes desactualizados que limitan la determinación de acciones estratégicas con un gran valor público, falta de interés en la elaboración de proyectos que fortalezcan el desarrollo sostenible, falta de conocimiento de la realidad de las localidades. Por otro lado, al comparar los niveles de vida entre países, la percepción de un gasto público derrochador a menudo socava el progreso económico, la mayoría de los países latinoamericanos sufren bajos niveles de inversión pública en comparación con el resto del mundo. Sin embargo, una mirada más cercana a los datos revela que estos países en realidad están gastando altos porcentajes de sus ingresos en servicios públicos. De hecho, su relativo progreso económico está ligado a altos niveles de gasto público cuyo impacto o valor público en la sociedad es mínima, como es el caso en el video mencionado,

donde los alcaldes direccionan sus actividades en la creación de monumentos, lo cual, no es provechoso para la población, generando altos niveles de insatisfacción en los mismos. Según Manrique-Cáceres & Narváez-Soto (2020), la inversión ayuda a un país a crecer económicamente y aumentar las oportunidades de empleo, sin embargo, muchos funcionarios públicos optan por gastar dinero en proyectos ineficientes en lugar de contribuir con el desarrollo económico mediante obras de gran impacto público.

Se sabe que la mayoría de los municipios realizan inversiones en función de sus necesidades y objetivos, por ejemplo, el crecimiento población puede llevar a los gobiernos la creación de nuevas instalaciones de postas de salud, cada uno de estos tipos de inversiones permite a la comunidad mejorar la forma en que presta servicios a sus electores. Esto puede ser beneficioso de muchas maneras, ya que cada producto o servicio puede impulsar una mejor calidad de vida de los pobladores. Por su parte, Montenegro-Ildrogo & Chiappe González (2020) manifiestan que muchos expertos creen que los países en desarrollo necesitan invertir en educación y salud para prosperar. Además, los gobiernos deben invertir en la construcción de infraestructura y brindar bienestar social a sus ciudadanos. No toda inversión beneficia al país; algunas inversiones dañan el medio ambiente y causan problemas económicos en el futuro.

El **problema general** que se formuló en la investigación la siguiente interrogante: ¿De qué forma el diseño del pavimento y del estudio de impacto ambiental del camino vecinal tramo: SM-105- desvío Nuevo San Juan Sector Puerto Alegre en el distrito El Porvenir ayudará con las condiciones socioeconómicas de la población de estas localidades y anexos?

Seguidamente se planteó como **objetivo general**: Elaborar el estudio definitivo para mejorar el camino vecinal que conecta las localidades del tramo: SM-105 - desvío Nuevo San Juan Sector Puerto Alegre en el distrito El Porvenir, que posibilite el desarrollo socioeconómico y cultural de las localidades que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto. Tiene como **objetivos específicos**: O1: Elaborar el estudio socioeconómico y cultural de las localidades que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto. O2: Elaborar estudios básicos de ingeniería. O3: Diseñar el pavimento. O4: Comparar las alternativas de solución obtenidas para el diseño del pavimento. O5: Evaluar el impacto ambiental del proyecto.

Finalmente, en relación a la **hipótesis general**, se formuló la siguiente: La elaboración del diseño del pavimento y la evaluación de impacto ambiental del camino vecinal tramo: SM-105- desvío Nuevo San Juan Sector Puerto Alegre en el distrito El Porvenir, impulsará el progreso de las localidades involucradas y favorecerá que las condiciones socioeconómicas de las localidades vecinas al proyecto mejoren.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

El diseño del pavimento y la evaluación del impacto ambiental, son temas que vienen siendo analizados en diferentes contextos, lo cual sirve de aporte para las variables en cuestión, pues permiten tener un mayor alcance teórico y a partir de ello poder generar soluciones eficientes y practicas a las necesidades de un determinado territorio.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), ha puesto a disposición de la ciudadanía, el “Manual para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo volumen de Tránsito”, cuyo informe brinda los lineamientos requeridas para la elaboración del diseño de la investigación presente; con la intención de que se sigan dichos parámetros para que a la hora de crear planes y estructuras carrozables tengan la información suficiente con el que se pueda efectuar obras de alta calidad, sobre todo sirvan para la movilidad de las personas, sin que estos tengan algún inconveniente para llegar a sus destinos.

Asimismo, el MTC elaboró las “Especificaciones Técnicas de Rehabilitación Mejoramiento y Mantenimiento de Caminos Vecinales”, mediante el cual proporcional información relevante sobre indicaciones técnicas que fueron consideradas en el estudio que se desarrolló; de manera que se tenga la información específica y detalla de lo que se debe de realizar; es decir, seguir el paso a paso para que cumpla con cada una de las exigencias estipuladas, y no se tenga complicaciones cuando se llegue a ejecutar dicho proyecto por parte de los investigadores. Asimismo, que se práctico y útil para los que van a hacer uso de estos espacios de manera permanente.

Respecto con Valle Rodas, en su informe “Carreteras, Calles y Aeropistas”, presentó evidencias referente a los principios fundamentales (básicos) de la mecánica de suelos aplicados a la construcción de carreteras, en el cual señala que después de haber conocido los perfiles topográficos que indican el lugar por donde va a pasar la carretera, es de vital importancia conocer el perfil de la subrasante, a fin de emplear el material adecuado para los rellenos o terraplenes, asimismo es necesario conocer el subsuelo, en sus distintas profundidades, puesto que brindará información relevante sobre la existencia o no de napas de agua, clase de material existente, entre otros; además permitirá conocer a ciencia cierta las condiciones de estabilidad que posee el terreno con la finalidad de que al momento de llevar a cabo las construcciones cuenten con las herramientas que se requieren para dichos suelos o condiciones que estos presenten. Además, cabe mencionar

que esto no solo va a contribuir en el conocimiento sino en el resultado que presenten dichos proyectos; es decir, que realmente puedan ser eficientes y transitables.

Por otro lado, Ríos Vargas, en el año 2000; expuso su informe científico titulado “Diseño Geométrico y Asfaltado de la Avenida Circunvalación - Tarapoto”; en donde sostiene que el diseño geométrico es el componente más importante en la concepción de un proyecto vial, debido a que permite, establece la disposición espacial adecuada, que se adapte a las características y condiciones del territorio, como también, que resulte funcional y eficaz a un costo razonable, es decir que sea sostenible en el tiempo, sea cómoda, segura, accesible para la movilidad de las personas y sus mercancías. Por añadidura, es conveniente indicar que este diseño va a prevenir accidentes una vez que se haya culminado y esté al servicio de las personas; es por ello, la relevancia de efectuar estas acciones antes de la ejecución de este tipo de obras que son de uso público; por lo que deben estar bien hechas y contar con las condiciones suficientes para que los usuarios no tengan complicaciones; y no se deterioren en corto tiempo generando mayores costos.

También, en 2005, Cosavalente Vela llevó a cabo su estudio de nombre “Asfaltado del Jr. Alfonso Ugarte Tarapoto: Presupuesto y Programación, Tramo I: Km 0+000 – Km 1+122.683”; en el cual concluyó que determinar el valor del CBR, permitió determinar las características de pavimentos granulares, a fin que el pavimento resulte resistente y subrasante, como también las condiciones de la humedad y densidad logren ser controladas; por lo que recomienda hacer uso de dicho ensayo (CBR) el cual permitirá diseños viales económicos. Al mismo tiempo, contribuya en el mejoramiento de las estructuras; es decir, que sean duraderas y prácticas para que no se hagan sobregastos, los cuales terminan perjudicando a la ciudadanía local quienes son los que van a hacer uso diario de estos medios, tanto para transitar como para movilizar sus productos.

Por último, en el 2010, Ponce Torres en su investigación “Estudio Definitivo a Nivel de Ejecución Del Camino Vecinal Calzada – Sector Potrerillo Tramo: Km 0+000 – Km 2+920”; donde llegó a concluir que la puesta en prácticas las Normativas Peruanas para la estructuración de carretera ha favorecido enormemente el desarrollo del expediente técnico; puesto que cuenta con las delimitaciones técnicas mínimas en el caso de carreteras del Perú. Del mismo, estos lineamientos son de suma relevancia para fortalecer la consecución de estos proyectos en el territorio nacional, por cuanto existe considerables falencias en la elaboración de infraestructuras viales; en vista que existe altos porcentaje de accidentes por el mismo hecho de que no se encuentran en buen estado; mas aún en los ámbitos rurales donde es casi imposible su transitabilidad.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. Diseño del pavimento

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), un pavimento es un esquema que está integrado por una serie de capas superpuestas cuyo diseño y composición toman en cuenta diferentes métodos, normas y especificaciones de materiales apropiados que han pasado por diferentes procesos de construcción para obtener la rigidez requerida y presentar una superficie apta para el tránsito vehicular y la respectiva durabilidad.

Pues en Ingeniería Civil, el pavimento es comprendido como estructuras formadas por capas de diferentes materiales que pueden soportar vehículos y/u otro tipo de cargas. Que, aparte de soportar el desgaste provocado los vehículos, posee la función brindar que la calzada sea uniforme, antiderrapante, impermeable y resistente a la intemperie.

En ese sentido, diseñar un pavimento reside en establecer las características geométricas, físicas y mecánicas para cada capa que lo conforma, permita resistir la intemperie y las diferentes cargas vehiculares por un determinado tiempo. Podemos encontrar diferentes bibliografías que definen los lineamientos y métodos para diseñar un pavimento, teniendo en consideración factores como la cantidad y clases de vehículos (en función a la carga), características del terreno de fundación, composición del pavimento, condiciones geológicas, factores climáticos, periodo de diseño, entre otros.

La importancia del diseño de pavimentos radica en la optimización de los volúmenes de los materiales a emplear, como también mejorar la vida útil de los mismos, e incrementar su resistencia en la estructura de cada una de las capas del pavimento; pues mediante un eficiente diseño de pavimentos se logra proyectar vías terrestres factibles y económicas; además mediante el diseño se puede realizar la comparación de diferentes opciones de materiales y espesores de capas.

Clasificación

- Según su función

Las carreteras cumplen dos funciones específicas: la primera es suministrar acceso a las instalaciones y propiedades privadas y la segunda es facilitar el tránsito de los vehículos de manera rápida, cómodo, económica y segura; en otras palabras, la función de las carreteras es de accesibilidad y movilidad

Según el Sistema Nacional de Carreteras, de acuerdo con la funcionalidad, las vías están clasificadas de acuerdo a:

CARRETERAS:

- Red Vial Nacional, son un conjunto de carreteras que mantienen unidas a todas las regiones del Perú mediante los principales ejes que son verticales y horizontales, es por ello que son consideradas de interés nacional. Asimismo, son de relevancia para toda la ciudadanía porque es por estas estructuras por donde movilizan los principales productos que se distribuyen las distintas regiones; por ende, deben estar en óptimas condiciones.
- Red Vial Departamental, son aquellas que constituyen el sistema vial dentro de un ámbito regional, pues conectan las capitales de departamentos con las provincias o en algunos casos a estas entre sí; por lo que su cuidado está bajo la responsabilidad de cada departamento; es decir, son los encargados de mantenerlos en las mejores condiciones.
- Red Vial Vecinal; son todas las vías que se encuentran dentro de los límites locales, cuya función es conectar las capitales provinciales y regionales con localidades de densidad poblacional considerables o espacios estratégicos como zonas turísticas, así también conectar con las redes viales nacionales y departamentales o regionales. Donde cabe señalar que estas estructuras son las que tienen menos mantenimiento; y el estado en las que se encuentran no son los más apropiados, lo que causa el malestar en las personas que transitan diariamente por los inconvenientes que estos presentan.

- **Según el servicio**

De igual forma el MTC, de acuerdo con el código se determina que, si bien existe un código de diseño de carreteras en el Perú, no se tiene en cuenta la subclasificación de caminos vecinales, el MTC emitió un proyecto de código de diseño Complementario existente códigos de circulación de las carreteras locales para lograr un uso más racional de la inversión.

La subclasificación de carreteras o caminos se realiza en función al IMDA, el cual es un índice que permite caracterizar el tránsito diario anual de vehículos por una carretera, a continuación, presentan las subclasificaciones:

- Camino CV – 1, es un aquel que mantiene un tráfico vehicular entre 100 y 200 vehículos por día.
- Camino CV – 2, es aquel por el cual transitan entre 30 y 100 vehículos por día.

- Camino CV – 3, es aquel camino por el cual circulan como máximo 30 vehículos por día.
- Trochas Carrozables, es aquel camino por el cual transitan muy pocos vehículos al día

Derecho de vía según ancho

- Normal

Según el MTC; determina que el espacio donde las carreteras se ubican; asimismo, las estructuras auxiliares se extenderán hasta el borde del corte, el fondo del terraplén o el extremo más distante de la construcción de drenaje hasta una distancia de 5.00 metros más allá de la terminación final de las obras.

- Mínimo

Asimismo; el MTC estipula que, en las zonas urbanas, la amplitud no debe ser menor a los 10 metros (5 metro en cada eje). En lo que respecta al área de plantación no es inferior a 15 metros, y el área de la montaña no es inferior a 20 metros.

Previsión de ensanche

Además, en las zonas donde los animales de carga no puedan ser desviados por las huellas de los caballos y el ganado transite con frecuencia, la zona se ampliará a un ancho suficiente.

Diseño geométrico

El MTC nos dice que el diseño geométrico de una vía o carretera es el que determina las características de apariencia de una vía o carretera. Estos parámetros incluyen características tales como pavimento, alineación horizontal y vertical, ranuras para taludes, intersecciones, etc. Su importancia radica en la satisfacción de las necesidades de los conductores y garantizar la seguridad del vehículo, el confort de conducción y la eficiencia para todos los usuarios.

- Distancia de visibilidad

El MTC establece que es el recorrido necesario para que el conductor pueda realizar ciertas maniobras de forma segura y en el cual intervienen otros elementos; en dicho diseño se toman en cuenta tres distancias: la primera es la visibilidad suficiente para tener la capacidad de detener el automóvil; por otro lado, adelantamiento del vehículo circulando en la misma dirección a una velocidad más

baja necesaria para los vehículos, y por último el recorrido necesario ingresar a otras carreteras importantes o cruzarlas.

- **Visibilidad de parada**

De acuerdo con el MTC; considera que es la longitud mínima necesaria para que el automóvil que está recorriendo a cierta velocidad pueda frenar o detenerse antes de impactar con algún objeto a través de su camino. Para determinar la visibilidad de estacionamiento, se supone que la altura del objeto estacionario es de 0.60 metros y los ojos del conductor están ubicados a 1.10 metros sobre la calzada o superficie de rodadura.

Elementos del diseño geométrico

Estos determinan la geometría de la carretera, según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) son los siguientes:

- La velocidad directriz o de diseño seleccionada es un parámetro que varía mucho según quién conduzca el vehículo, el tipo de vehículo, el terreno, etc. Esta es la razón principal por la cual la velocidad de diseño se toma como el factor principal en el diseño geométrico de carreteras. La velocidad continua más alta, que permite condiciones climáticas favorables para facilitar el viaje, que a su vez es más seguro, se denomina velocidad de diseño. Asimismo, la velocidad legal es la velocidad a la que los conductores tienden a circular por encima de la velocidad segura. La velocidad deseada; se refiere a la velocidad mayor a la que el chofer puede viajar sujeto a la geometría local o las restricciones de tráfico.
- La distancia de visibilidad necesaria es la extensión de visibilidad interrumpida en la autopista que se requiere para que un conductor cruce el carril que se aproxima, rebase a los automóviles lentos que se desplazan en la misma orientación y regrese al carril sin chocar con los vehículos que rebasan; suponiendo que este último se ve en el momento en que se viola el carril en la dirección opuesta.
- La plataforma de la carretera es el tramo de vía destinado a la circulación de automóviles y, dependiendo de su tamaño, puede constar de uno o más carriles.
- La preservación del medio ambiente, si bien es cierto, no podemos vivir sin carreteras, pues estas son necesarias para llegar de un lugar a otro, ya que conectan pueblos y ciudades; lo cual genera progreso económico en cualquier país. Además, las carreteras deben mantenerse en óptimas condiciones, especialmente para la seguridad de los conductores. Sin embargo, factores como la construcción o el mantenimiento de estas carreteras pueden estar totalmente en línea con los requisitos para reducir el impacto ambiental.

Alineamiento horizontal

Hace referencia a la proyección de la autopista en torno al espacio horizontal y consta de líneas directas (rectas) y curvas horizontales, que se caracterizan por su longitud y dirección. Las variaciones en estas líneas son suavizadas por curvas horizontales caracterizadas por la curvatura y la longitud. Entra en características geométricas, las tangentes horizontales se definen por su longitud y su azimut.

- El alineamiento horizontal debe permitir que los vehículos circulen sin interrupciones, manteniendo su velocidad en la mayor extensión del camino posible; de manera que se reduzcan accidentes automovilísticos.
- Las rutas por carretera serán lo más directas y cómodas posibles, adaptadas a las condiciones del terreno y con las menores variaciones de orientación posibles. El perfil de los tramos de carretera consta de tramos en tangente (o línea recta), curvas y transiciones apropiadas.

1. Curvas horizontales:

Existen tres tipos de curvas horizontales: circulares y de transición.

- Las curvas circulares están conformadas arcos circulares y están constituidas en el ángulo convexo de la intersección de dos tramos en tangente continuas y se dividen en curvas simples, curvas compuestas y curvas inversas.
- Los simples son aquellos que unen dos líneas y tienen un solo radio de curvatura.
- Las curvas compuestas son dos o más curvas que se cortan en la misma dirección, mientras que las curvas inversas son dos o más curvas que se cortan en direcciones opuestas y tienen un punto tangente común, y sus radios son iguales o diferentes.

Teniendo en consideración la velocidad de diseño optada, se puede establecer el radio de curvatura mínimo; el mismo que está en función en función del valor máximo de inclinación y del coeficiente de fricción máximo.

En el trazado horizontal de tramos de carretera cuyos parámetros básicos sean la velocidad de proyecto, el radio mínimo y la inclinación máxima, por ello las curvas de radio mínimo se deberán evitar de cara al diseño geométrico. Por lo general y por ser más seguras, se prefiere optar por radios grandes de giro, destinando el uso del radio más pequeño para condiciones más críticas.

2. El peralte en Carreteras

El peralte en una carretera es la línea recta o alzado lateral que tiene, ya sea una pieza del edificio o una zona determinada. En términos de ingeniería, se refiere a

una pendiente ubicada en una curva de la carretera. Puede ser un puente vehicular, carretero o ferroviario.

El peralte contrarresta el efecto de la fuerza centrífuga sobre un vehículo en movimiento y lo saca al exterior en una curva horizontal, también ayuda a un vehículo a mantenerse estable cuando transita a velocidad en una curva, es decir que no se patine o se vuelque; asimismo, permite una mejor distribución de la carga de las riegos del vehículo y por ende minimiza el desgaste de los neumáticos y resortes de las ruedas, como también el económico mantenimiento de la carretera.

En función a lo que indica el MTC, para efectuar el cálculo del peralte se debe considerar la velocidad del objeto en movimiento (km/h), el radio de la curva (en metros) y el peso del vehículo, o mejor conocido como el coeficiente de fricción lateral. De esta forma, los ingenieros civiles hacen los cálculos calculados para construir correctamente el peralte de las curvas de carreteras y vías férreas.

El máximo normal para el peralte máximo es del 8% y el valor atípico es del 10%. En casos extremos, en carreteras pavimentadas con buen drenaje, es razonable un peralte máximo cerca del 12.0%.

El radio de curvatura mínimo (R_{min}) es un porcentaje límite; que se da de en base del peralte máximo (e_{max}) y el coeficiente de fricción máximo (f_{max}) elegido para la velocidad de diseño (V). El valor del radio mínimo se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

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

Tabla 1
Radio y peraltes para curvas

Velocidad Directriz	Peralte Máximo e (%)	Límite de Fricción (f_{max})	Radio Mínimo calculado en metros	Redondeo Radio Mínimo (m)
20	4.0	0.18	14.30	15
30	4.0	0.17	33.70	35
40	4.0	0.17	60.00	60
50	4.0	0.16	98.40	100
60	4.0	0.15	149.10	150
20	6.0	0.18	13.10	15
30	6.0	0.17	30.80	30
40	6.0	0.17	54.70	55
50	6.0	0.16	89.40	90
60	6.0	0.15	134.90	135
20	8.0	0.18	12.10	10
30	8.0	0.17	28.30	30
40	8.0	0.17	50.40	50
50	8.0	0.16	82.00	80
60	8.0	0.15	123.20	125

20	10.0	0.18	11.20	10
30	10.0	0.17	26.20	25
40	10.0	0.17	46.60	45
50	10.0	0.16	75.70	75
60	10.0	0.15	113.30	115
20	12.0	0.18	10.50	10
30	12.0	0.17	24.40	25
40	12.0	0.17	43.40	45
50	12.0	0.16	70.30	70
60	12.0	0.15	104.90	105

Nota: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

Alineamiento horizontal

Consisten en rutas rectas, curvas circulares y curvas con curvatura cambiante; estos facilitan una transición tranquila al pasar de una ruta recta a una curva circular o de manera contraria entre dos curvas de forma circular de diferente curvatura. La alineación horizontal debe proporcionar una operación segura y cómoda a la velocidad de diseño.

Elementos

- Tangentes: Son las proyecciones en un plano horizontal, las cuales se encuentran unidas por curvas entre sí, es por ello que la extensión de una tangente viene a ser la diferencia entre el término de una curva anterior con el inicio de una siguiente. Asimismo, las tangentes una de las causas de los accidentes de tránsito, puesto que debido a su amplia longitud muchas veces generan somnolencia en los conductores. Es por ello que la normativa condiciona la longitud máxima por seguridad.
- Curvas circulares: están conformadas arcos circulares y están constituidas en el ángulo convexo de la intersección de dos tramos en tangente continuas y se dividen en curvas simples, curvas compuestas y curvas inversas.
- Curvas de transición: Es aquellas que cambia de radio a medida que aumentamos de longitud; pues un vehículo que pasa de un tramo tangente a otro de curva circular, no puede hacerlo de manera brusca, debe hacerlo de manera gradual y es allí donde se hace uso de las curvas de transición. Todos los vehículos forman curvas clotoideas a medida que giran sus ejes guía, reduciendo o incrementando la curvatura que se detallan. La hélice también le permite modificar el peralte en el camino, lo que significa que el vehículo no tiene reducir la velocidad antes de llegar a la curva.

Asimismo, el MTC estima lo siguiente:

- En un diseño vertical; se refiere al perfil longitudinal que forma una pendiente, que consiste en una agrupación de líneas conectadas por arcos parabólicos verticales, siendo dichas líneas tangentes a estas líneas.
- A efectos del proyecto, la dirección de la rampa se define en términos de la progresión del kilometraje, con una dirección positiva que significa altura creciente y una dirección negativa que significa altura decreciente.
- La curva vertical entre dos taludes sucesivos permite transiciones entre taludes de diferentes magnitudes, eliminando los quiebres bruscos de talud. Por lo que la elaboración de estas curvas garantizará una distancia visual adecuada.
- El acotamiento de la altitud del terreno en el proyecto está referenciado por el nivel mar; para ello nos basaremos con los datos obtenidos del levantamiento topográfico gracias a los BM establecidos.
- El sistema de elevación para este proyecto se referenciará al nivel medio del mar tanto como sea posible, y los puntos referenciales para este estudio serán con la nivelación del Instituto Geográfico Nacional B.M.
- En carreteras de un solo carril, el pilar que determina el perfil debe de coincidir con el eje central del carril; a excepción de ciertos casos en los que existan tierras planas, la pendiente será superior al suelo para facilitar el drenaje.
- Para terrenos con orografía ondulada, por razones económicas, la pendiente se adapta a las variaciones del relieve según criterios de control, visibilidad e imagen.
- En espacios montañosos y escarpados; de igual la pendiente se adaptará a las ondulaciones del lugar, eludiendo tramos de pendiente inversa cuando haya que salvar importantes desniveles, ya que ello alargaría innecesariamente el trazado de las pistas.
- Es importante que la línea de la rasante tenga pendientes favorables y dentro de los lineamientos de las normativas, que favorezcan a los conductores con cambio de pendientes suaves y al mismo tiempo que no generen mayor movimiento de tierras.
- Si es necesario, se pueden usar valores específicos para el declive máximo y la longitud determinante en el diseño. Cómo y cuándo se aplica la calificación determinará la calidad y apariencia del camino.
- Se debe evitar como sea posible que dos curvas verticales en la misma dirección se conecten por una línea corta. Cuando se tiene curvas convexas se generan muchos tramos con limitada visibilidad y en el caso contrario para las curvas cóncavas genera al conductor confusión y riesgo de que este tenga dificultades al momento de la compresión de la distancia de la curvatura.

Pendiente

Es el ángulo que se forma entre el terreno y su rasante con respecto al plano horizontal; asimismo el proceso para determinar taludes está en función de la orografía del terreno y el ángulo de fricción del material suelto que conformará el talud. Generalmente se produce cambios bruscos de pendientes entre el talud y el terreo de fundación, es preciso mencionar que las pendientes más usuales suelen ser H:2 V:1 y H:1.5 V:1, pero esto varía según el material de relleno y terreno de fundación.

Sección transversal

1. **Calzada:** Es una parte de la carretera que normalmente se utiliza para el tránsito vehicular. El ancho de la calzada depende del número de carriles: unos 7,50 m para dos carriles, 11,50 m para tres carriles y 14 m para cuatro carriles. Las carreteras, al estar destinadas a soportar el movimiento de vehículos, por tanto, sus cargas, de las cuales los camiones son muy importantes, deben tener una resistencia suficiente, asegurada por el espesor y la calidad de la capa bajo la superficie de la carretera. En su parte superior, la calzada está cubierta por un pavimento, cuya capa en contacto con el tráfico tiene un espesor de 3-5 cm, denominada capa de desgaste, según las técnicas modernas de construcción, y se renueva periódicamente con una frecuencia proporcional al volumen y tipo de tráfico.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), indica que, en diseños viales con flujo de tránsito IMDA < 50, la vía podrá dimensionarse para un solo carril. En todos los demás casos, la vía será dimensionada para dos carriles.

En la tabla 2 se da a conocer las cantidades adecuadas y requeridas para la dimensión mínima del ancho de la calzada en tangente según la velocidad directriz, la misma que está en función al IMDA proyectado y la categoría de la vía.

Tabla 2

Dimensión mínimo del ancho de calzada en tangente

Tráfico	IMDA>15	50>IMDA>16	100>IMDA>51	200>IMDA>101
Velocidad	Caso A	Caso B	Caso B	Caso B
25.00 KPH	3.50m	3.50m	5.00m	5.50m
30.00 KPH	3.50m	4.00m	5.50m	5.50m
40.00 KPH	3.50m	5.50m	5.50m	6.00m
50.00 KPH	3.50m	5.50m	6.00m	6.00m
60.00 KPH	3.50m	5.50m	6.00m	6.00m

Nota: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

De los casos A y B indicados en la tabla 1 se debe aclarar:

Caso A: Vías con un carril, ensanchamiento de calzada para cruce y/o adelantamiento.

Caso B: Vías con tráfico de vehículos mayores o pesado.

En cuanto al MTC; menciona que los tramos en línea recta o tangente, en la sección transversal de la vía posee limitaciones para el bombeo; este bombeo es el encargado de llevar al agua de lluvias del centro hacia cada uno de los límites o llamados también bordes para coadyuvar en el drenaje superficial y minimizar que se hagan pozas de agua.

Las vías no pavimentadas; tiene que estas provistas de bombeo, que son las pendientes transversales, que permiten el flujo del agua desde la corona o lomo de caballo, con valores entre 2% y 3%. Cuando los tramos poseen curvas, las pendientes transversales (bombeo) son sustituidos por el peralte, que es la inclinación de la plataforma de una carretera; asimismo, estas vías de poca transitabilidad con IMDA menor a los 200 veh por día; por lo que se puedan cambiar el bombeo por una inclinación entre 2.50 % - 3.00 %.

Por tanto, para conocer o establecer la dimensión del ancho de la calzada de la vía para los tramos con curvas, se deben considerar los tramos de carretera que se detallan de manera continua:

Tabla 3
Dimensión mínimo del ancho de calzada en tangente

Velocidad Directriz (KPH)	Radio de la curva (m)																
	10	15	20	30	40	50	60	80	100	125	150	200	300	400	500	750	1000
20	*	6.52	4.73	3.13	2.37	1.92	.62	1.24	1.01	.83	70	0.55	0.39	0.30	0.25	0.18	0.14
30			4.95	3.31	2.53	2.06	1.74	1.35	1.11	92	79	0.62	0.44	0.35	0.30	0.22	0.18
40					2.68	2.20	1.87	1.46	11.21	01	.87	0.69	0.50	0.40	0.34	0.25	0.21
50								1.57	1.31	10	95	0.76	0.56	0.45	0.39	0.29	0.24
60									1.41	19	03	0.83	0.62	0.50	0.43	0.33	0.27

Nota: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

- Berma:** Elemento de la estructura vial utilizada como soporte lateral de la vía para el paso de peatones, ganado y, ocasionalmente, para estacionamiento y vehículos de emergencia.

El MTC; muestra que, en cada lado de la calzada se dispondrá una berma de 0,50 m de ancho, este ancho deberá mantenerse libre, incluyendo señales y guardas de señales.

A la hora de poner las guardavías se elaborará un sobre ancho mínimo 0.50 m

En la tangente, la berma tendrá una inclinación del 4,0% hacia el lado externo de la estructura.

Cuando su valor sea superior al 4%, las bermas en la parte inferior del peralte seguirán su buzamiento. No obstante, si fue diferente, la pendiente de la berma será igual al 4,0%.

La berma encima del peralte tendrá una pendiente igual al 4% en sentido contrario al peralte para que desagüe en la zanja.

La diferencia algebraica entre el arcén superior y la pendiente transversal del camino siempre será del 7 por ciento o menos. Lo que quiere decir que al contar con un pendiente del peralte igual al 7,0%, la parte transversal del arcén será de forma horizontal; y cuando esta sea mayor al porcentaje señalado, el arcén será una pendiente hacia la carretera. Esto se debe de conocer para elaborar correctamente los planos; y que los resultados sean positivos.

3. Ancho de la Plataforma: Con la pendiente terminada, el ancho está determinada por la adición obtenida de la calzada y la berma. La plataforma al nivel del terraplén va a tener el ancho suficiente para acoger sobre ella una o más capas como secciones seguras y cunetas.

- **Sobrecancho:** El ensanchamiento se define como el ancho que debe agregarse a la superficie de la carretera en partes curvas con la intención de que cuente con el mayor espacio necesario al contrarrestar las fuerzas centrífugas generadas por el vehículo.

El ensanchamiento o sobrecancho se dimensiona según el tipo de vehículo que lo transita, es común hacer el cálculo considerando la distancia entre ejes de un camión ya que es el vehículo pesado con mayor constancia.

El dimensionamiento del sobrecancho resulta de usar la siguiente ecuación:

$$S = n * \left(R - (R^2 - L^2)^{1/2} \right) + V_d / (100 * R)^{1/2}$$

Donde:

S = Sobrecancho

N = Número de carriles

Vd = Velocidad directriz

L = Distancia entre ejes del vehículo

R = Radio de curva

4. Plazoletas:

Para el MTC, determina que: En una vía de doble sentido y un solo carril, la plataforma debe ensancharse al menos cada 500m; para que los automóviles opuestos puedan pasar o adelantar a los vehículos en la misma dirección. La plaza está mejor posicionada en el punto que mejor combina la visibilidad a lo extenso de la calle con la accesibilidad de ampliar el espacio.

- Altura mínima libre para vías

El MTC; determina que la altura mínima libre requerida sobre las pistas será 5.00 metros. Para túneles la altura mínima será 5.50 metros. Esto se evidencia en la siguiente figura:

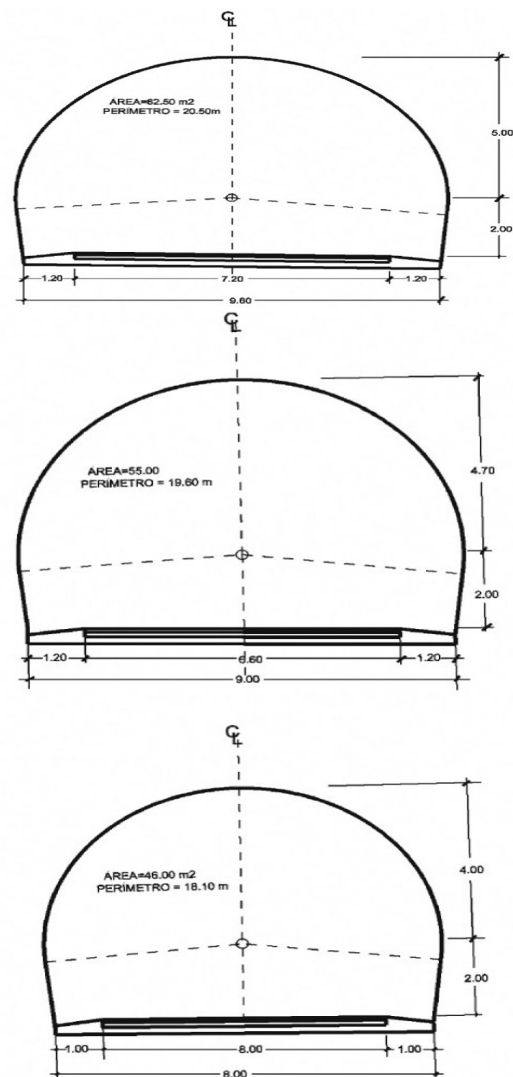


Figura 1. Altura Libre en Túneles.

Fuente: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

5. Taludes: Según el MTC, la pendiente de las secciones de desmonte y terraplén varía según la estabilidad del terreno en el que se ubican.

Teniendo como factor la altura aceptable para taludes y mediante procedimientos empíricos se podrá determinar la proporción entre la dimensión vertical y horizontal (V:H) según el terreno sobre el cual se realizará el corte, o dependiendo del material de relleno que se empleará. Escoger un talud adecuado, el cual está regido por las características del suelo, es indispensable poder lograr estabilidad.

En tabla 4 y 5 se da a conocer la proporción entre la dimensión vertical y horizontal para un talud en corte y para un talud en relleno respectivamente:

Tabla 4

Relación V:H para un talud en corte

Terreno según clase	Talud (V : H)		
	H < 5	5 < H < 10	H > 10
Roca Fija	10 : 1	(*)	(**)
Roca Suelta	6 : 1 – 4 : 1	(*)	(**)
Conglomerado cementado	4 : 1	(*)	(**)
Suelo compacto y consolidado	4 : 1	(*)	(**)
Conglomerado común	3 : 1	(*)	(**)
Tierras compactas	2 : 1 – 1 : 1	(*)	(**)
Tierras sueltas	1 : 1	(*)	(**)
Arena Suelta	1 : 2	(*)	(**)
Zona blanda con abundante Arcilla o Zona húmeda por filtración	1 : 2 Hasta 1 : 3	(*)	(**)

Nota: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

De la tabla 4 podemos recalcar que según la proporción de H se podrá requerir lo siguiente:

(*) Baqueta y/o análisis de estabilidad de taludes.

(**) Análisis de estabilidad de taludes.

Tabla 5

Relación V:H para un talud en relleno

Materiales	Talud en relleno		
	H < 5	5 < H < 10	H > 10
Relleno con enrocado	1 : 1	(*)	(**)
Relleno con materiales compactados	1 : 1.5	(*)	(**)
Relleno con arena compactada	1 : 2	(*)	(**)

Nota: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

De la tabla 5 podemos recalcar que según la proporción de H se podrá requerir lo siguiente:

(*) Baqueta y/o análisis de estabilidad de taludes.

(**) Análisis de estabilidad de taludes.

6. **Sección típica transversal:** en la figura 2 se ilustra una sección típica transversal de un camino, en medio del talud, que nos permite observar la estabilidad del talud de corte a la derecha y el talud de relleno estable a la izquierda; todo ello según lo estipulado por el MTC

En el caso de enlucido lateral, los dos detalles se dibujan por separado, este caso se denomina, en el primer caso, camino de corte cerrado, en el segundo caso, camino relleno.

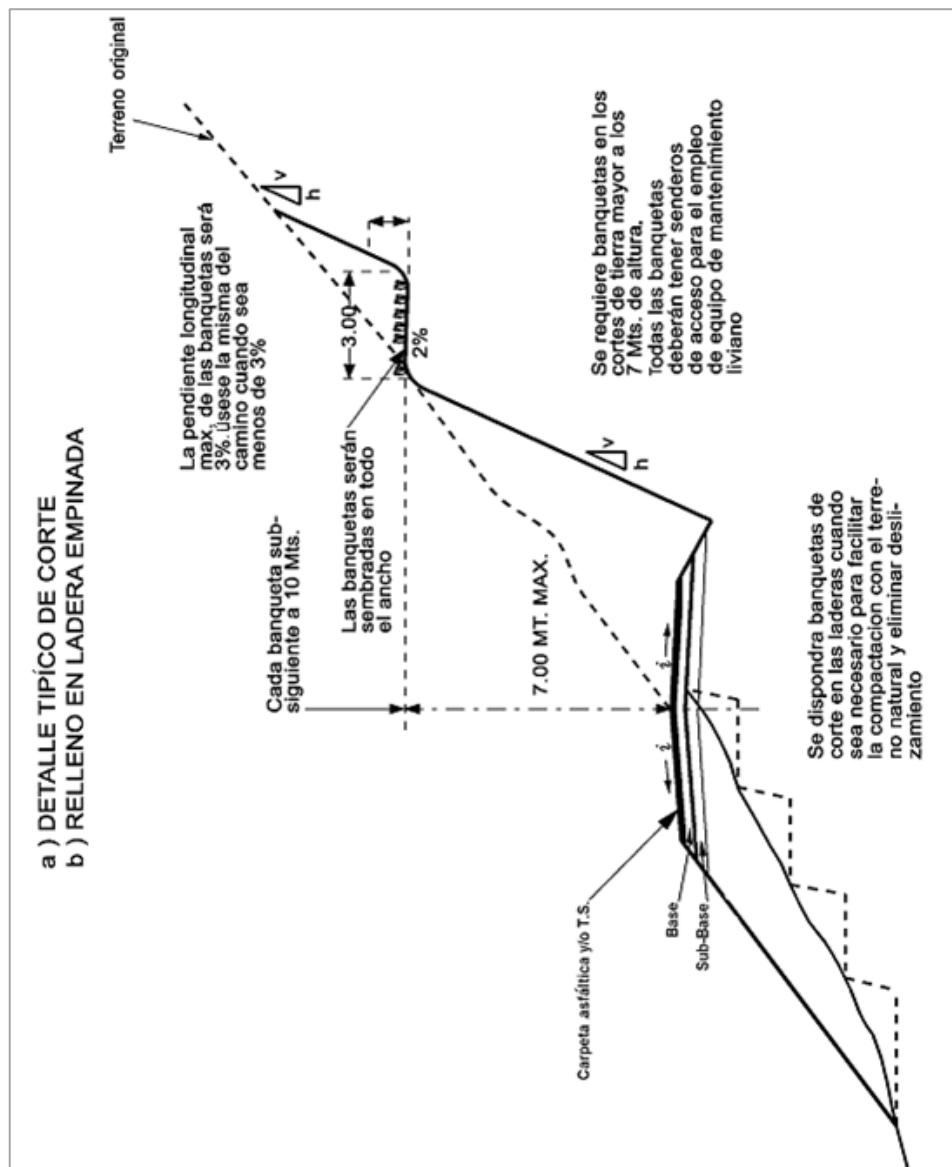


Figura 2. Sección Típica de una Carretera a Media Ladera.

Fuente: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

Composición de Tráfico

De acuerdo con el MTC, el método de aproximación hace referencia a la determinación del elemento de integración del tráfico (M) de las distribuciones por eje de carga del camión (pesados, medianos y livianos). Valores de los componentes del tráfico (M); son enumerados en la tabla 06.

Una vez estimado el factor M, se puede calcular de la forma habitual el N por eje equivalente de 18.00 kips para el primer tiempo de diseño (dependiendo del índice de crecimiento).

Valor del CBR del suelo de la rasante

Para el MTC, este valor corresponde para la capa de terreno de fundación en se realizará movimiento de tierras necesarios que sustente a la estructura de las carreteras o vías, es preciso mencionar que corresponde a una capa superficial.

Por lo que el dimensionamiento de la estructura del pavimento; está en función a la cantidad de resistencia mecánica que presente la tierra.

Especificaciones para material de lastrado

El lastrado es el proceso de reposición como superficie de rodadura del material perdido por desgaste, erosión, etc., por un volumen de material prestado aprobado, colocado en capas definidas por el Ingeniero para restaurar la rasante y sección original de la calzada, esta actividad incluye la evaluación del material de acuerdo a las secciones típicas definidas y estas especificaciones como realizar el acopio, corte, carga, transporte, aflojamiento, colocación, conformado, desbarbado y compactado.

1. **Granulometría:** Es la separación del tamaño de las partículas de agregado; con la finalidad de conocer la dispersión de tamaños de las partes que componen la muestra agregada. Las aplicaciones de tamaño de partícula de los materiales utilizados como lastre se pueden utilizar y son:

Tabla 6
Material del afirmado según granulometría

Número de Malla	A	B	C	D
2	100%	100%	--	--
1	--	75% - 95%	100%	100%
3/8	30% - 65%	40% - 75%	50% - 85%	60% - 100%
4	25% - 55%	30% - 60%	35% - 65%	50% - 85%
10	15% - 40%	20% - 45%	25% - 50%	40% - 70%
40	8% - 20%	15% - 30%	15% - 30%	25% - 45%
200	2% - 8%	5% - 15%	5% - 15%	8% - 15%

Nota: MTC: Especificaciones Técnicas de Rehabilitación Mejoramiento Mantenimiento de Caminos Vecinales

La toleración para los valores indicados en la table 6 serán:

- Malla N° 2: 6% máximo de retención
- Malla N° 4: 40% máximo de paso

Resultados:

Se obtiene para una Máxima Densidad Seca del 45.00% al 100% del CBR.

Los cálculos muestran que los elementos utilizados en la ejecución de pavimentos deben tener un CBR de al menos 65% al 100% de su densidad máxima.

2. Requerimientos para material de lastro

Generalmente los insumos empleados (material granular) que componen las distintas capas de un asfaltado de balasto deben de contar con las siguientes cualidades:

- El agregado debe contar con un tamaño de entre 2 para facilitar sostenimiento, potencializar la solidez y firmeza de la capa, para que se tenga un adecuado balanceo del vehículo.
- La tasa de paso del tamiz No. 200 debe estar entre 10-25%, dependiendo del tamaño máximo de partícula del agregado, para minimizar la porosidad de la capa y reducir la penetración de líquidos o humedad desde la capa inferior.
- El material fino que componen la capa de rodadura de partículas sin recubrimiento debe tener un índice plástico suficiente; por cuanto el material fino plástico actúa como recurso conglomerante y aglutinante de la matriz granular, potenciando la perpetuación de la capa y comprimiendo el deterioro de material rodado.
- La carpeta de la estructura de la vía o pavimento determinada estará compuesta por grava natural intacta mezclada con el porcentaje requerido de finos locales para cumplir con el índice plástico y granulometría que se necesita. Esta combinación debe tener un valor de CBR superior al 65.00 % para ensayos en ejemplares moldeadas al 100.00 % con una densidad máxima de Proctor (AASHTO 1-180) y un contenido y pérdida de la humedad dentro del 3.00 %. El desgaste no debe exceder el 50 % en las pruebas de desgaste en las máquinas de Los Ángeles.
- Para consideraciones de construcción de compactación, la densidad de la capa de pavimento debe ser mayor o igual al 95% de la densidad máxima alcanzada de la prueba Proctor modificada (AASHTO Standard 1-180-D).

Estudio Hidrológico

1. Introducción: El MTC, alude que el drenaje superficial de los caminos vecinales tiene como finalidad gestionar adecuadamente las aguas pluviales, así como prevenir la corrosión de los caminos para que se pueda alcanzar un mantenimiento efectivo en función a los buenos servicios para el transporte terrestre. La gestión del agua se logra mediante la utilidad de una estructura hidráulica adecuada y el diseño y dimensionamiento del diseño vial. Si hablamos de estructuras viales nos referimos a bombeos y rampas.

2. Determinación del caudal de escorrentía

El MTC; muestra que las características geométricas de los componentes del drenaje superficial se determinarán por modalidades teóricas; que son reconocidos según sus cualidades climatológicas del área local donde se ubica la vía y teniendo en consideración oportuna de la pluviométrica asequible en todos los territorios.

El método para estimar los caudales en relación con los períodos de retorno depende del tamaño natural de las cuencas tributarias.

Se debe tener en consideración cuando la cuenca es pequeña, se considera adecuado aplicar la metodología de la ecuación racional para estimación del caudal. Por otro lado, se debe saber que las cuencas pequeñas son aquellas con tiempos de concentración iguales o inferiores a 6.00 horas. El intervalo de viaje del agua en el sistema pluvial de la cuenca, o además el tiempo de concentración vinculado con la intensidad promedio de la precipitación, se puede derivar de la siguiente ecuación:

$$T = 0.30 * (L^4 / J)^{\frac{3}{16}}$$

Donde:

T= Tiempo de concentración en horas

J= Media de la pendiente

L= Largo del cauce principal en km

La ecuación es inadecuada para el flujo en una subrasante porque el flujo no es conciso y es lento.

De igual forma, el MTC establece que “el caudal de diseño para el drenaje de cuencas pequeñas se logrará a través de la ecuación racional”.

$$Q = C \cdot I \cdot A / 3.60$$

Donde:

Q= Es el caudal expresado en m^3/s

I= Intensidad de la precipitación pluvial máxima previsible, en función al tiempo de concentración y a un tiempo de retorno expresados en mm/hr.

C= Coeficiente de escorrentía.

A= Extensión de la cuenca expresada en Km^2

En Perú, estas curvas son difíciles de especificar debido a la escasez de datos de lluvia disponibles. Usualmente solo se tiene los valores de la precipitación máxima dentro de las 24 horas; donde se recalca que el índice de la intensidad de lluvia máxima por lo general se determina multiplicando la precipitación máxima de 24 horas por el coeficiente de duración. En la tabla 7 se muestra el coeficiente de duración entre 1 h y 48 h, en Cuando no se dispone de mejor información, se puede utilizar lo mismo, calculando la fuerza con normas y cuidado.

Tabla 7

Coefficientes para precipitaciones con duración entre 1h y 48h

Tiempo de precipitación	Coefficiente
1.00 hora	0.25
2.00 horas	0.31
3.00 horas	0.38
4.00 horas	0.44
5.00 horas	0.50
6.00 horas	0.56
8.00 horas	0.64
10.00 horas	0.73
12.00 horas	0.79
14.00 horas	0.83
16.00 horas	0.87
18.00 horas	0.90
20.00 horas	0.93
22.00 horas	0.97
24.00 horas	1.00
48.00 horas	1.32

Nota: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

Por otro lado, el MTC; hace mención que el valor de C correspondiente al coeficiente, de la fórmula o ecuación racional, se podrá estimar empleando las tablas N° 8 y 9.

Tabla 8
Estimación del valor "C" (coeficiente de escorrentía)

Condicionante	Valor de K	Descripción
K1 (Relieve de terreno)	40	Muy accidentado pendiente >30%
	30	Accidentado 30% ≥ pendiente > 10%
	20	Ondulado 10% ≥ pendiente > 5%
	10	Llano pendiente ≤ 5%
K2 (Permeabilidad)	20	Muy Impermeable
	15	Bastante impermeable, arcilla
	10	Permeable
K3 (Vegetación)	5	Muy permeable
	20	Sin Vegetación
	15	Poca Inferior al 10% de la superficie
	10	Bastante No mayor al 50% de la superficie
K4 (Capacidad de Retención)	5	Mucha No mayor al 90% de la superficie
	20	Ninguna
	15	Poca
	10	Bastante
	5	Mucha

Nota: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

De la tabla 8 se tendrá que sumar los valores K1+K2+K3+K4 para así determinar el valor final de "K", el cuál nos ayudará a establecer para el valor de "C", el mismo que se detalla en la tabla 9.

Tabla 9
Valores de "C"

Valores de "K"	Valores de "C"
100	0.80
75	0.65
50	0.50
30	0.35
25	0.20

Nota: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

De igual forma el MTC no dice que para determinar el coeficiente "C" podemos considerar lo indicado en la tabla N° 10.

Tabla 10
Valor de "C" según superficie

Superficie según tipo	Valores de "C"
Asfalto y concreto	0.70 – 0.95
Adoquín	0.50 – 0.70
Grava	0.15 – 0.30
Bosque	0.10 – 0.20
Vegetación densa	0.10 – 0.60
Terreno granular	0.10 – 0.50
Terreno arcilloso	0.30 – 0.75
Terreno sin vegetación	0.20 – 0.80
Zona de cultivos	0.20 – 0.40

Nota: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

Además, también podemos hacer uso de la ecuación de Manning para determinar el caudal y la velocidad, según lo indicado el MTC para un flujo hidráulico estandarizado.

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

$$Q = V \cdot A$$

$$R = A \cdot P^{-1}$$

Donde:

Q= Es el caudal expresado en "m³/s".

V= Velocidad media expresado en "m/s".

A= Extensión del agua que ocupa en la sección transversal expresada en "m²".

P= Perímetro mojado expresado en "m".

R= Radio hidráulico expresado en "m".

S= Pendiente de fondo expresado en "m/m".

n= Coeficiente de rugosidad según Manning

Para el valor de "n" en la ecuación antes descrita, se tendrá en consideración según Manning, lo cual se detalla en la tabla 11.

Tabla 11
Coefficiente de rugosidad según Manning

Tipo de Canal	Mínimo	Normal	Máximo
Para tubos:			
Metálico corrugado	0.021	0.024	0.030
Concreto	0.010	0.015	0.020
Para canales:			
Revestido en concreto aislado	0.011	0.015	0.017
Revestido en concreto sin aislar	0.014	0.017	0.020
Revestido albañilería de piedra	0.017	0.025	0.030
Sin revestir en tierra o grava	0.018	0.027	0.030
Sin revestir en roca uniforme	0.025	0.035	0.040
Sin revestir en roca irregular	0.035	0.040	0.050
Sin revestir con maleza tupida	0.059	0.080	0.012
Para ríos:			
Planicie de cauce recto sin zonas con piedras	0.025	0.030	0.035
Sinuosos o torrentosos con piedras	0.035	0.040	0.600

Nota: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

3. Periodo de retorno

Según el MTC, La elección del caudal de diseño que indica que se deben diseñar los elementos de drenaje relacionando la contingencia de riesgo de exceder a este caudal a lo largo del diseño del arte o drenaje. En términos generales, cuando el caudal es superior al caudal de diseño, cuando el posible daño es bajo, se puede aceptar el mayor riesgo, y cuando el posible daño es mayor, el riesgo aceptable debe ser pequeño.

Estas posibilidades de excederse un caudal en un espacio de tiempo de varios periodos están vinculadas con su periodicidad histórica de concurrencia. En función a ello, en la siguiente tabla se exponen los índices de riesgo de excedencia del caudal del esquema por medio de la vida útil de los recursos del drenaje para distintos tiempos de retorno.

Tabla 12
Porcentaje del riesgo de Excedencia en función al periodo de retorno y años de vida útil

Periodo de Retorno	Porcentaje en función a los años de vida útil				
	10 años	20 años	25 años	50 años	100 años
10 años	65.13	57.84	92.82	99.48	99.99
15 años	49.54	74.84	82.12	96.82	99.41
20 años	40.13	64.15	72.26	92.31	98.31
25 años	33.52	55.80	63.96	87.01	86.31
50 años	18.29	33.24	39.65	63.58	86.74
100 años	9.56	18.21	22.22	39.50	63.40
500 años	1.98	3.92	4.88	9.30	18.14
1000 años	1.00	1.98	2.47	4.88	9.52
10000 años	0.10	0.20	0.25	0.50	0.75

Nota: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

Asimismo, el MTC nos indica que es recomendable adoptar un tiempo de retorno de no menor a diez años si se refiere a zanjas y alcantarillas de descarga de inundaciones. Para el alcantarillado directo, la recuperación sugerida es de 50 años. En lo que respecta a pontones y puentes; el tiempo de retorno debe ser 100 años. Si se puede predecir que ocurrirá un daño catastrófico una vez que ingrese al flujo de diseño, el ciclo de regreso puede ser de hasta 500 años o más.

En la siguiente tabla se dan a conocer los ciclos de regreso convenientes de acuerdo con la clase de estructura de drenaje.

Tabla 13

Tiempo de retorno según tipo de obra

Obra según tipo	Periodo de Retorno (Años)
Para puente y pontón	100
Para alcantarilla de paso	50
Parar alcantarilla de alivio	10 - 20
Para el drenaje de la plataforma	10

Nota: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Estudio de pavimentos

Las técnicas empleadas para la elaboración de pavimentos fueron fijados por la *United States Army Corps of Engineers* o USACE por sus siglas en inglés, para determinar las dimensiones de las carreteras sin pavimentar. Quienes han obtenido una gran experiencia en este tipo de diseños y la división de espacios carrozables de poco tráfico y, si bien gran parte de esto involucra la transitabilidad de transportes y aeronaves militares; el conocimiento de USACE; también contiene caminos de tierra, grava y asfalto como superficie rodante. tratos.

Debido a un factor importante, especialmente por su impacto económico y la importancia de las carreteras, en este estudio se consideran alternativas. Dado que se trata de una vía de poco tráfico, el diseño del espacio considerará en primer lugar los criterios de capacidad mínima de servicio.

El procedimiento utilizado para diseñar el espesor del asfaltado es el estimado por el USACE; esto permite utilizar un material granular con cierto grado de índice plástico, cumpliendo las funciones de la capa superficial, para obtener un nivel de servicio suficiente considerando un ciclo de 5 a 10 años de diseño. La carpeta granular del pavimento puede estar compuesta por material con un sustrato o masa base de acuerdo con su capacidad portante (CBR).

Este método considera los siguientes factores para estimar el ancho de la estructura del pavimento:

- La cantidad del CBR de la subrasante.
- El IMDA uniformizadas al eje estándar de 18,000 libras de carga, para el periodo de retorno.

Otro de los elementos estimados en este método se encuentra relacionado con los atributos de las materias empleadas. Por lo que, verifique el CBR que debe contar el ancho de la estructura del pavimento, en función al volumen de tráfico, el CBR de la subrasante y el ancho requerido.

Las cargas y los volúmenes de tráfico cumplen un papel vital en la elaboración estructural del pavimento, especialmente cuando los factores empiezan a minimizarse y su relevancia como parámetros de diseño es relativa. Por lo tanto, hay pocas razones para realizar análisis de tráfico complejos y precisos para camiones de bajo volumen con menos de 50 camiones/día. Sin embargo; se sugiere intentar estimar valores objetivos y reales para cada situación en concreto, especialmente si se prevé un tráfico intenso.

Por otro lado, existe una falta general de registro sistemático de información en vías de poco tráfico, lo que permite una evaluación exhaustiva del tráfico, lo cual es deseable. Si en el tráfico calculado sólo circulan una cantidad mínima de 3 vehículos, teniendo en cuenta este aspecto, y el hecho de que se requiere que el espesor de diseño del pavimento sea algo sensible a cambios en el valor de repetición bajo del eje de carga equivalente, es la aproximación que será el método utilizado para el análisis de flujo.

Teniendo en cuenta de manera integral los estándares relevantes, los resultados de los ensayos de laboratorio, los resultados de la observación ejecutado in situ y la experiencia en el análisis de CBR de subrasante estimada en estudios adelantados, el CBR promedio para este diseño es $9.997\% = 10.00\%$.

Diseño estructural

El diseño estructural es un método de investigación sobre la estabilidad, resistencia y rigidez de las estructuras, y su principal función es producir la estabilidad de las estructuras mediante el buen uso de los materiales.

- ✓ Parta determina los EE (N18) se cuenta con lo siguiente:

Periodo de diseño	:	5 años
Tipo de pavimento	:	Material Afirmado
Número de carriles	:	1
IMDA proyectado	:	50.00 veh/dia
Tasa de incremento	:	4.60%
Tráfico pesado	:	mayor de 15 años

- ✓ Ya que generalmente 18 kips es lo estimado para repeticiones de EE. Haciendo uso del método aproximado. Para comprar con la tabla 6 y conocer el factor "M" se estima:

Cantidad total de camiones	:	<15%
Carga distribuida	:	Medio
Tráfico mixto (M) (Tabla 6)	:	46 (un solo carril)

- ✓ Para una cantidad total acumulada de EE a 18 Kips (N18), a lo largo del tiempo de diseño será:

N18 (n años)	:	$(TPD \times M)(1+i)^n$
Para un valor de n=5:		
N18 (5 años)	:	$(50 \times 46 \times 1)(1+0.046)^5$
N18 (5 años)	:	$(50 \times 46)(12.20)$
N18	:	28,060
Coefficiente de equivalencia	:	1.7819
N18	:	50,000 EE

- ✓ Con las cantidades definidas N18 y del CBR, se estima el un ancho de la estructura del afirmado (pavimento), haciendo uso de la curva "B" ilustrado en la figura 3 con las siguientes consideraciones:

CBR (%)	:	10.00
N18	:	50,000 EE

Se determina la dimensión del ancho del afirmado.

Se deberá considerar lo detallado en la tabla 14:

Tabla 14
Valor "M" – Factor de compasión de tráfico

Distribución de carga para camión (N18)	Cantidad de camiones		
	Bajo (<15%)	Medio (15% – 25%)	Alto (>25%)
Ligero (0.75>N18)	9	18	27
Medio (0.1.50≥ N18>0.75)	23	46	69
Pesado (N18>1.50)	37	73	110

Nota: Ing. Raúl Valles Rodas; Libro "Carretera, Calles y Aeropistas"

Tipos de tránsito

De acuerdo con el autor del libro "Carretera, Calles y Autopistas", del ingeniero Raúl Valles Rodas: las distintas clases de tránsitos que se toma en cuenta en los métodos ancho de la estructura del pavimento son los siguientes:

- Tránsito Ligero (Liviano): Se considera de esta manera a la concurrencia menor a 50 automóviles diarios por un espacio carrozable.
- Tránsito Mediano: Se refiere a la concurrencia mayor a los 50 y menor a 300 automóviles de forma diaria por carreteras.
- Tránsito Pesado: Se considera así cuando el tráfico de carros es mayor a los 300 diarios; que por lo general son en zonas comerciales donde transita gran número de camiones; es decir, son vías principales.

De acuerdo con cada uno de los casos expuestos; se muestra en base al máximo de vehículos de carga que deben de cargar; es decir, la carga por rueda debe ser 9000 libras equivalente a un 15%.

Tabla 15
Valor de CBR para afirmados

Valor de EE a 18 000 lb (N18)	CBR para subrasante	Ancho de la carpeta de afirmado									
		6	9	12	15	18	21	24	27	30	
10,000	2%	96	62	48	40	43	31	28	26	24	
	4%	78	50	36	32	28	25	23	21	20	
	6%	69	44	34	28	25	22	20	19	17	
	8%	63	41	31	26	23	20	18	17	16	
	10%	59	38	29	25	21	19	17	16	15	
	15%	52	33	26	21	19	17	15	14	13	
	20%	48	31	24	20	17	15	14	13	12	

	2%	147	95	73	61	53	47	43	40	37
	4%	119	176	59	49	43	38	35	32	30
	6	105	8	52	43	38	34	31	28	27
50,000	8	96	62	48	49	35	31	28	26	24
	10	90	58	45	37	32	29	26	24	23
	15	79	51	39	33	28	25	23	21	20
	20	73	47	36	30	26	23	21	20	18
	2	178	114	87	73	63	57	52	48	45
100,000	4	143	92	71	59	51	46	42	39	36
	6	126	82	63	53	45	41	37	34	32
	8	116	75	57	48	41	37	34	31	29
	10	108	70	54	46	39	35	32	29	27
	15	95	62	57	39	34	31	28	26	24
500,000	20	87	56	43	36	31	28	23	24	22
	2	270	175	134	111	97	87	79	73	68
	4	219	141	180	90	78	70	64	59	55
	6	194	125	96	80	69	62	57	52	49
	8	177	115	88	73	64	57	52	48	45
1,000,000	10	166	107	82	68	59	53	48	45	42
	15	146	94	72	60	52	47	43	40	37
	20	134	162	66	55	48	43	39	36	34
	2	325	10	161	134	116	104	95	88	82
	4	263	170	130	108	94	84	77	71	67
1,000,000	6	233	150	115	96	83	75	68	63	59
	8	213	138	106	88	76	68	62	58	54
	10	199	129	99	82	71	64	58	54	50
	15	176	114	87	72	63	56	51	48	44
	20	161	104	80	66	58	52	47	44	41

Nota: United States Army Corps of Engineers (USASE)

Ruta:

CBR de diseño : 10.00

Curva : "b"

Ancho de afirmado : 20.00 cm

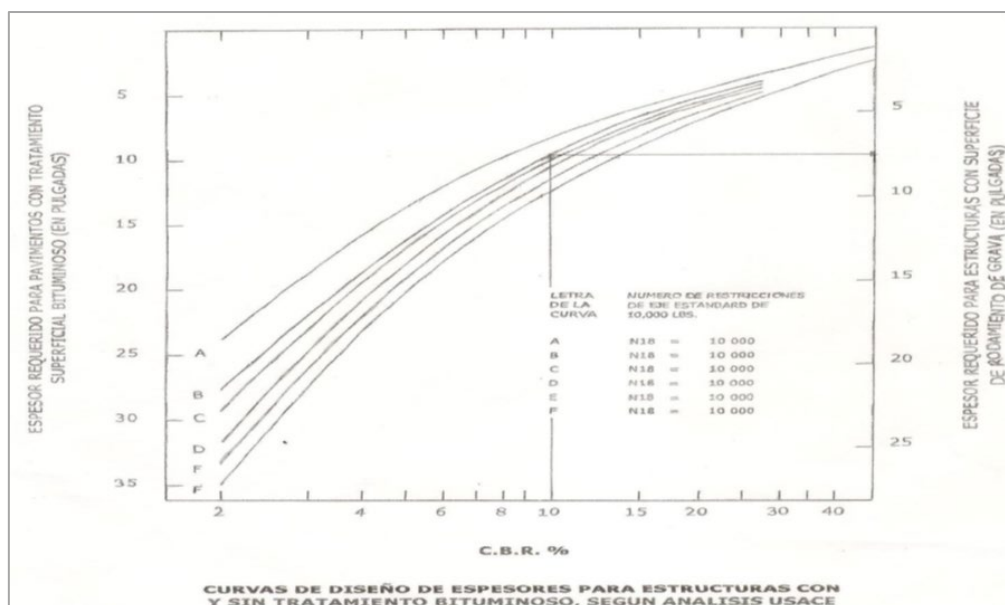


Figura 3. Curva de diseño de espesor según análisis USACE.

2.2.2. Informe de impacto ambiental

Tal como lo exige la normativa vigente, es preciso que todos los proyectos cuenten con un estudio o informe de impacto ambiental a fin de conocer el grado de protección del recurso natural que se pueda encontrar en el área de intervención, la calidad del ambiente y a la misma vez garantizar la salud pública. Asimismo, también permiten identificar los recursos limitados y los impactos ambientales potenciales durante la primera fase de planificación del proyecto, facilitan la selección de las alternativas más adecuadas, la prevención de la contaminación y el uso de las mejores prácticas y tecnologías de gestión para reducir la magnitud del impacto ambiental de las actuaciones.

Se realizó el informe de impacto ambiental del diseño de pavimentos del tramo Vial: SM-105- Variante Nuevo San Juan, Sector Puerto Alegre, distrito El Porvenir, Provincia San Martín, departamento San Martín, en el marco de la rehabilitación y mejoramiento de las normas locales de caminos promulgadas.

De acuerdo con el Ministerio de Transporte (MTC), el informe de evaluación ambiental (IAA) tiene como objetivo identificar y evaluar el posible impacto positivo o negativo al ambiente que puedan acontecer debido a la ejecución del proyecto y operación de la misma, y proponer las medidas en base a esto para su prevención, mitigación o en su defecto, contrarrestar el impacto negativo, e incrementar el impacto positivo; con la finalidad de lograr la coordinación entre el desarrollo y operación de esta obra y la protección del medio ambiente.

Según, Calderón (2019) todo país tiene la capacidad de proporcionar a sus ciudadanos los medios para llevar una vida saludable y exitosa. Las poblaciones saludables producen ciudadanos saludables, y las naciones exitosas son aquellas que son prósperas, democráticas y libres. Bajo lo mencionado por el autor, la inversión pública crea una fuerza laboral saludable. Los empleos creados por la inversión pública incluyen aquellos en la construcción de carreteras, escuelas e instalaciones de salud pública. Tales inversiones ayudan a crear una fuerza laboral fuerte que puede producir bienes y consumirlos. Las personas acostumbradas a las comodidades modernas tendrán la posibilidad de adquirir bienes y servicios asequibles. De esta manera, una fuerte inversión pública conduce a un fuerte desarrollo y una fuerza laboral fuerte.

Una sólida inversión pública en desarrollo humano ayuda a crear una población satisfecha. Esto crea mejores empleos para personas con fuertes capacidades laborales y mejores condiciones de vida para todos los ciudadanos. La inversión pública mantiene a las personas seguras mientras promueve una buena gestión

La inversión pública afecta tanto el crecimiento económico como el bienestar en todos los niveles de la sociedad, pero también destaca el hecho de que existen vínculos más directos entre el gasto público y estos resultados de lo que se pensaba anteriormente. Esto significa que, al invertir en buenas instituciones, los gobiernos pueden tener impactos significativos en la vida de las personas.

Para finalizar, Meléndez (2019) sostiene que la inversión pública es necesaria para lograr una serie de objetivos políticos: seguridad nacional, protección de los derechos de propiedad, mantenimiento del estado de derecho, desarrollo económico nacional y trabajo permanente, un medio ambiente limpio, propiedad colectiva de los medios de producción y mayor igualdad en la distribución de ingresos y riqueza.

Para la identificación y evaluación del impacto ambiental se hará:

- Poner en contexto los marcos legales e institucionales, con referencia a aspectos relevantes para el proyecto de durante la ejecución de mejoramiento de la vía.
- Preparar un estudio de referencia para evaluar la situación vigente del entorno de desarrollo para proyectos de carreteras comunitarias.
- Se deberá proceder con la Identificación de los posibles impactos directos o indirectos al medio ambiente, así mismo se deberá que continuar con la predicción y evaluación de dichos impactos.
- Incluir un plan en el cual se evite y mitigue el impacto ambiental tanto si es de forma directo como indirecta.

Metodología para emplearse para el informe de impacto ambiental

El empleo de la metodología se realizará a través de la siguiente secuencia de actividades:

1. Describir el proyecto: Incluye el análisis de la propuesta de solución, proceso y actividades de un proyecto, tanto en mejora como en operación.
2. Evaluar sistemáticamente: Incluye identificar ambientalmente de las zonas por las que pasan los caminos vecinales, así como el identificar los componentes ambientales y su influencia.
3. Análisis del ambiente: se procede con identificar y evaluar los posibles cambios que incluyan los cambios a realizar en el ambiente durante la ejecución del proyecto.
4. Gestión ambiental: Bajo las normativas y leyes vigentes, se esclarece que es responsabilidad directa del organismo competente desarrollar un plan de manejo ambiental, el cual mitigue y/ reduzca el impacto negativo

Objetivos

- Identificar, predecir y realizar la evaluación los impactos ambientales potenciales que puedan causar a la variedad de componentes ambientales y hasta componentes sociales del proyecto de mejoramiento dentro del ámbito que influya, y puedan ser causados por el entorno vial en estudio.
- Elaborar un plan de manejo ambiental, que incluya medidas para evitar y/o mitigar los impactos negativos directos e indirectos determinados durante las fases de implementación y operación del proyecto, y una estimación de los costos de implementación.

Metodología

Se analizará el impacto ambiental del proyecto, el cual tendrá en cuenta componentes ambientales como el agua, vegetación, suelo, paisaje, flora, fauna y socioeconómicos en cuanto sean susceptibles de impactos, actividades o acciones durante la construcción y Fases de mantenimiento que conducen a la ejecución del proyecto, una actividad o acción que puede tener un impacto. Los objetivos de este IIA son identificar los impactos positivos y negativos, la descripción y evaluación de medidas a tomar para la mitigación de impactos negativos a través de la intervención e inclusión de un plan para mitigar como parte de la alternativa de solución para el mejoramiento de la vía.

Alcances del estudio

Para categorizar el nivel de alcance del presente estudio a nivel local, se tendrá en cuenta lo indicado en la tabla 16.

Tabla 16

Estudio según categoría ambiental donde se desarrolla del proyecto

Sensibilidad del Medio	Descripción de la Sensibilidad	SI	NO
ALTO	El trazo de la vía pasa por áreas naturales protegidas donde la infraestructura vial no resulte compatible con la categoría., Plan Maestro y zonificación del área protegida		x
	Zonas prioritarias para la conservación		x
	Alto índice de biodiversidad		x
	Alto grado de amenaza (accesibilidad)		x
	Alto grado de endemismo		x
	Alto peligro de degradación ambiental (deforestación, caza, etc.)		x
	Zona montañosa con reserva accidentado (35 % de pendiente)		x
	Zonas de alto riesgo sísmico		x
	Zonas vulnerables a fenómenos naturales como inundaciones		x
	Alto potencial de erosión		x
	Humedales y/o manglares, zonas permanentemente inundadas		x
	Bosques primarios		x
	Ecosistemas excepcionales y hábitat con especies en peligro		x
	Nacientes de agua		x
	Área reconocida como pueblo indígena o poblaciones vulnerables	x	
	Muy probable afectación total o parcial a un número elevado de terrenos o sitios de alto interés arqueológico y antropológico		x
	Zonas con alto riesgo de conflictos sociales, a causa de compromisos ambientales incumplidos		x
MEDIO	En áreas naturales protegidas y zonas de amortiguamiento donde la infraestructura vial resulta compatible con la categoría, Plan Maestro y zonificación del área protegida		x
	Moderado alto grado de biodiversidad		x
	Moderado alto grado de amenaza (accesibilidad)		x
	Moderado alto grado de endemismo		x
	Moderado peligro de degradación ambiental (deforestación, caza)		x
	Terrenos ondulados (15 % a 35 % de pendiente)		x
	Moderado riesgo sísmico	x	
	Moderado potencial de erosión		x
	Zonas esporádicamente inundadas	x	
	Probable alteración parcial a terrenos o construcciones		x
	Sitios de moderado interés arqueológico y antrópico		x
	Zonas de bajo riesgo de ocupación humana o afectadas por recientes invasiones		x
	Importante disminución de la oferta de empleos		x
	Bajo moderado grado de biodiversidad	x	
	Bajo peligro de grado de degradación ambiental	x	
	Terrenos ondulados a planos (15 % de pendiente)	x	
	Vegetación intervenida	x	
BAJO	Áreas inestables		x
	Ausencia de sitios de valor histórico y patrimonial	x	
	Áreas sin ningún tipo de declaración para ser protegida	x	
	Zonas con bajo nivel de conflicto social	x	
	Probable inexistencia de predios afectados	x	

Sensibilidad del medio: **BAJO**

Fuente: Elaboración propia

Determinación de riesgos socioambientales por niveles

Para conocer estos niveles se considera los siguientes parámetros para proyectos:

- **Nivel 1:** Son todos esos proyectos que presentan un alto impacto socioambiental, debido a que el sector de repercusión es altamente sensible y las obras civiles previstas son de tal volumen que podrían perturbar el medioambiente, su ecosistema, estructura social, organizacional, financiera y su riqueza cultural. Por lo que es necesario y requerido una evaluación minuciosa sobre el impacto que va a ocasionar (Categoría III, según ley 27446).
- **Nivel 2:** Hace alusión a los peligros socioambiental medio por la sensibilidad media de la zona afectada, pero construcciones civiles que se planean ejecutar no son de gran envergadura. Los posibles impactos en este tipo de proyectos son fáciles de identificar. Por lo que para esta etapa se requerirá un análisis no tan detallado acerca del efecto ambiental (Categoría II, según ley 27446).
- **Nivel 3:** para proyectos que presenten bajos riesgos sociales y ambientales durante la ejecución del proyecto. El medio naturas, el ecosistema y su diversidad de flora y fauna, constructo social, economía y patrimonio cultural no se verán amenazados. Por lo tanto, en esta fase se requerirá una Declaración de Impacto Ambiental para que dichas acciones no perjudiquen el estilo de vida de las personas ni el hábitat de diversidad de animales y plantas; como también del aire (Categoría I, según ley 27446).

Tabla 17

Sensibilidad del proyecto con el medio ambiente según tipo

Proyecto según tipo	Sensibilidad con el medio ambiente		
	Alto	Medio	Bajo
Para construcciones nuevas	Nivel 1	Nivel 1	Nivel 2
Para mejoramientos	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Para rehabilitaciones o reconstrucciones	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 3
Para mantenimientos	Según parámetros indicados por la autoridad ambiental competente.		

Nota: Reglamento Ley del sistema nacional de evaluación de impacto ambiental

Conclusión

Por lo tanto, el tipo de proyecto y sensibilidad ambiental, la sensibilidad se determina como ambiental BAJA y nivel de riesgo 3, y su investigación de impacto ambiental es CATEGORÍA I, que corresponde a la manifestación de impacto ambiental.

Alteraciones que produce el movimiento de los suelos para la construcción de carreteras

Según el estudio llevado a cabo por Vallejo Karla en el 2016; infiere que este tipo de obras uno de los factores medioambientales que terminan siendo los mas dañados son las tierras; no obstante, en el proceso de ejecución el factor que tiene mayor beneficio es la economía; por cuanto, genera una gran cantidad de empleo para los habitantes que se encuentran dentro de las áreas por donde se llevan a cabo dichas operaciones.

De lo anterior, el autor hace énfasis sobre las repercusiones que causan estos proyectos en los distintos medios:

- Aire; porque se pierde la calidad por la liberación de partículas con compuestos químicos que se emplean para la elaboración de los materiales de construcción.
- Suelos; porque para la construcción es necesario destruirlos; lo cual causa erosión y la pérdida de la calidad. Además, al concluir las obras va a incrementar el tráfico de los automóviles y por ende el uso de combustibles que no solo dañan las tierras para las producciones agrícolas sino para todos lo que se encuentra a su alrededor; por lo cual es de vital trascendencia que los diseños se realicen con la intención de minimizar estos impactos negativos; es decir, busquen ser sustentables en el tiempo.
- Agua; los compuestos que se emplean para la construcción de estos espacios también terminan afectando los acuíferos por lo tanto pierden su calidad. Por lo que es pertinente que a la hora de hacer los movimientos de tierras y de igual manera en la explotación no se generaren incrementos del contenido de sólidos o partículas contaminantes en las aguas. Es así como estas construcciones deben de ejecutarse con espacios para el paso de las aguas, es decir, que no sean interrumpidas e incrementar los daños a este elemento que es sustancial para la subsistencia tanto de las plantas como de los animales.
- Flora; aunque no se afecte de manera directa con el desarrollo de este tipo de obras, siempre es importante tomar acciones de prevención para evitar que por accidente se propaguen elementos como los herbicidas sobre espacios donde exista vegetación o cultivos cerca de las carreteras; y terminen destruyéndose las cubiertas vegetales.
- Fauna; para evitar la destrucción del hábitat de animales que se encuentran en las zonas donde se busca llevar a cabo este tipo de obras; se deben de tomar medidas preventivas como los accesos controlados; asimismo, prohibir las voladuras en ciertas temporadas. Es decir, la correcta integración de estas estructuras en el

medio va a incrementar su eficacia para que los animales tengan espacios para que salgan y entren sin que sean atropellados por los vehículos.

- Paisaje; el impacto visual y los cambios en la forma del relieve de las zonas es otro efecto negativo que se evidencia cuando no se toman en cuenta los límites máximos de altura de los desmontes y los terraplenes; asimismo, de las plantaciones que se encuentran en los espacios. Estas afectaciones no solo se pueden visualizar en el lugar donde se lleva a cabo las obras, sino también en los sitios donde guardan los materiales para la construcción. Por lo que se debe de contar con un plan para la circulación de la maquinaria pesada dentro de las zonas para que no termine afectando los paisajes.
- Patrimonio; al no contar con un plan para la elaboración de las autopistas sobre todo en sitios urbanos se va a terminar dañando los patrimonios arqueológicos o puntos de interés geomorfológicos; por lo que se deben efectuar prospecciones (zonificación previa) y jalonamientos; de tal manera, que la traza no perjudique las estructuras de interés nacional.

De lo anterior; es importante conocer las autoridades encargadas del control de asuntos ambientales:

- ✓ El Consejo Nacional del Ambiente (CONAM); en el art. 56 de la Ley General del Ambiente; establece que toda persona tiene la facultad de vivir en un espacio saludable; asimismo, sea adecuado y equilibrado para su óptimo desarrollo. Además, tiene el deber de proteger y gestionar eficientemente el ambiente como el de sus componentes, donde se asegure la salud tanto individual como en su conjunto de los individuos y a través de ello se aproveche de manera sustentable los recursos naturales, y se logre el crecimiento del estado de manera sostenible.

Así también, en el art. 83 da a conocer que las entidades deben de contar con medidas de control tanto de los materiales y de las sustancias que van a emplear para la ejecución de obras; es decir, que estas no sean peligrosas para el ambiente; por lo que deben de prevenir efectos que dañen los espacios naturales.

Si estas empresas no cumplen con dichas estipulaciones; el estado tiene la potestad de sancionarlas, tal como lo señala en el art. 83 inciso 83.2; el Estado incorpora normativas para el control respectivo sobre este tipo de actuaciones, con el fin de evitar daños en la salud de la ciudadanía como en el ambiente por el uso de materiales peligrosos.

- ✓ El Ministerio del Ambiente (Minam) es quien ha incorporado al Conam; por lo que hoy en día es considerado como el ente regulador del ambiente; al mismo tiempo se establece el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental conocido también por sus siglas OEFA; este es el responsable de supervisar, controlar y sancionar hechos concernientes al ambiente, como también imparte incentivos a todas las actividades que lleguen a cumplir con las normativas ambientales por parte de personas jurídicas y naturales. Además, es el ente encargado de supervisar del desempeño que van logrando los organismos de supervisión nacionales, regionales y locales, por medio de del seguimiento continuo.

Las competencias de la OEFA se reforzaron por medio de la Ley 29325; a través de dicha normativa estable el Sistema de Evaluación y Fiscalización Ambiental; donde determina cinco actividades generales que debe de llevar a cabo:

- a) Evaluadora; dichas acciones abarcan desde la vigilancia y asegurar que se cumplan adecuadamente las normativas ambientales; es decir son similares a los de la OEFA.
- b) Supervisión directa; tiene la potestad de realizar un seguimiento cercano y verificar si se está cumpliendo con las obligaciones por parte de los administrados, respecto a las sanciones e incentivos que deben de proporcionar a la entidad que ejecutan ciertas actividades que tienen impacto en el ambiente.
- c) Supervisa entidades públicas; lleva a cabo operaciones de verificación con respecto a los logros que van alcanzando las distintas entidades (nacional, regional y local)
- d) Fiscalizadora y sancionadora; los encargados tienen la potestad de imponer sanciones ante posibles infracciones administrativas con respecto al cumplimiento de las responsabilidades ambientales según la disposición emitida por la OEFA.
- e) Normativa; según sus facultades puede establecer directrices que regulen los procesos que están a su cargo y los que sean de naturaleza general concerniente a la protección del derecho de la persona como de los entes públicos.

Además, cabe recalcar que esta entidad cuenta con la autoridad de ejecutar visitas de fiscalización sin tener que notificar con anterioridad; asimismo, tiene la facultad de exigir la presencia del encargado del proyecto para analizar la evidencias

(materiales que están utilizando, sustancias) que permitan verificar que están cumpliendo o no con la normativa ambiental.

El proyecto involucra actividades bajo la responsabilidad del Ministerio de Transporte, por lo que el Ministerio constituye la autoridad competente que se ocupa de los aspectos ambientales del proyecto.

Marco conceptual

Definición de términos básicos

De acuerdo con el MTC se conceptualizan los siguientes términos:

- Alcantarilla. Los canales debajo de las tuberías hacen circular el agua y los acueductos subterráneos recogen el agua, ya sean estas provenientes de lluvias o de los desechos de la ciudadanía.
- Banqueta. Obras de equilibrio de taludes, incluyendo la elaboración de una o más terrazas continuas en un talud. El término acera también se utiliza para crear una terraza en una pendiente junto a una carretera para lograr Requisitos mínimos de distancia visual para estacionamiento de vehículos.
- Cantera. Sitios al campo abierto o subterráneos donde se extraen agregados gruesos o finos; como por ejemplo las rocas que sirven para la ejecución de obras.
- Carril. Es una porción longitudinal de un camino por donde los vehículos viajan los cuales pueden ser en la misma dirección o direcciones opuestas.
- Cubicación de Tierras. Con base en los componentes transversales, operamos alrededor de ellas, dividiendo las regiones de corte, relleno y pared. Luego, los volúmenes de tierra se calculan utilizando el método de volumen mixto.
- Cuneta. Es el canal abierto construido a lo largo de la dirección transversal del camino está diseñado para conducir el agua superficial y subterránea de la plataforma del camino con la finalidad de proteger la integridad de la estructura del pavimento.
- Derecho de vía. Zona de anchura variable que comprende la carretera, sus obras de apoyo, los servicios, las zonas predichas para obras futuras de ampliación o mejora y los sitios de seguridad de los usuarios. Su ancho se determina por medio de resolución del encargado y titular respectivo.
- Trocha carrozable. Estas pueden definirse como aquellas vías que no tienen requisitos para ser clasificadas como de tercera clase
- Sistema de carreteras. Hace referencia una serie de vías o accesos que permiten la movilización de las personas de un lugar a otro; asimismo, estas se diferencian de simples caminos; por cuanto, están diseñadas para que circulen automóviles.

Por otro lado, cabe mencionar que existen tres tipos (nacionales, provinciales y locales); como sus propios nombres lo indican cada una de ellas va a permitir el transporte ya sean locales, regional o nacionales.

- Visibilidad de parada. El mismo requisito se aplica para que el conductor detenga el vehículo a la velocidad de diseño; es decir, va a permitir que en cuanto el conductor pueda divisarlo va a tener el conocimiento de que tiene que parar por la existencia de algún obstáculo.

Marco histórico

Las guerras civiles impidieron que el Perú contará con un sistema vial incluso después de varias décadas de haber logrado la emancipación, el cual le hubieron permitido alcanzar el desarrollo económico al que aspiraba y al que tenía derecho por la importancia secular del territorio. El país donde los incas construyeron un imperio avanzado, y más tarde el virreinato más poderoso de América del Sur, volvió a la vida republicana, fragmentado en numerosos cacicazgos, y casi destruido en su naciente infraestructura vial. Sin embargo, en el siglo XIX, con la llegada de los barcos de vapor y los ferrocarriles, Perú experimentó avances en la tecnología del transporte.

Pues en 1850 el Perú contaba con una línea férrea que en primer lugar conectaba la costa con el departamento de Junín, ya que descubrí que esta región contaba con uno de los mejores climas del mundo, lo mismo que favorecía y favorece la producción de la de la mayor cantidad de vegetales en el País. Muchos años más tarde, ya por los años 1929 se construyó la carretera más grande del Perú, que en la actualidad se le conoce como Panamericana del Perú, la cual se consolidó en el año 1939 en el segundo gobierno de Oscar Benavides. La construcción de diferentes clase de carreteras en el Perú tuvo y se tiene que enfrentar a uno de los mayores obstáculos que es la Cordillera de los Andes, es por ello que se han logrado construir muy pocas vías a comparación de los países limítrofes; además de ser uno de los países con menos carreteras y la mayoría de las carreteras en el Perú son caminos sin pavimentar construidos sobre una base de tierra y ripio. Se sabe que la construcción y mejora de las carreteras favorece un estilo de vida de mejor calidad a ciudadanía y en consecuencia el crecimiento del país, pues mejora la accesibilidad física a los diferentes territorios de una nación, incrementa la demanda de viajes, incrementar las actividades económicas, la asistencia de los niños a las escuelas, la accesibilidad de la comunidad hacia los establecimiento de salud, entre otros.

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito y condiciones de la investigación

3.1.1 Contexto de la investigación

El tramo vial objeto de este estudio presenta un recorrido longitudinal total de 9.00 km; se encuentra en la provincia de San Martín, distrito de El Porvenir, iniciando en el empalme Nuevo San Juan y finalizando en el Sector Puerto Alegre.

Aspecto Político

Localidades	:	Nuevo San Juan, Sector Puerto Alegre.
Distrito	:	El Porvenir.
Provincia	:	San Martín.
Región	:	San Martín.

Aspecto Cartográfico

Lugar de inicio del tramo	:	Dv. San Juan
Coordenadas UTM	:	9310445.432N; 406354.318E
Altitud	:	147.50 msnm
Lugar final del tramo	:	Sector Puerto Alegre
Coordenadas UTM	:	9316838.420N; 402603.475E
Altitud	:	129.51 msnm

El área de trabajo cuenta con importantes vías terrestres como la carretera departamental SM-105 que conduce a la Autopista Fernando Belaunde Terry en Emp. PE-5NB (Pongo de Caynarachi), que conecta los distritos de El Porvenir, Papaplaya por el lado norte con los distritos de Yurimaguas, Tarapoto, Moyobamba, Pardo Miguel, Bagua, Chiclayo; estas se conectan por medio de la Carretera Panamericana Norte-Sur; Ciudades como La Vista, Juan Rey, Tokas, Tingo María, Huánuco. Además, esta vía de Chiclayo hasta Tarapoto está pavimentada, algunos tramos se encuentran en nivel afirmado y la mayoría con tramos críticos por condiciones geológicas. En definitiva, se puede afirmar que se tienen dos caminos que conducen al pueblo de Nuevo San Juan:

Lima - Chiclayo - Olmos - Bagua - Moyobamba - Tarapoto - Emp. PE-5NB (Pongo de Caynarachi) (1.538 km) Utilizar la Carretera Panamericana Norte, después la Carretera

Fernando Belaunde Terry, unas 22 a 26 horas en bus, a nivel pavimentado, luego la Vía Sector SM -105 hasta el punto de partida del estudio (62,30 km), la duración es de 01 horas y 5 minutos.

Para los viajes aéreos, el aeropuerto de Tarapoto cuenta con viajes de nivel nacional, en el cual transitan aeronaves de alta capacidad y baja capacidad (aviones pequeños). Este es un vuelo de 1 hora 10 minutos y luego tomar la Carretera Fernando Belaúnde Terry hasta Emp. La PE-5NB (Pongo de Caynarachi) (61,50 km) tiene un tiempo de viaje de 01 horas 27 minutos, luego la carretera provincial SM-105 hasta el inicio del estudio (62,30 kilómetros) con una duración de 01 horas 5 minutos.



Figura 4. Mapa político del Perú.

Fuente: INEI



Figura 5. Mapa del departamento de San Martín.
Fuente: INEI

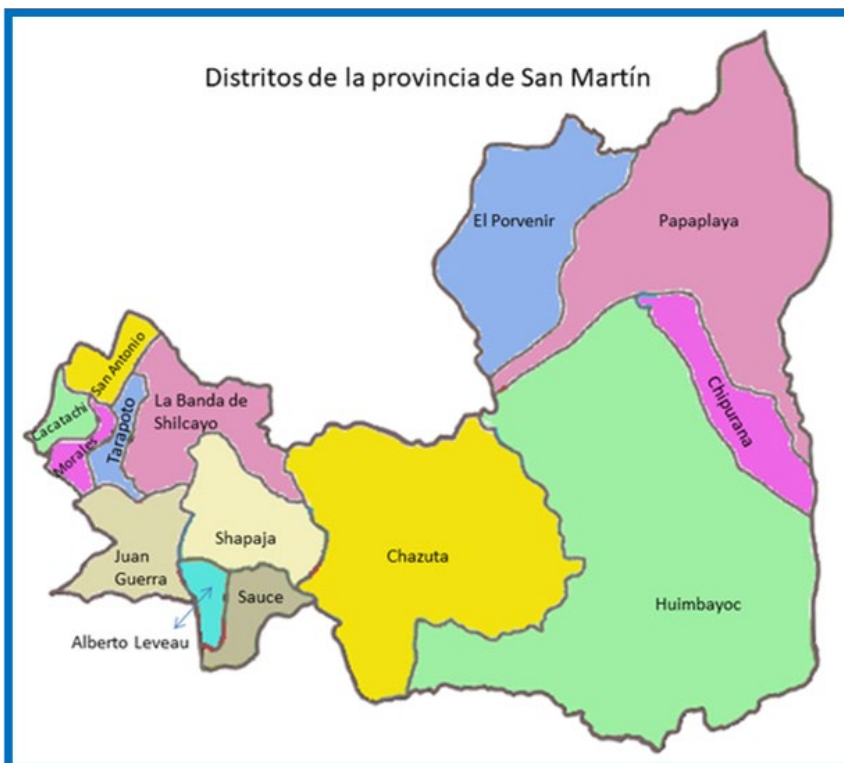


Figura 6. Mapa de la provincia de San Martín y sus distritos.
Fuente: INEI

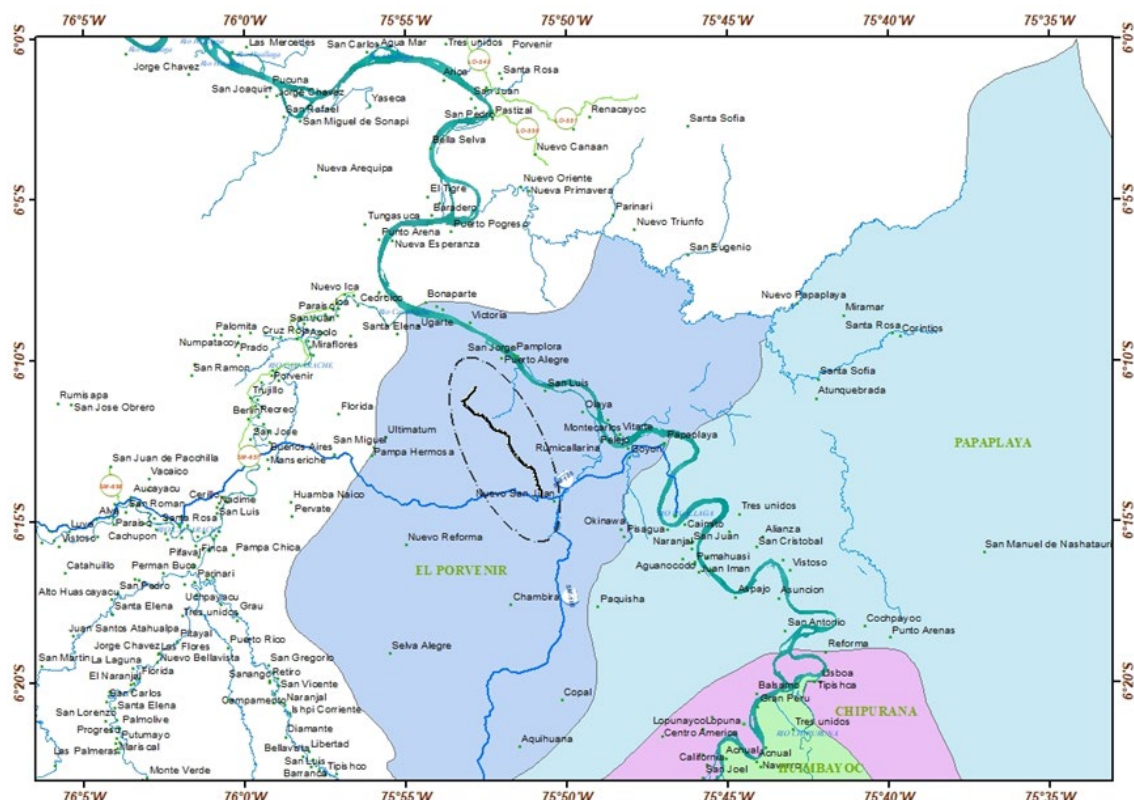


Figura 7. Ubicación del proyecto.

Fuente: INEI

Vías de acceso

El camino cuenta con el siguiente acceso:

- Partiendo desde la ciudad de Tarapoto, desplazándonos en dirección sur hacia el norte (Ruta Departamental PE-5NB), por una vía asfaltada, una distancia de 61.50 km. en un tiempo de 01 hora 27 minutos, luego se recorre la vía departamental SM-105 hasta el punto de inicio del estudio (62.30 Km.) con una duración de 01 hora 5 minutos.

En la tabla se muestra las distancias que se pueden referenciar entre ambas localidades; iniciando desde Tarapoto son:

Tabla 18
Rutas y accesos a la zona del proyecto

Localidad		Categoría de Vía	Nivel de Transitabilidad	Distancia	
Desde	Hacia			Km	Tiempo
Tarapoto	Pongo de Caynarachi	Ruta Nacional PE-5NB	Asfaltado -Buena	61.50	87'
Pongo de Caynarachi	Dv. Nuevo San Juan	Ruta Departamental SM-105	TSB - Buena	62.30	65'
TOTAL				123.80	152'

Nota: Elaboración Propia

Aspectos climáticos

El Porvenir tiene un clima predominante de sabana. Todos los meses son calurosos, ya sea en temporada seca o lluviosa. El Porvenir tiene una temperatura y precipitación media anual de 23° y 16 mm respectivamente. El 92% del año no llueve, 77% es la media de la humedad y 6 es el índice UV.

La época propicia para viajar al distrito de El Porvenir, está entre diciembre y enero, cuando el clima es favorable con poca o ninguna precipitación. La temperatura máxima promedio en El Porvenir es de 26°C en febrero y 21°C en julio. Temperatura del agua entre 17°C y 24°C

Área de influencia

Al concluir la presente investigación, permitió repercutir en el crecimiento social y económico como cultura de los centros densamente poblados de San Juan des Penza y El Porvenir.

Población beneficiaria

Tabla 19

Cálculo de la tasa de crecimiento intercensal del Distrito de El Porvenir

Características de la Población Censo 2007 Distrito El Porvenir		
	Total	2062
	Urbana	1041
	Rural	1021
Población	Hombres	1152
	Mujeres	910
	Habitantes ≥ 15 años	1216
	% Habitantes ≥ 15 años	58.97%

Fuente: INEI-Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda

Características de la Población Censo 2007 Distrito El Porvenir		
	Total	2453
	Urbana	1750
	Rural	703
Población	Hombres	1338
	Mujeres	1115
	Habitantes ≥ 15 años	1216
	% Habitantes ≥ 15 años	60.38%

Fuente: INEI-Censos Nacionales 2007: XII de Población y VII de Vivienda

Condiciones económicas

Solo existen 03 estaciones de saneamiento dentro del espacio de repercusión del proyecto, y el acceso entre comunidades es difícil debido a las malas condiciones de los caminos locales.

Tabla 20
Establecimientos de Salud de MINSA

Nombre del establecimiento	Clasificación	Categoría	QUINTIL
Nuevo San Juan	Puestos de salud o postas de salud	I-1	II
Pelejo	Puestos de salud o postas de salud	I-1	II
Hospital Rural De Papaplaya	Centro de salud o centros médicos	I-3	II

Nota: MINSA

Características Socioeconómicas

La población beneficiada se encuentra constituida por todos los habitantes de las localidades que atraviesan la carretera en estudio del distrito de El Porvenir. la cual teniendo como base el Censo del 2017 y proyectado al año 2020 llega a 1,447 habitantes.

Tabla 21
Características sociodemográficas

Población Área de Influencia Directa				Población (habitantes)			
Centro Poblado	Distr.	Prov.	Dpto.	Censo			
				2017	2018	2019	2020
Nuevo San Juan	El Porvenir	San Martín	San Martín	1,284	1,306	1,329	1,353
Puerto Alegre				85	86	88	90
Despensa				5	5	5	5
				1,374	1,398	1,423	1,447
TC anual del distrito de El Porvenir				1.75%			

Fuente: INEI-Censos Nacionales 2007: XII de Población y VII de Vivienda

Tabla 22
Características de población y vivienda del área de influencia

Distrito El Porvenir – RURAL	POBLACIÓN	
Sí, se encuentra afiliado a algún seguro	1 949	79%
No se encuentra afiliado a ningún seguro	353	14%
Sí asiste a algún colegio, instituto o universidad	855	38%
No asiste a algún colegio, instituto o universidad	1406	62%
De 15 a más años (en edad de trabajar)	1481	60%
MATERIAL PREDOMINANTE EN LAS PAREDES	N° de Vivienda	
Ladrillo o bloque de cemento	107	18%
Adobe	2	0.33%
Quincha (caña con barro)	1	0.17%
Piedra con barro	2	0.33%
Madera (pona, tornillo etc.)	90	81%
Triplay / calamina / estera	2	0.33%
TIPO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	N° de Vivienda	
Red pública dentro de la vivienda	349	58%
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	59	10%
Pilón o pileta de uso público	5	0.83%
Pozo (agua subterránea)	40	7%
Manantial o puquio	25	4%
Río, acequia, lago, laguna	126	21%
TIPO DE ABASTECIMIENTO DE DESAGÜE	N° de Vivienda	
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	20	3%
Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la	3	0.5%
Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	72	12%
Letrina (con tratamiento)	85	14%
Pozo ciego o negro	364	60%
Río, acequia, canal o similar	4	0.66%
Campo abierto o al aire libre	54	9%
Otro	2	0.33%
ACCESO A ENERGÍA ELÉCTRICA	N° de Vivienda	
Sí tiene alumbrado eléctrico	518	86%
No tiene alumbrado eléctrico	86	14%

Nota: INEI – Censo 2017.

Tabla 23
Características de ocupación laboral del área de influencia

Distrito El Porvenir – Rural		
¿CUÁL ES LA OCUPACIÓN PRINCIPAL?		
Miembros del Poder Ejecutivo, Legislativo, Judicial y personal directivo de la	4	0.4%
Profesionales científicos e intelectuales	25	2.7%
Profesionales técnicos	11	1.2%
Jefes y empleados administrativos	16	1.8%
Trabajadores de los servicios y vendedores de comercios y mercados	52	5.7%
Agricultores y trabajadores calificados agropecuarios, forestales y pesqueros	348	38.1%
Trabajadores de la construcción, edificación, productos artesanales, electricidad	31	3.4%
Operadores de maquinaria industrial, ensambladores y conductores de	12	1.3%
Ocupaciones elementales	403	44.1%
Ocupaciones militares y policiales	12	1.3%
¿A QUÉ ACTIVIDAD SE DEDICÓ EL NEGOCIO?		
A. Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	705	77.1%
B. Explotación de minas y canteras	1	0.1%
C. Industrias manufactureras	17	1.8%
D. Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	0	0.0%
E. Suministro de agua; evacuación de aguas residuales, gestión de desechos y	0	0.0%
F. Construcción	30	3.3%
G. Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y	47	5.1%
H. Transporte y almacenamiento	5	0.6%
I. Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	18	2.0%
J. Información y comunicaciones	3	0.3%
K. Actividades financieras y de seguros	0	0.0%
L. Actividades inmobiliarias	0	0.0%
M. Actividades profesionales, científicas y técnicas	10	1.1%
N. Actividades de servicios administrativos y de apoyo	4	0.4%
O. Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación	28	3.1%
P. Enseñanza	25	2.7%
Q. Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social	5	0.6%
R. Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas	1	0.1%
S. Otras actividades de servicios	8	0.9%
T. Actividades de los hogares como empleadores; actividades no diferenciadas	7	0.8%
U. Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales	0	0.0%
EN SU CENTRO DE TRABAJO SE DESEMPEÑÓ COMO:		
Empleador(a) o patrono(a)	12	1.8%
Trabajador(a) independiente o por cuenta propia	364	54.0%
Empleado(a)	59	8.7%
Obrero(a)	232	34.4%
Trabajador(a) en negocio de un familiar	6	0.9%
Trabajador(a) del hogar	1	0.2%

Nota: INEI – Censo 2017.

Del cuadro anterior se concluye que, la actividad económica que más sobresale del área de impacto es la Agricultura con 77% de participación, seguido de ocupaciones elementales con un 44%. Y el 54% es trabajador independiente o por cuenta propia (dueños de sus parcelas).

Teniendo como base de su economía las agriculturas y ser dueños de sus propias parcelas, es necesario mejorar las condiciones de conectividad para la movilidad de sus productos hasta los mercados locales como Pongo de Caynarachi, Barranquita, Pelejo y Tarapoto.

Actividades principales y posición socioeconómica

Dentro del ámbito de impacto que tiene el proyecto en este territorio; siendo sus actividades más sobresalientes la agricultura, ganadería, caza de animales silvestres y la pesca artesanal para poder subsistir. Los principales productos de agrícolas en El Porvenir tenemos el maíz, cacao, café y plátano. En los que respeta a la crianza de animales bovinos, porcinos, ovinos y caprinos; de igual manera, crianza de animales de corral como gallinas, patos y pavos.

Estos productos pueden verse en los comercios locales como mercados y bodegas de localidades cercanas y de la región, y unas pocas personas poseen la mayor parte de la tierra y el ganado, la producción les da la capacidad de cubrir con los altos precios de transporte que involucra llevar el producto a los mercados locales. Sin embargo, la mayor parte de la producción es para uso propio, la falta de vías accesibles les facilita trasladar sus mercaderías de consumo, intercambiando sus productos a través del trueque y la comercialización mínima, esta falencia se pudo mejorar por mejo del desarrollo del proyecto de superación.

En cuanto a la jerarquización social, estas se relacionan con la posesión de los medios que les facilita la producción, la empleabilidad e ingresos, que provienen de un nivel de vida en específico, y la población que obtiene las necesidades básicas de la sociedad.

3.1.2 Periodo de ejecución

En el año 2022

3.1.3 Autorizaciones y permisos

Se tuvo el permiso correspondiente del Distrito El Porvenir, Provincia de San Martín, Región San Martín

3.1.4 Control ambiental y protocolos de bioseguridad

Para el desarrollo del estudio se tuvo en consideración los protocolos de bioseguridad con el objetivo de evitar contagios por algún tipo de enfermedad; asimismo, se empleó materiales que no tengan impacto en el medio ambiente; es decir, se buscó en todo momento el cuidado y protección de la naturaleza.

3.1.5 Aplicación de principios éticos internacionales

En el desarrollo del estudio se siguieron los lineamientos de la UNSM-Tarapoto, con el objetivo de llevar un adecuado estudio.

3.2. Sistema de variables

Con la intención de corroborar la hipótesis propuesta se utilizó un sistema de variables definido de la siguiente forma: la variable independiente se denota con la letra "X" y la variable dependiente se denota con la letra "Y"

3.2.1 Variables principales

X: Infraestructura vial existente actualmente en el tramo.

3.2.2 Variables secundarias

Y: Estudio definitivo del camino vecinal tramo: SM-105- desvío Nuevo San Juan Sector Puerto Alegre en el distrito El Porvenir.

3.3 Procedimientos de la investigación

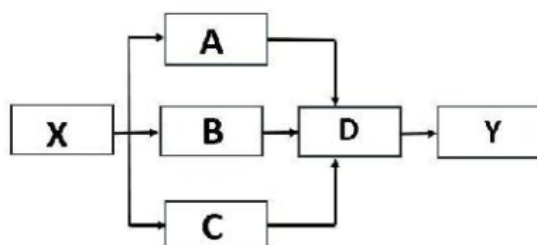
Tipo de investigación

Aplicativa

Nivel de investigación

Básico

Diseño de investigación



Donde:

X= Situación actual del problema que requiere la intervención del estudio.

A: Aplicación de estudio socio – económico para conocer la necesidad

B: Estudios de ingeniería para levantar la información requerida

C: Estudios especiales para complementar la información

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

Y: Resultado de la intervención que presenta la alternativa de solución del estudio definitivo.

Población

- Carreteras y caminos de la región San Martín

Muestra

- Camino vecinal Tramo: SM-105- Desvío Nuevo San Juan Sector Puerto Alegre en el Distrito el Porvenir.

Instrumentos

Se utilizaron levantamientos topográficos de caminos vecinales para desarrollar planos, perfiles y secciones del tramo vial estudiado.

Las evidencias compiladas de los estudios de suelo y cantera de campo se sometieron a diferentes tipos de pruebas en instalaciones de laboratorio de suelo, hormigón y asfalto.

Fuentes técnicas**- Técnica**

En lo que respecta al estudio, tanto por la toma de datos en campo y el procesamiento de la misma en gabinete, se empleó métodos observacionales, analíticas, aplicadas y de manejo de la información.

Por otro lado, para la evaluación bibliográfica se utilizaron: Libros, tesis y otras investigaciones de la biblioteca profesional FICA-UNSM; así mismo se recurrió a libros y otras investigaciones profesionales privadas. Finalmente se utilizó la biblioteca virtual con la que cuenta la universidad con la intención de contar con las

evidencias teóricas verídicas y que sustenten la investigación; y sirva para estudios semejantes dentro de este ámbito.

- **Instrumentos**

La topografía se utiliza para levantamientos topográficos de caminos vecinales, que sirvieron para elaborar planos del tramo vial estudiado. Por lo que las evidencias obtenidas sobre el suelo y cantera de campo se sometieron a diferentes tipos de pruebas, que se llevaron a cabo en laboratorios de suelo y hormigón.

Datos: procesamiento y presentación

- **Procesamiento**

Estos se adquirieron tanto en el lugar como el laboratorio; los cuales se procesaron en la oficina y se realizaron en lineamiento a las normativas técnicas de diseño de las vías peruanas y haciendo uso de las fórmulas estadísticas apropiadas para obtener resultados satisfactorios; sobre todo sean los suficientemente efectivos para que no se tengan complicaciones.

- **Presentación**

Los resultados obtenidos se presentaron secuencialmente y, en caso de ser necesario, se elaboraron tablas resumen para hacer más clara la investigación.

Análisis e interpretación de datos y resultados

El proceso utilizado en la investigación socioeconómica incluye la utilización de los recursos de producción agropecuaria existentes en el sitio, la población beneficiaria, la presencia de I.E, centros de salud, etc., efectuando los cuadros correspondientes.

Dicha evaluación se realizó por medio del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito aprobado por Resolución Ministerial N° 303-2008-MTC/02 el 04 de abril de 2008, junto con una explicación de los diferentes ensayos a realizar, utilizando la norma ASTM estándares.

La metodología a emplear para el dimensionamiento de la carpeta de pavimento fue desarrollada por la *United States Army Corps of Engineers* o por sus siglas en inglés USACE, los mismos que usamos para determinar las dimensiones de las carreteras sin pavimentar.

Para estudios hidrológicos, se utiliza un método de fórmula racional para determinar el caudal (directo o medido).

Información del Proyecto: Diseño Obtenido

- Secciones Transversales

Considerando la velocidad directriz de diseño, la sección transversal que se optó en el diseño se puede destacar que al borde del talud y adyacente a la calzada estará la cuneta de forma directa.

- Perfil longitudinal

- ✓ Perfil Longitudinal Existente y Propuesto: En el caso de las obras de mejora y movilidad, el talud propuesto se adaptó en gran medida a la forma que tiene el terreno.
- ✓ Pendientes: Se tuvo que minimizar en gran medida la pendiente en ciertas curvas verticales; por lo que se vio conveniente hacer cortes en el espacio en un intento de moldearlos a las cantidades requeridas por las normativas locales de diseño de vías; y se mitiguen errores que pueden ser requeridos de algún tipo de sanción por las entidades responsables de ello.

- Criterio General de Aplicación

Considere en la medida de lo posible las características técnicas de las carreteras existentes, como el radio mínimo, el diseño y el espacio libre de las construcciones de drenaje que existen.

En lo que concierne a la velocidad de diseño; ha sido seleccionada teniendo en consideración a las cualidades que tiene el espacio y los requerimientos de prevenir movimientos excesivos de suelo y mantener ambientes seguros al diseñar un tramo en específico de carretera. En nuestro tramo, el terreno del tramo de desarrollo vial cercano: SM-105- Desvío Nuevo San Juan, Sector Puerto Alegre en la comuna de El Porvenir, corresponde al terreno ondulado y por lo tanto cumple con las normas viales de diseño peruano, la velocidad utilizada es 25.00 – 35.00 KPH.

Teniendo:

Categoría	:	3° clase
Longitud	:	9.00 km
Ancho de Superficie de rodadura	:	4.00 m
Velocidad de diseño	:	25.00 – 35.00 KPH
Cunetas	:	1.00m x 0.50m
Sobrecancho	:	Según normativa
Peralte	:	Según normativa

Pendiente máxima	:	8.00%
Pendiente mínima	:	0.50%
Radio máximo	:	250.00 m
Radio mínimo	:	15.00 m
Radio excepcional	:	10.00 m
Curvas verticales	:	Según normativa
Talud de Corte (H:V)	:	3:1
Talud de Relleno (H:V)	:	1:1.5
Bombeo	:	3.00%

Excepciones

La velocidad de diseño o directriz para este tramo es de 30 km/h (KPH), sin algunas particularidades permitidas.

Alineamiento horizontal

Esta alineación siempre admitirá mantener la velocidad diseño. No hay variaciones del recorrido de la carretera, por lo que todo el tramo debe considerarse una mejora sobre el estado actual de la carretera.

Curvas Horizontales

- Radios Mínimos Normales

De acuerdo con los criterios de diseño se consideró los siguientes radios:

Mínimo normal de 15.00 metros

Mínimo excepcional de 12.00 metros

No obstante, se consideró radio mínimo para este proyecto de 22.00 metros

- Homogeneidad del Trazo

Alineaciones con idénticas condiciones de diseño. Evite cambios repentinos en la alineación tanto como sea posible. Tenga en consideración que los tramos rectos o de tangente prolongas entrelaza con las curvas suaves, mientras que curvas cortas y pronunciadas no se conectarán con curvas largas con curvatura pequeña. En esta zona, la pendiente es una de las mayores dificultades en vista de la alineación horizontal se rige por el estándar de pendiente máxima.

- Desarrollo de Curvas

Los lineamientos empleados en la concesión de curvas; es que cuenten con un desarrollo máximo posible así también con una cantidad máxima de la pendiente admisible disuadiendo en una misma pendiente varias continuas.

- **Peraltes y Sobre Anchos**

El objetivo de la utilización de peraltes es hacer frente a la actividad de la fuerza centrífuga; al misma que hace que un vehículo al entrar a una curva este se salga del su carril, por lo que la sección transversal de una curva horizontal tiene que poseer una inclinación para evitar existan daños. El peralto en un radio mínimo puede ser:

- Normal = 7% de peralte.
- Excepcional = 10% de peralte

Para el sobreancho, su valor puede variar de acuerdo con la clase de automóviles, radio de curvatura y velocidad de diseño. Los máximos sobreanchos pueden ser: 1.60m y 0.30m, según normativa.

Sección transversal

- **Calzada**

En la sección transversal, la dimensión de la calzada de la carretera estimada es la suma del largo transversal del pavimento, el ancho de la berma y las curvas añadidas por el ensanchamiento. El ancho del pavimento es suficiente para adoptar la clase y el aforo de tráfico anticipado y la velocidad de diseño propuesta.

- **Taludes**

Las pendientes laterales y las inversiones varían ampliamente debido a la ubicación geográfica y el tipo de materiales existentes, los planos inclinados y terminados tienen una apariencia atractiva y son más económicos de construir y mantener, utilizando los siguientes parámetros:

Taludes para corte:

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

Taludes para relleno:

Enrocados	1:1
Terrenos varios	1:1.5

- **Detalles de secciones transversales**

Si durante la ejecución se deban que retirar los desmontes, se deberá implementar un mayor ancho en la plataforma del terraplén inmediato con un talud de relleno mejorado.

De ser necesario añadir material al terraplén constituido por material de préstamo, deberá ampliarse la sección transversal teniendo en cuenta originalmente el talud previsto.

Se acondicionan aceras para taludes de excavación superiores a 7 metros, y se acondicionan aceras para rellenos de taludes pronunciados para facilitar la compactación de la capa horizontal y evitar derrumbes.

Trazado del perfil longitudinal

- Perfil longitudinal planteado

Cada 500 metros se realiza la nivelación del eje durante el levantamiento, con un error de cierre permisible dada por la ecuación:

$$EP = 0.05K^{\frac{1}{2}}$$

Del mismo modo se ubicó cada 500 metros puntos para BM, priorizando lugares fijo que puedan servir de control.

- Pendientes

Los valores de las pendientes están bajo los lineamientos de las normativas peruanas vigentes para el diseño respectivo. Los valor de las pendientes serán:

Mínima = 0.50%

Máxima = 8.00%

Máxima = 10.00%

Sondeo de canteras

Cuando el EMS determine la cantera adecuada para emplear como material de préstamo para relleno, se realizará el cierre ambiental y se reforestará la cantera del cual se extrajo el material para crear la fundación del pavimento.

Metodología de trabajo a realizar

Para el estudio final de la mejora de los caminos vecinales se utilizaron metodologías de ingeniería establecidas y que de dichos estudios se realiza dos etapas: la primera etapa de campo y la segunda etapa de gabinete.

- Durante la etapa de campo

Se recopiló la información socioeconómica necesaria, la evaluación y el inventario de la carretera actual, la definición de la alineación final, el estudio topográfico de la carretera, incluida la ubicación de la alineación, el grado, la sección y los hitos específicos de Brench Mark, los estudios de ubicación y la evaluación de los

diseños artísticos a lo largo de la carretera. Preparación de pozos de prueba. para estudios de mecánica de suelos y estudios de impacto ambiental.

Estudio de mecánica de suelos

Para el análisis mecánico de los suelos se hizo uso de los siguiente:

1. En campo, los sondeos se realizan mediante la construcción de calicatas o pozos exploratorios cada 500 metros a cielo abierto, al igual que los realizados de manera manual, los que contaron con profundidades que van desde los (0 metro hasta los 1,2 metros). En estos pozos se obtuvieron muestras inalteradas según las modificaciones estratigráficos ya presentes en el territorio; y que fueron detalladas por medio de fichas indicando la ubicación, cantidad de muestras y profundidad; las mismas que fueron depositadas en bolsas de polietileno para que puedan ser movilizadas hasta el laboratorio. A lo largo del análisis de campo se obtuvo el espesor de capa del subsuelo, sus particularidades de gradación y el estado de compactación de cada material.
2. En cada uno de los tajos realizados, se llevó a cabo un muestreo sistemático del suelo y se recogieron distintas muestras para la evaluación de laboratorio correspondientes.
3. En el laboratorio se procesaron los prototipos recogidos y se realizaron los diferentes estudios necesarios.

Suelos dominados por tipo (CL), es decir, arcillosos inorgánicos, arcillosos limosos de plasticidad media a baja, de tono marrón oscuro; todo esto aparece en el estudio de suelos adjunto.

- **Ubicación de calicatas**

Estas fueron ubicadas cada 500 m de distancia

- **Sondeo de suelos y ensayos realizados**

En cada sondaje realizado se muestrearon sistemáticamente las distintas capas que constituyen la subrasante de la vía en examinación. Las muestras recolectadas insitu son trasladadas al laboratorio para su procesamiento para la realización de diversidad de ensayos, donde sus resultados se detallan en el Anexo 01, los cuales están relacionados con la determinación de CBR, índice de humedad, densidad, índice plástico, límite líquido, límite de plasticidad y granulometría.

- **Capacidad Portante**

Para estimar la facultad portante del terraplén de tierra se realizaron ensayos C.B.R, tomando muestras del fondo del tajo, y se realizaron un total de 9 ensayos, en resumen, cada 1000 m a lo largo de todo el recorrido.

Los valores de CBR obtenidos en cada tajo, expresados en porcentaje, se detallan en el Anexo 01 Resultados y Estudios de Suelo.

En base a los valores de C.B.R obtenidos de las pruebas, la mejora de las carreteras locales no supone un mayor peligro en cuanto a su aforo de carga. Estos valores se justificaron determinando los elementos físico-mecánicas del suelo recopilado en cada uno de los pozos exploratorios, los cuales fueron introducidos a los distintos ensayos que se indican en los siguientes ítems.

Un dato que cabe expresar es lo expuesto por el autor del libro Calles y Aeropistas, Ing. Raúl Valles Rodas, donde manifestó que observó la siguiente relación entre inflación y valor de CBR, así:

- **Ensayos de laboratorio efectuados**

El material obtenido en cada sondaje, que ha sido ensayado y ensayado de forma diferente determinando los respectivos ensayos para que resulte ser el mismo:

Ensayo de Limite Liquido: 09 ensayos, según el método (ASTM D - 423)

Ensayo de Limite Plástico: 09 ensayos, según el método (ASTM D - 424)

Análisis Granulométrico por tamizado: 09 ensayos, según el método (ASTM O - 131)

Contenido de Humedad Natural: 09 ensayos, según el método (ASTM D - 1557)

Ensayo de Proctor Modificado: 09 ensayos, según el método (ASTM D - 1557)

Ensayo de C.B.R Valor Soportante relativo: 05 ensayos, según el método (ASTM O - 1883).

Posterior a las pruebas de laboratorio, corroboradas con muestras obtenidas en el campo, la relación correspondiente se acerca mucho a los estándares normativos recomendados:

- ✓ Sistema de clasificación de suelos según la norma (ASTM D - 2448)
- ✓ Sistema unificado de clasificación de suelos según la norma (ASTM D - 2448)

- **Tipos de suelos que conforman la subrasante**

En los diversos tajos realizados a lo largo de caminos vecinales se identificaron los tipos de suelos que constituyen la plataforma a perfeccionar. Esta diversidad de suelos se determinó con base en pruebas y pruebas de mecánica de suelos realizadas en cada muestra de cada pozo de prueba.

- **Perfil estratigráfico**

Sección estratigráfica longitudinal del tramo vial vecinal: SM-105-Variante Nuevo San Juan, Sector Puerto Alegre en el distrito El Porvenir, provincia San Martín, región San Martín, mostrando todos los tipos de suelos que componen la diferente vialidad estratigráfica.

En las calicatas perforadas, no se logró el nivel de la capa freática.

Diseño del pavimento

Los métodos empleados en el trabajo se consideraron los factores igualmente fundamentales a la hora de decidir el tipo de estructura a utilizar, especialmente por su implicancia en los aspectos económicos del índice de relevancia de la vía. Asimismo, por ser una vía de Clase 4 con características de vía vecinal y poco flujo vehicular, en la elaboración de la estructuración del pavimento se considerará en primer lugar el estándar mínimo de transitabilidad.

Además, se ha utilizado el USAGE, Dimensiones para Carreteras Pavimentadas, que considera el uso de una capa de recursos granular con un poco de plasticidad, mientras cumple su rol como capa superficial, lo cual facilita tener un adecuado porcentaje de servicio; es decir, debe ser de 5 años según el diseño.

Las capas granulares pueden construirse con materiales de calidad (sub-base o base) de acuerdo con la facultad que tenga para soportar (CBR). Las curvas también están diseñadas en función a USAGE, donde da a conocer cuales son los valores del espesor que debe de contar la capa superficial de partículas:

1. EL valor soporte california (C.B.R) del suelo de subrasante.
2. La intensidad del tráfico en número de ejes simples, equivalente al eje estándar de 18 000 libras de carga, en un periodo de diseño (N18).

Otro de los elementos tomados en cuenta por el método que se ha propuesto está vinculado con la calidad de los recursos empleados. Por lo que, corroborar el CBR que debe de tener la capa de pavimento debe ser en función al volumen de tráfico de CBR de la subrasante y el espesor que se requiere.

Estudio Hidrológico e Hidráulico

- Obras de Drenaje

Los proyectos de drenaje se implantan en cursos naturales de agua o también en los arroyos secos, donde el eje relativo a la vía carrozable haya sido estimado por evaluación del lugar (descrito en los planos)

Por lo que el diseño hidráulico está destinado a suministrar un drenaje óptimo y rentable para que los flujos que se busca que pasen por medio de él a lo largo de su vida útil; sin que se produzcan daños irreparables para la arquitectura de las vías o la propiedad circundante.

Para el diseño hidráulico de estos, se calculó el caudal a través del cañón utilizando el método de la pendiente de la sección directa, como tal, para brindar a los habitantes de la zona información sobre los niveles de agua alcanzados durante los períodos de alta precipitación.

- **Diseño Hidráulico de Alcantarillas Circulares**

El diseño hidráulico de alcantarillas circulares se ejecuta por la técnica directo o método topográfico haciendo uso del Manual de Alcantarillas ARMCO.

- **Diseño Hidráulico de Obras de Arte**

Se encontró la causa del flujo permanente de agua a lo largo de la vía, existiendo indicios de que hubo un período de retorno considerable durante la época de lluvias, y se activaron las cunetas existentes a lo largo de la vía. Así, obras de cruce (alcantarillas) y trabajos de relieve (zanjas), su determinación va a depender de los rasgos de caudal, topografía y economía de la obra.

Actualmente no cuentan con alcantarillado, en cambio tienen puentes de madera en mal estado, lo cual es un riesgo para las personas.

Estudio de Impacto Ambiental

La evaluación de impacto ambiental del desvío SM-105-Nuevo San Juan, Sector Puerto Alegre, Distrito El Porvenir, Provincia de San Martín, Región San Martín, se realizó en el marco de las normas ambientales prescritas para la rehabilitación y mejoramiento de caminos vecinales.

El estudio de impacto ambiental fue ejecutado considerando la siguiente secuencia de actividades:

- ✓ Descripción del proyecto: Incluye el análisis del diseño, proceso y actividades de un proyecto, tanto en mejora como en operación.
- ✓ Evaluación Sistemática: Incluye la caracterización ambiental de las zonas por las que pasan los caminos vecinales y su rango de influencia mediante la identificación de los componentes ambientales de los caminos vecinales.
- ✓ Análisis Ambiental: Incluye la identificación y evaluación de posibles cambios debido a obras de mejora y su impacto en los parámetros ambientales.

- ✓ Gestión Ambiental: Se establece en el marco de las leyes y reglamentos existentes y es responsabilidad del organismo competente. En este sentido, se especifican las acciones desarrolladas en el marco del plan de manejo ambiental.

El estudio se detalla en el ítem IV Resultados y Anexo N°12

3.3.1 Objetivo específico 1

O1: Elaborar el estudio socio – económico y cultural de las comunidades que se encuentran en el área de influencia del proyecto

3.3.2 Objetivo específico 2

O2: Elaborar los estudios de ingeniería.

3.3.3 Objetivo específico 3

O3: Diseñar el pavimento

3.3.4 Objetivo específico 4

O4: Valorizar económicamente los recursos utilizados y los beneficios que se deriven luego de su ejecución.

3.3.5 Objetivo específico 5

O5: Efectuar los estudios de impacto ambiental

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con las necesidades del estudio, fue importante la evaluación de las características general y técnicas de los caminos vecinales, para lo cual, se ha empleado una ficha de observaciones que ha captado aspecto importante de la investigación, por otro lado, en el presentado apartado, también se ha mostrado una serie de información que fue necesaria mostrarlo, para identificar de manera clara, cada uno de los elementos estimados. La información obtenida se ha evidenciado en las siguientes tablas y figuras.

4.1 Resultado específico 1

Características generales

Tabla 24

Características técnicas del camino vecinal mejorado

Longitud	9.00 Km
Clasificación según IMDAa	T1 (16<IMD<= 50 veh.)
Clasificación según función	Camino Vecinal
Clasificación según relieve	Carretera en terreno ondulado.
Clasificación según tipo de Demanda	Carretera de 3ra clase.
Clasificación según alternativa de solución	Mejoramiento del terreno que consisten en 20 cm espesor de material afirmado, en la cual la subrasante (terreno natural) será mejorado con procesos de compactación. Se busca mejorar las condiciones existentes para una adecuada transitabilidad durante todos los meses del año.
Velocidad directriz	30.00 Km/h
Radio mínimo	25.00 metros
Radio mínimo excepcional	15.00 metros
Ancho de plataforma	4.50 metros
Pendiente longitudinal máxima	10.00%, No exceder 180.00 metros.
Bombeo	3.00%
Cunetas triangulares	✓ El terreno presenta pendientes longitudinales menores del 4%, por lo cual se propone cunetas sin revestimiento (suelo adecuado)

Nota: Elaboración propia

Generalidades

El Diseño Geométrico, según el manual de diseño para carreteras no pavimentadas de bajo volúmenes de tránsito del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se adaptó a las actuales condiciones de topografía y trazo, esto debido a que la vía está definida por su antigüedad y uso.

La carretera cuenta con más de 21 años en funcionamiento, por lo que su trazo geométrico se mantendrá, no obstante, se validará la velocidad de diseño y el IMD, ya que el diseño geométrico está en función de la velocidad de diseño o velocidad directriz escogida, la composición del tráfico y el flujo reunir las condiciones mínimas que permitan la circulación de un determinado tipo de vehículo o vehículo de diseño.

El estudio consistirá en dotar a la vía de una calzada de un carril con afirmado para los 9.00 kilómetros que comprende la carretera existente, y del Informe de Impacto Ambiental que está orientado a minimizar los impactos negativos que generará los trabajos de mejoramiento y construcción de la vía.

Clasificación de la vía

Según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2018), clasifica a las carreteras en dos grandes grupos:

- De acuerdo con la demanda.
- Según condiciones orográficas.

(a) En función con la demanda, las carreteras están clasificadas en:

1. AUTOPISTAS DE 1ERA CLASE

Son aquellas vías que superan los 6,000 vehículos/día (IMDA), presentan separación de carriles con una división en el centro con un ancho mínimo de 6.00 metros, en la que cada vía debe contar 2 o más carriles, con un mínimo de 3.60 metros de ancho, poseyendo entrada y salidas de vehículos con la finalidad controlar el flujo vehicular, no cuenta con pasos peatonales ni puentes para peatones en áreas urbanas. Las superficies de rodadura deben estar pavimentadas.

2. AUTOPISTAS DE 2DA CLASE

Son aquellas vías en el orden de entre $6,000 > \text{IMDA} > 4,001$ vehículos/día, presentan separación de carriles con una división en el centro con un ancho entre 6.00 metros y 1.00 metro, en el cual se optará por la instalación de sistema de contención para vehículos, en tal sentido habrá carriles con un ancho mínimo de 3.60 metros y poseer entrada y salida de vehículos con la finalidad de controlar el flujo vehicular, pueden contar con pasos vehiculares o peatonales, así como puentes para peatones en áreas urbanas. Las superficies de rodadura deben estar pavimentadas.

3. CARRETERAS DE 1ERA CLASE

Son aquellas vías en el orden de entre $4,000 > \text{IMDA} > 2,001$ vehículos/día y que tienen 2 carriles y además poseen 3.60 metros de ancho mínimo. Puede contar con pasos de vehículos o contar con pasos a nivel; para

zonas urbanas la recomendación son puentes peatonales o se puede emplear otros mecanismos de seguridad vial para aumentar la velocidad y la seguridad de operación. Las superficies de rodadura deben estar pavimentadas.

4. CARRETERAS DE 2DA CLASE

Son aquellas vías en el orden de entre 2,000 > IMDA > 400 vehículos/día y que tienen 2 carriles y además poseen 3.30 metros de ancho mínimo. Puede contar con pasos de vehículos o contar con pasos a nivel; para zonas urbanas la recomendación son puentes peatonales o se puede emplear otros mecanismos de seguridad vial para aumentar la velocidad y la seguridad de operación. Las superficies de rodadura deben estar pavimentadas.

5. CARRETERAS DE 3ERA CLASE

Son aquellas vías que son menores a 400 vehículos/día (IMDA), que tienen 2 carriles y además poseen 3.00 metros de ancho mínimo. Excepcionalmente pueden contar con carriles de 2.50 metros de ancho mínimo, para tal caso se brinda soporte técnico que corresponda.

Estos caminos se puede emplear soluciones básicas o soluciones económicas como comúnmente se los denomina, el cual puede contemplar aplicar estabilizadores de suelos, también se puede hacer empleo de alguna emulsión asfáltica y/o micro-pavimentos sobre superficies rodantes. En su tendido, deberá cumplir con las condiciones geométricas estipuladas por la vía secundaria.

6. TROCHAS CARROZABLES

Son aquellas vías usualmente inferiores a 200 vehículos/día (IMDA) y que su condición geométrica no son las características mínimas para una carretera. En estas vías la calzada o superficie de rodadura debe poseer 4.00 metros de ancho mínimo, a su vez contempla la construcción de zonas en las cuales esta dimensión es mayor, las cuales se denominan "plazoletas de intersección" y que estarán dispuestas cada 500 metros como mínimo. Estas vías pueden o no contar con una carpeta asfáltica, aunque usualmente no poseen.

Según condiciones orográficas en el Perú las carreteras se clasifican en:

1. TIPO N° 01: TERRENO PLANO

Su pendiente transversal (S) con respecto al eje de la vía está en el orden del $S \leq 10\%$ y su pendiente longitudinal (P) suele ser en el orden de $P < 3\%$, requiriendo mínimos movimientos de tierra para que su recorrido continuo y no presente mayores dificultades en la geometría de su trazo.

2. TIPO N° 02: TERRENO ONDULADO

Sus pendientes están en el orden de $50\% > S > 11\%$ y $6\% > P > 3\%$, requiriendo movimientos de tierra moderados el cual permitiría un recorrido recto, alternando con radios de curvas amplios.

3. TIPO N° 03: TERRENO ACCIDENTADO

Sus pendientes están en el orden de $100\% > S > 51\%$ y $8\% > P > 6\%$, por lo cual los movimientos de tierras son mayores, en consecuencia, optar por un adecuado trazo tendrá cierta dificultad.

4. TIPO N° 04: TERRENO ESCARPADO

Sus pendientes están en el orden de $S > 100\%$ y $P > 8\%$, por lo cual los movimientos de tierras en mucho mayor, en consecuencia, optar por un adecuado trazo tendrá mucha más dificultad.

De acuerdo con la demanda

Trocha carrozable, al ser una vía con menor de 200 vehículos/día.

Según Condiciones Orográficas

Carreteras de tipo N° 02 el cual permite que la velocidad de vehículos pesados sea aproximada a la velocidad de los vehículos livianos. La pendiente transversal con respecto al eje de la vía está en el orden del $50\% > S > 11\%$

Velocidad directriz

Se considera una velocidad de diseño o velocidad directriz con la finalidad de evadir movimientos de tierras excesivos, pero manteniendo condiciones seguras en el diseño geométrico de la vía.

Se adoptada una velocidad de diseño cuyas características geométricas relevantes permitan la seguridad del tránsito, por lo que el alineamiento tanto horizontal como vertical, los peraltes, distancias de visibilidad y otros varían según la velocidad directriz. De igual

manera, se restringirá el ancho de la vía, las bermas, el ensanchamiento, el radio de curvatura, etc.

Para este proyecto, considerando lo anterior y luego de varias corridas con otros valores, se decidió utilizar 30Kph para toda la vía, lo que viabilizó la ejecución de los trabajos de restauración y mantenimiento de este proyecto.

Derecho de vía

El derecho de vía es un espacio público angosto a lo largo de los bordes de las carreteras. Está delimitado por la autoridad competente en la intersección de cada eje de la vía y cada lado. Además de las zonas de seguridad necesarias y las estructuras de apoyo para las carreteras, los derechos de vía también contienen áreas necesarias para peatones, vehículos, drenaje, estabilización y apoyos para pendientes y plataformas de carreteras. También contienen señales de tráfico y paradas de transporte público. Las características adicionales incluyen áreas con distancias de visibilidad seguras para acomodar tanto a vehículos como a peatones. Fuera de estos requisitos, la publicidad comercial puede colocarse al aire libre sin restricciones.

Dimensión mínima para el ancho de derecho de vía

El ancho que se requiere mínimamente es de 16.00 metros y se considera la clasificación funcional de las vías de acuerdo con las descripciones indicadas por el Manual de Diseño Geométrico Vial del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) de Perú DG-2018, tal como se detalla en la tabla 25.

Tabla 25

Dimensión mínima para el ancho de derecho de vía

TIPO DE CARRETERA	MINIMO DESEABLE (m)	MINIMO ABSOLUTO (m)
Autopista de 1era Clase	50	40
Autopista de 2da Clase	40	30
Carretera de 1era Clase	30	25
Carretera de 2da Clase	24	20
Carretera de 3era Clase	20	16

* 10.00 m @ 8.00 m a cada lado de la vía con respecto al eje.

Nota: Elaboración propia

Franja de propiedad restringida

Es aquella franja en la cual se prohíbe y restringen la construcción permanente que puedan poner en riesgos la seguridad, el cual frecuentemente está relacionado con la visibilidad de

futuras ampliaciones de redes viales. La normativa DG-2018 establece esta zona restringida para vías Clase III. En este caso son 5.00 metros a cada lado de la vía con respecto al derecho de vía.

Procedimiento para la adquisición de propiedad para el derecho de vía público por parte del gobierno

La Ley General de Expropiación N° 27117, en consonancia con la Ley N° 27628, "Facilitación de las Adquisiciones", vigentes a la fecha, regula los procedimientos para que el gobierno garantice la forma adecuada de constituir el derecho de vía pública que se necesaria para la construcción de vías.

- Valuación

Las Leyes anteriormente mencionadas instauran los procedimientos y los parámetros para la valoración de la propiedad de terceros para ser adquiridos por el Gobierno, de forma total o parcial según se requiera.

- Registro nacional de la propiedad

Según la legislación vigente, las adquisiciones deben inscribirse en el registro de la propiedad que corresponda.

- Ejecución del derecho de vía

La restricción o restricciones para los derechos de vías se seguirá según cómo establezca el Registro de la Propiedad para el acatamiento de dicho trámite.

Mantenimiento rutinario y periódico del derecho de vía

Toda obra vial debe contener en su presupuesto el apartado de mantenimiento rutinario y periódico del derecho de vía, el cual contempla acciones como la limpieza y otros. Se ha visto, que el estado actúa, se ha preocupado en mejorar la infraestructura vial, como parte de los derechos establecidos en beneficio de la población. Asimismo, se ha dispuesto presupuesto considerable para desarrollar la infraestructura vial en el territorio peruano, no obstante, a la par se ha identificado diferentes problemas relacionados a la administración de los recursos públicos, cuya consecuencia ha traído retrasos o paralizaciones por lo cual, ha generado el prolongamiento o solicitud de aplazamiento de los tiempos de construcción, dejando a un lado, el cumplimiento de las metas presupuestales.

Alineamiento horizontal

La topografía del terreno en estudio, es determinante para el control de la velocidad de diseño y, por lo tanto, es el factor fundamental para que las diferentes características geométricas de este camino operen adecuadamente. En el caso del tramo en estudio, el terreno es ondulado, por lo que la topografía es un factor limitante que afecta los costos de investigación, mejoramiento y construcción de caminos.

Alineamiento horizontal existente

El alineamiento horizontal existente se ha desarrollado con tangentes cortas, curvas simples y curvas de volteo, esto por la misma condición topográfica del tramo en estudio; por lo tanto, se optó por mantener el alineamiento existente al trazo actual, por lo que el mejoramiento será sobre la vía ya consolidada, en consecuencia, esto significa tener presente el problema de las radios de curvaturas, las cuales serán menores al mínimo permitido. Dicho problema se corregirá en la etapa de mejoramiento de la vía.

Se puede detallar las consideraciones para el alineamiento horizontal optado:

- Aprovechamiento de la plataforma existente en la mayoría de su recorrido.
- La recomendación de otros estudios básicos: EMS, Geología, entre otros.
- Zonas en las cuales las características del suelo representan un reto para el mejoramiento del suelo o drenaje, se considerará a estos sectores como Zonas Críticas.

Radios de curvas horizontales

Radio mínimo de curva horizontal

Para la unión de dos tramos en tangente se empleará curvas simples o compuestas, las mismas que tienen un valor mínimo del radio de curva. Dicho radio mínimo, de acuerdo con la normativa vigente, se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 26

Radio mínimo de curva horizontal

Velocidad de diseño (Kph)	P máx%	Radio Mínimo (m)
30.00	4.00	25.00

Nota: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

Sobreecho de calzada para curvas horizontales

Para brindar una mejor condición de transitabilidad, se diseña un sobreecho en la calzada en curvas horizontales, el mismo que brinda al vehículo condiciones seguras cuando este esté en curva, ya que el vehículo requiere un ancho adicional para mantenerse en el carril, situación que difiere si este se encuentra en línea recta o tangente.

La tabla 27 detalla los sobreechos que se requiere para calzadas o superficies de rodadura de dos carriles.

Tabla 27

Valores de sobreechos para 2 de carriles

R	V = 30.00 KPH		V = 40.00 KPH		V = 50.00 KPH		V = 60.00 KPH		V = 70.00 KPH		V = 80.00 KPH	
	Calculado (m)	Recomendado (m)	Calculado (m)	Recomendado (m)	Calculado (m)	Recomendado (m)	Calculado (m)	Recomendado (m)	Calculado (m)	Recomendado (m)	Calculado (m)	Recomendado (m)
25	2.78	2.8										
282.5		2.5										
30	2.35	2.4										
35	2.05	2.1										
37	1.95	2										
40	1.82	1.9										
45	1.64	1.7	1.79	1.8								
50	1.5	1.5	1.64	1.7								
55	1.38	1.4	1.51	1.5								
60	1.28	1.3	1.41	1.4								
70	1.12	1.2	1.24	1.3	1.36	1.4						
80	1	1	1.11	1.1	1.23	1.2						
90	0.91	0.9	1.01	1	1.12	1.1						
100	0.83	0.9	0.93	0.9	1.03	1	1.13	1.1				
120	0.72	0.8	0.81	0.8	0.9	0.9	0.99	1				
130	0.67	0.7	0.76	0.8	0.85	0.9	0.94	1				
150	0.6	0.6	0.68	0.7	0.76	0.8	0.85	0.9	0.93	0.9		
200	0.48	0.5	0.55	0.6	0.62	0.6	0.69	0.7	0.76	0.8	0.83	0.8
250	0.4	0.4	0.47	0.5	0.53	0.5	0.59	0.6	0.66	0.7	0.72	0.7
300	0.35	0.4	0.41	0.4	0.47	0.55	0.52	0.5	0.58	0.6	0.64	0.6
350	0.31	0.3	0.37	0.4	0.42	0.4	0.47	0.5	0.53	0.5	0.58	0.6
400	0.28	0.3	0.33	0.4	0.38	0.4	0.43	0.4	0.48	0.5	0.53	0.5
450			0.31	0.3	0.35	0.4	0.4	0.4	0.45	0.4	0.5	0.5
500					0.33	0.3	0.37	0.4	0.42	0.4	0.46	0.5
550							0.35	0.4	0.4	0.4	0.44	0.4
600							0.33	0.3	0.37	0.4	0.42	0.4
650									0.36	0.4	0.4	0.4
700									0.34	0.3	0.38	0.4

80	0.35	0.4
0		
90	0.33	0.3
0		

Nota: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

El sobreebancho de la curva está en función de la velocidad de diseño y el radio de giro, si la velocidad es menor de 50.00 KPH y el radio mayor a 500.00 metros no se requiere sobreebancho. Si la velocidad está entre 50.00 - 70.00 KPH y el radio es mayor a 800.00 metros tampoco es necesario el sobreebancho.

Se puede calcular el sobreebancho (S) según la siguiente ecuación:

$$S = n \left(R - (R^2 - L^2)^{1/2} \right) + V(100R)^{-1/2}$$

Donde:

n: Cantidad de carriles

S: Sobreebancho (m)

R: Radio de curva (m)

L: Distancia entre ejes para el vehículo considerado (m)

V: Velocidad de diseño considerada (KPH)

Para el presente diseño, que contempla una velocidad de diseño de 30.00 KPH y un radio mínimo de 25.00 metros, se consideró las dimensiones del sobreebancho del orden de $2.80m \geq S \geq 0.40$.

Lineamiento vertical

Está en función de la pendiente longitudinal de la rasante, el mismo que está en relación al alineamiento horizontal del tramo existente.

- **Pendientes:** La topografía actual permite ajustar el diseño de la rasante actual.
 - ✓ Pendientes mínimas: el terreno presente una topografía accidentada y al estar ubicada en selva peruana, se determinó una pendiente mínima de 0.50%, el cual garantiza la evacuación de las aguas pluviales.
 - ✓ Pendientes máximas: al adaptarse al trazo existente se evidenció problemas con la pendiente máxima. Por ello, la pendiente que se optó va del orden de $4.00\% \geq P \geq 0.25\%$, y caso excepcional de algunos tramos que tendrán

pendientes $P \geq 8.00\%$, los mimos que se encuentra después de la progresiva KM 07+740.

- **Curvas verticales**

Según manual, cuando la diferencia entre dos pendientes longitudinales continuas es igual o supera el 2.00% se debe considerar una curva vertical parabólica cuadrática. Así mismo, como se mencionó anteriormente se buscó ajustar la rasante del diseño a la actual, según el relieve de la plataforma existente, esta consideración involucra menores movimientos de tierras. El diseño optado garantiza la visibilidad de parada como la distancia de la visibilidad de paso mínimos.

Para curvas verticales cóncavas y convexas, su longitud se determina según la siguiente ecuación:

$$L = K \cdot A$$

Donde:

L=longitud de curva (m)

A= diferencia algebraica de pendientes

K= índice de diseño

El índice del valor de K para curvas convexas y curvas cóncavas están detalladas en la tabla 28 y la tabla 29 respectivamente.

Tabla 28

Índice k para determinar la longitud de la curva vertical convexa

VELOCIDAD DIRECTRIZ KPH	LONGITUD (m) - VISIBILIDAD DE FRENADO		LONGITUD (m) - VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO	
	Distancia de velocidad de frenado m	Índice de curvatura K	Distancia de velocidad de adelantamiento	Índice de curvatura K
20.00	20.00	0.60	---	---
30.00	35.00	1.90	200.00	46.00
40.00	50.00	3.80	270.00	84.00
50.00	65.00	6.40	345.00	138.00
60.00	85.00	11.00	410.00	195.00
70.00	105.00	17.00	485.00	272.00
80.00	130.00	26.00	540.00	338.00
90.00	160.00	39.00	615.00	438.00

Nota: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

Tabla 29*Índice k para determinar la longitud de la curva vertical convexa*

VELOCIDAD DIRECTRIZ KPH	DISTANCIA (m) - VISIBILIDAD DE FRENADO "M"	INDICE DE CURVATURA "K"
20.00	20.00	3.00
30.00	35.00	6.00
40.00	50.00	9.00
50.00	65.00	18.00
60.00	85.00	23.00
70.00	105.00	30.00
80.00	130.00	38.00
90.00	160.00	

Nota: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

El método de proyección de la curva vertical cóncava evita la construcción de relleno elevado, en ese sentido, la longitud mínima de la curva vertical cóncava adoptada en este proyecto es de 40.00 metros.

Sección transversal

- **Calzada:** Es aquel elemento de una vía por el cual los vehículos transitan y puede tener de 1 o más carriles y no contempla bermas. Para el tramo en estudio se opta por un (01) carril, y los anchos de la calzada están en función de la tabla siguiente:

Tabla 30*Ancho calzada mínima deseable en tangente (m)*

Tráfico	IMDA <15	50 ≥ IMDA ≥ 16	100 ≥ IMDA ≥ 51	200 ≥ IMDA ≥ 101
Velocidad KPH	*	**	**	**
25	3.50	3.50 5.50	5.50 5.50	5.50 6.00
30	3.50	4.00 5.50	5.50 5.50	5.50 6.00
40	3.50	5.50 5.50	6.00 6.00	6.00 6.00
50	3.50	5.50 6.00	6.00 6.00	6.00 6.00
60	3.50	5.50 6.00	6.00 6.00	6.00 6.00

*Calzada con un carril y plazoletas de cruce.

**Carreteras con tráfico pesado predominante.

Nota: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

Para el tramo en estudio se optará por de 4.00 metros como ancho mínimo de la calzada, el mismo que obedece a las condiciones actuales de la vía existente, ya que la calzada actual tiene un ancho promedio de 4.50 metros.

- **Bermas:** también llamada arcén, pueden estar ubicadas a cada lado de la calzada o en el centro. Para la presente vía en estudio se consideró las bermas, con un ancho de 0.50 metros mínimo, dispuestas a cada lado de la calzada. Se deberá

tener en consideración que, realizar el mejoramiento sobre la vía existente, limitará ciertos tramos la posibilidad de incluir bermas.

En los tramos de carretera tangencial, el arcén tendrá una pendiente de carretera de 2.00% hacia el exterior del relleno. En curva, la berma seguirá la inclinación del peralte tanto en el interior como exterior.

Dados los resultados, se demuestra la necesidad de implementar de una mejora en la infraestructura vial actual, el mismo que fomentará el desarrollo económico en la población beneficiaria.

Tabla 31
Ancho de bermas

Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera																	
	IMDA>6000				6000>IMDA>40				4000>IMDA>20				2000>IMDA>40				400>IMDA													
Características	1era Clase				2da Clase				1era Clase				2da Clase				3era Clase													
Tipo según orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4										
Velocidad directriz:																														
30.00 KPH																	0.5	0.5	0	0										
40.00 KPH																	1.2	0	1.20	0.90	0	0								
50.00 KPH																	2.6	2.6	1.2	1.2	1.20	0.90	0.9	0						
60.00 KPH																	3.0	3.0	2.6	2.6	3.0	3.0	2.6	2.6	2.0	2.0	1.2	1.2	1.20	1.20
70.00 KPH																	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	1.2	1.2	1.20	1.20
80.00 KPH	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	1.20	1.20	1.20	1.20										
90.00 KPH	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20										
100.00 KPH	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20										
110.00 KPH	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20										
120.00 KPH	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20										
130.00 KPH	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20										

Nota: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

Descripción:

- a. Según orografía:
 - Tipo N° 01: Plano.
 - Tipo N° 02: Ondulado.
 - Tipo N° 03: Accidentado.

Tipo N° 04: Escarpado.

- b. Las dimensiones para bermas en autopistas de 1era clase se considera un ancho de 1.50 metros y en el caso de autopistas de 2da clase la dimensión es de 1.20 metros.
- c. Para la clasificación de carreteras I, II y III, durante su construcción se puede justificar de forma técnica la consideración de dimensiones inferiores a las indicadas en la anterior tabla, pero solo en casos excepcionales. Así mismo, en dichas situaciones se considerará una franja para que vehículos se puedan estacionar en caso tengan alguna emergencia

Dado las consideraciones técnicas, anteriormente mencionadas, se opta por un dimensión de berma de 0.50 metros.

Bombeo: Es la pendiente que evacua las aguas pluviales del eje hacia los laterales de la vía en tramos de tangente, en caso de tramos en curva el bombeo es el mismo que el peralte y en consecuencia se evacua las aguas pluviales hacia el interior de la curva. Para los tramos en tangente de la vía en estudio se considerará un bombeo igual al 3.00 %.

Tabla 32

Tipo de superficie - Bombeo

Superficie de rodadura	Bombeo	
	Precipitación <500.00 mm/año	Precipitación >500.00 mm/año
Carreteras pavimentadas (asfalto y/o concreto)	2.00%	2.50%
Carreteras con tratamiento en superficie	2.50%	2.50% – 3.00%
Carretera afirmada	3.00% – 3.50%	3.00% – 4.00%

Nota: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

Cunetas

Como parte del sistema de drenaje que toda vía debe poseer, y más aún en zonas tropicales, se considerará cunetas de forma triangular sin revestimiento, con medidas de 1.00 metro de ancho por 0.50 metros de profundidad de acuerdo con lo indicado en la tabla siguiente:

Tabla 33
Dimensionamiento: cunetas

Según región	Profundidad	Ancho
Regiones secas	0.20 m	0.50 m
Regiones lluviosas	0.30 m	0.75 m
Regiones muy lluviosas	0.50 m	1.00 m

Nota: MTC: Manual Para el diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

Peralte

La fuerza centrífuga que se genera cuando los vehículos recorren una curva, induce al vehículo ir hacia el exterior de la misma, por ello se considera una inclinación que se oponga a esta fuerza para proporcionar al vehículo la seguridad de transitar en una curva, dicha inclinación se conoce como peralte.

Para las curvas de la vía en estudio el valor máximo del será de 4.00%.

DISEÑO DEL PAVIMENTO

1. INTRODUCCIÓN

La tecnología actual ha proporcionado, al mundo de la construcción, la posibilidad de crear estructuras que otorguen a las carreteras superficies de rodadura que constan de una o de muy pocas capas.

Existen una amplia variedad de estructuras por las cuales se puede optar como alternativas, la misma que deberá atender las diferentes necesidades que exista a la hora de diseñar una carretera.

2. ANTECEDENTES

Hoy en día la economía política el estado peruano busca alcanzar de manera conjunta el crecimiento socioeconómico de los departamentos, motivo por el cual las vías de comunicación juegan un rol importante para lograr dichos objetivos. Motivo por el cual la Municipalidad Distrital de El Porvenir viene elaborando los estudios definitivos para proyecto de diseño del pavimento y de impacto ambiental del tramo: SM-105- desvío Nuevo San Juan Sector Puerto Alegre en el distrito El Porvenir, provincia de San Martín, región San Martín.

Actualmente el tramo desvío Nuevo San Juan – Sector Puerto Alegre, tiene conexión directa a la capital distrital; su acceso se a través de la red departamental SM-105. Lo cual no permite el desarrollo de las localidades involucradas ya que este problema no permite la accesibilidad hacia los centros de comercio, limitando así la productividad agrícola.

El proyecto en mención garantizará una mejor calidad de vida de los beneficiarios del proyecto, ya que esta le facilitará el intercambio comercial, el acceso a centros de estudios y centros de salud.

En reuniones con los pobladores que se encuentran en el área de incidencia directa del proyecto tales como: nuevo san juan, puerto alegre y a través de sus organizaciones, han expuesto su preocupación ante una serie de problemas existentes en la zona, solicitando la búsqueda de soluciones. Por ello la Creación del Servicio de Transitabilidad de la Carretera Vecinal Tramo: Desv. Nuevo San Juan – Sector Puerto Alegre, constituye una necesidad de los pobladores asentados en dicho ámbito, quienes continuamente han venido solicitando la atención a sus demandas.

Los beneficiarios directos del proyecto en coordinación con sus autoridades locales, la Municipalidad Distrital de El Porvenir viene participando en la toma de decisiones políticas de desarrollo, priorizando el proyecto diseño del pavimento y de impacto ambiental del tramo: SM-105- desvío Nuevo San Juan Sector Puerto Alegre del distrito El Porvenir, provincia San Martín, región San Martín. Considerando que es la solución al problema de inaccesibilidad para el comercio de sus productos agropecuarios, el cual es su principal actividad. Los mismos consideran que le mejoramiento traerá beneficios económicos al reducirse el costo de traslado.

3. UBICACIÓN

La ubicación de la vía para el diseño del pavimento y de impacto ambiental del tramo: SM-105- desvío Nuevo San Juan Sector Puerto Alegre del distrito El Porvenir, provincia San Martín, región San Martín, se encuentra en los paralelos: 06° 14' de latitud sur, y meridianos: 75° 51' de longitud oeste, a 147.50 m.s.n.m., iniciándose el tramo en el desvío de Nuevo San Juan, continuando por el noreste hasta el sector Puerto Alegre.

Tabla 34
Ubicación

Inicio: 0+000.00 (Dv Nuevo San Juan)	
Distrito	El Porvenir
Provincia	San Martín
Región	San Martín
Coordenadas UTM Este	X-UTM: 406354
Coordenada UTM Norte	Y-UTM: 9310445
Altitud	147.50 msnm.
Final: 09+000 (Sector Puerto Alegre)	
Distrito	El Porvenir
Provincia	San Martín
Región	San Martín
Coordenadas UTM Este	X-UTM: 402603
Coordenada UTM Norte	Y-UTM: 9316838
Altitud	129.51 msnm.

Nota: Elaboración propia

4. CONDICIONES CLIMÁTICAS, PRECIPITACIONES Y TEMPERATURAS

El Porvenir tiene el clima tropical de sabana. Hace calor durante todos los meses, tanto como en invierno (estación húmeda) como en verano (estación seca). La temperatura media anual en El Porvenir es 23° y la precipitación media anual es 16 mm. No llueve durante 334 días por año, la humedad media es del 77% y el Índice UV es 6.

La mejor época para viajar a El Porvenir en Perú es de enero hasta diciembre, donde tienes un clima agradable y ninguno hasta apenas precipitación. La temperatura máxima promedio en El Porvenir es 26°C en febrero y de 21°C en julio. La temperatura del agua se encuentra entre los 17°C y 24°C

Consideraciones para el diseño

5. CLASIFICACIÓN DE VÍA

Según tipo de relieve y clima: el tramo Desvío Nuevo San Juan – Sector Puerto Alegre, presenta tramos ondulados y llanos, por lo que, de acuerdo con los trabajos del replanteo topográfico realizado, en estrecha coordinación con el responsable del presente diseño geométrico, éste se resume en lo siguiente.

Desde el Km. 00+000 al Km. 09+000 (Long 9.00 Km.), el tramo presenta pendientes que varían desde $\pm 0.50\%$ hasta $\pm 10.00\%$, por ello se considera la velocidad de diseño de 30.00 KPH.

6. CRITERIOS DE DISEÑO

Las consideraciones para el diseño del presente proyecto siguen los lineamientos indicados en el manual para diseños de vías con bajo tránsito vehicular para carreteras que no se encuentran pavimentadas (publicado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC), las mismas que se resumen en:

Tabla 35

Criterios de diseño

N°	Parámetro	Und.	Criterio de diseño
1	Velocidad	KPH	25 – 30 Km/h
2	Tipo de Pavimento	-	Afirmado
3	Ancho de la calzada	m	4.50
4	Ancho para Bermas	m	0.50
5	Cuneta (Triangular)	m	1.00 x 0.50
6	Radio mínimo Normal	m	12.00
7	Pendiente longitudinal máxima	%	10.00
8	Pendiente longitudinal mínima	%	0.50
9	Bombeo	%	3.00
10	Peralte máximo	%	4.00
11	Talud para corte		H=1 : V=3
12	Talud para relleno		H=1.5 : V=1

Nota: Elaboración propia

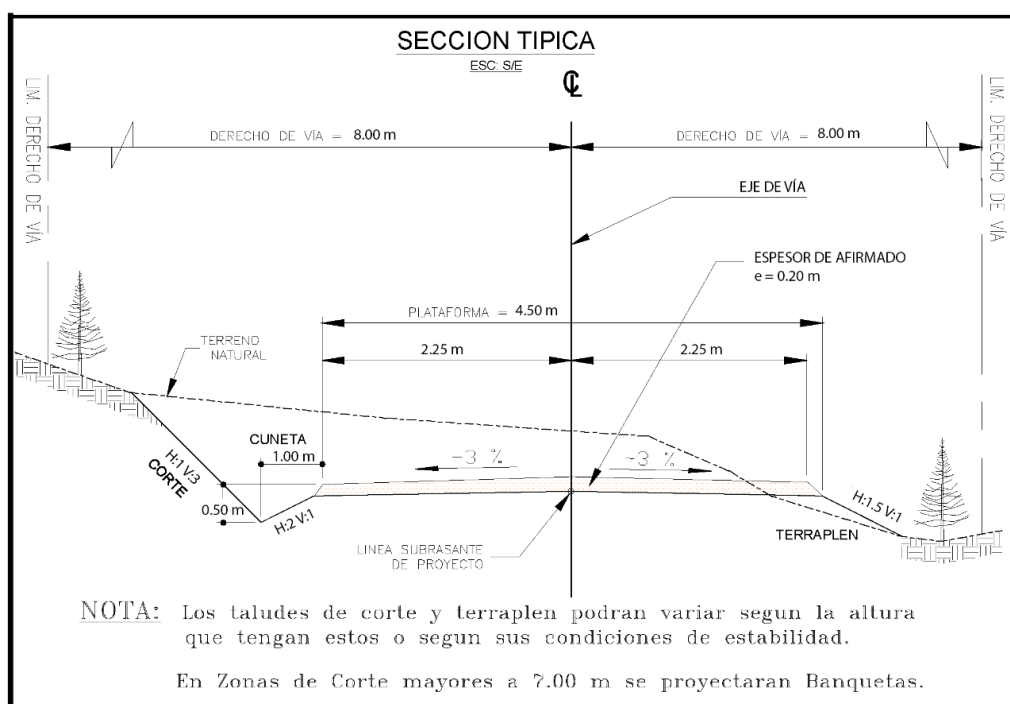


Figura 8. Sección transversal típica de la vía

Fuente: Elaboración Propia

7. CONDICIONES DEL SUELO – TERRENO DE FUNDACIÓN

El estudio de mecánica de suelos (EMS) y demás estudios básicos revelan las características físicas, mecánicas, geotécnicas y geológicas de la zona de estudio.

- Características internas – estratificadas

Para los ensayos del laboratorio se realizaron un total de 19 calicatas a lo largo de todo el tramo del proyecto, el cuál se ubica cada 500.00 metros (según normativa), los cuales revelan las características de los materiales que conforman la estratigrafía.

Los suelos presentan propiedades índices que permiten clasificar al suelo, especialmente de subrasante. Los cuadros que se presentan a continuación muestran las progresivas asociadas a cada una de las calicatas, así como a la clasificación determinada por el método del *Unified Soil Classification System* o SUCS por sus siglas en español. Cabe acotar que la clasificación usada en las obras de vías de transportes corresponde al método AASHTO, pero hoy en día se complementa muy bien las clasificaciones SUCS.

Los cuadros presentan, además. Información sobre las humedades y los límites de consistencia, que permite evaluar índices de importancia como el índice de liquidez (IL) y el índice de consistencia (IC). Este último índice evidencia la estabilidad de los suelos, los mismos que serán evaluados más adelante.

Es importante reconocer que los suelos*, corresponden al método planteado como la "línea 70", imaginaria que se traza de manera longitudinal a -70 cm de profundidad y que corta a todos los suelos representativos y que se integran para evaluar a la subrasante sectorizada por homogeneidad.

De la exploración de suelo se ha podido identificar y clasificar los suelos en función a sus características.

Tabla 36

Clasificación del suelo en función a sus características

ÍTEM	CBR			LL %	LP %	IP %	200 %	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO
	100%	95%	75%						
<u>C-01</u>	13.60	8.10	4.10	45.80	23.10	22.70	83.60	CL	A-7-6 = (14)
<u>C-02</u>	13.60	9.00	4.80	39.60	22.80	16.80	72.90	CL	A-6 = (9)
<u>C-03</u>	12.60	8.10	3.20	47.70	23.70	24.00	84.80	CL	A-7-6 = (15)
<u>C-04</u>	13.80	8.40	4.20	17.50	15.41	2.09	11.80	SP-SM	A-2-4 = (0)
<u>C-05</u>	14.40	9.10	4.30	17.85	15.40	2.44	11.40	SP-SM	A-2-4 = (0)

<u>C-06</u>	12.60	8.30	3.25	42.80	23.50	19.30	79.20	CL	A-7-6 = (12)
<u>C-07</u>	12.40	7.00	4.20	39.90	22.30	17.60	61.60	CL	A-6 = (7)
<u>C-08</u>	13.30	7.60	4.20	38.90	22.00	16.90	67.20	CL	A-6 = (8)
<u>C-09</u>	11.50	6.30	3.80	49.70	22.60	27.10	85.10	CL	A-7-6 = (17)
<u>C-10</u>	13.80	7.60	4.10	48.10	24.70	23.40	84.50	CL	A-7-6 = (15)
<u>C-11</u>	14.80	8.10	4.20	47.80	16.70	31.10	70.50	CL	A-7-6 = (15)
<u>C-12</u>	12.30	8.10	3.90	46.90	22.80	24.10	71.00	CL	A-7-6 = (13)
<u>C-13</u>	13.30	8.20	4.00	47.70	25.30	22.30	83.30	CL	A-7-6 = (14)
<u>C-14</u>	13.80	8.4	5.10	17.80	15.41	2.39	7.80	CL	A-2-4 = (0)
<u>C-15</u>	13.60	9.00	4.80	39.60	22.80	16.80	72.90	CL	A-6 = (9)
<u>C-16</u>	12.60	8.10	3.20	47.70	23.70	24.00	84.80	CL	A-7-6 = (15)
<u>C-17</u>	12.60	8.10	3.20	47.70	23.70	24.00	84.80	CL	A-7-6 = (15)
<u>C-18</u>	12.60	8.10	3.20	47.70	23.70	24.00	84.80	CL	A-7-6 = (15)
<u>C-19</u>	12.60	8.10	3.20	47.70	23.70	24.00	84.80	CL	A-7-6 = (15)

Nota: Elaboración propia

8. DISEÑO DE PAVIMENTOS (Afirmado)

En cuanto al diseño del pavimento, se busca la capacidad estructural adecuada para soportar las cargas actuales y futuras proyectadas. Las estructuras de pavimento deben poder soportar los flujos de tráfico proyectados durante la vida útil proyectada de su diseño y ser adecuadas para la seguridad y comodidad de los usuarios.

Actualmente no existe la vía por lo que se estará proyectando un bajo tráfico, pero permitirá predecir su composición, mas no la carga a soportar para el período de diseño. Para tal caso se empleará los valores razonables que especifique los ejes equivalentes de diseño. Lo que sí se puede estimar es, que cuando la vía esté constituida, los usuarios que se dirigen hacia el distrito de El Porvenir tendrán en ésta una alternativa adecuada para el comercio. Este comentario sugiere que las autoridades competentes establezcan un sistema de usuarios, para asegurar la durabilidad de esta.

Un detalle sumamente importante corresponde al relieve que presenta la zona donde se emplazará el eje de la vía. Esta característica genera pendientes y contra pendientes que pueden dificultar el tránsito por los usuarios y para lo cual deberá

efectuarse los movimientos adecuados para mejorar la transitabilidad. Se estima que los problemas pueden generarse por los vehículos de gran tonelaje que degrade la vía debido a la tracción de los neumáticos frente a las pendientes pronunciadas.

Los problemas generados pueden ser tales como ahuellamiento de la superficie de la estructura de pavimento, que con la presencia de lluvias estas se convertirán en charcos de agua que saturarán la estructura debilitando y llevando al mismo a la falla.

Análisis del tráfico de la vía actual

Es importante cuantificar con la cantidad de vehículos que transitan la vía actual con la finalidad de poder realizar un diseño adecuado y óptimo para el presente proyecto. Son los mismos vehículos pesados los que pueden llegar a deteriorar la superficie de rodadura, muchas veces la omisión del registro de estos datos provoca un diseño del pavimento inferior a lo realmente requerido, reduciendo su vida útil.

El valor equivalente de la carga por eje será de 8,200 kilogramos (8.20 ton), con este valor se procederá con los cálculos requeridos para el diseño del pavimento.

El análisis de tráfico vehicular se estará estimando a valores razonables que generé la ejecución del proyecto, por lo que la medición del estudio de tráfico se realizó en el distrito de El Porvenir, ya que este tráfico existente es el demandante del proyecto, el cual es parte componente del desarrollo del proyecto, habiendo determinado los siguientes valores de IMD:

Tabla 37
Registro del IMD de la vía

Vehículo según tipo	Índice medio diario (IMD)	Distribución
Automóviles	12	54.55 %
Camionetas	10	45.45 %
C.R.	0	0.00 %
Micros	0	0.00 %
Buses grandes	0	0.00 %
Camiones - 2E	0	0.00 %
Camiones - 3E	0	0.00 %
IMD	22	100.00 %

Fuente: Elaboración propia

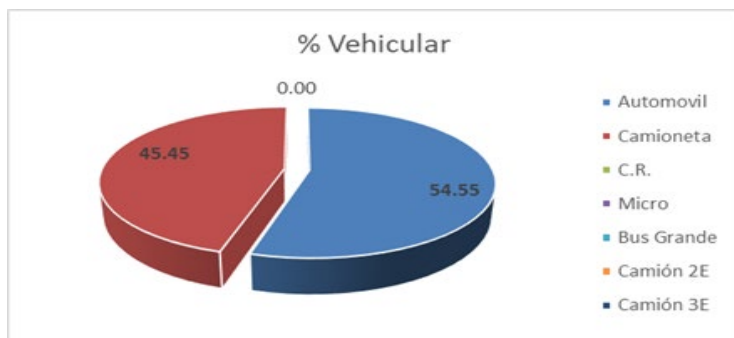


Figura 9. Tráfico actual por tipo de vehículo
Fuente: Elaboración Propia

Se considera que dichos valores no son representativos por las condiciones adversas que presenta actualmente el camino, que no existe el tránsito vehicular. Se cuenta con información relativa a censos de carga y de cálculos en mérito al excedente de productor el cual es muy válido por tratarse de cálculos matemáticos demostrables y reales en base a la necesidad del tráfico calculado a fin de garantizar la demanda al excedente de productor, así como al de una serie de necesidades más (IMD = Índice Medio Diario).

La estimación del incremento considerable del índice medio diario anual (IMDA) se justifica por:

- Por el mismo mejoramiento de la vía, el cual consecuentemente genera más movimiento comercial.
- Es habitual observar vehículo por encima del peso permitido.
- En tiempos de cosecha, los agroproductores transporta sus productos a principales mercados, razón por la cual se genera mayor tráfico.
- Las festividades locales atraen a la población colindante y turistas, que eventualmente transitan por la vía.
- Es una vía estratégica para el desarrollo del distrito de El porvenir

Proyección de tráfico

Utilizamos métodos y procedimientos estadísticos en función a población, economía y otros factores para poder realizar una proyección del tráfico vehicular mucha más exacta para el periodo de retorno escogido.

Proyección de tráfico normal

La previsión de volumen de tráfico de los vehículos que circularán por la vía tendrá en cuenta su área de influencia y alcance de planificación, que es la misma establecida para

este tipo de proyectos en un plazo de 10 años, y se expresará en términos de un índice promedio. Revista (IMD).

De acuerdo con las propuestas de la ficha técnica del proyecto de inversión de Invierte.pe, el pronóstico se referirá al tráfico básico actual en el distrito de Porvenir, el cual ha sido clasificado para afectarlo por la tasa de crecimiento correspondiente. Los detalles son los siguientes:

Tabla 38
Proyección del tráfico normal

Vehículo según tipo	R	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Autos	1.49%	13	13	13	13	13	13	13	14	14	14	14
Camionetas	1.49%	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11
Buses medios	1.49%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Buses grandes	3.84%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camiones - 2 Ejes	3.84%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camiones - 3 Ejes	3.84%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		23	23	23	23	24	24	24	25	25	25	25

Fuente : Elaboración Propia

De la anterior tabla 38 se tiene las siguientes consideraciones:

- Tasa de incremento anual de vehículos de pasajeros (rvp) = Tasa de incremento anual de la población de la región San Martín (rpob) = 1.49%

- Tasa de incremento anual de vehículos de Carga (rvc) = Tasa de incremento anual del P.B.I de la región San Martín (rpbi) = 3.84%

Resultados de la proyección de tráfico

Con la proyección de tráfico generado se puede estimar un impacto favorable a la economía, comercio, y demás mejoras que acarrea el mejoramiento de la vía.

Tabla 39
Tráfico generado según el tipo de intervención

Intervención según tipo	Tráfico (%)
	Normal
Mejoramiento	15.00

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

Tabla 40
Proyección de tráfico con vía mejorada

Vehículo según tipo	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Tráfico Normal	23	23	23	23	24	24	24	25	25	25	25
Autos	13	13	13	13	13	13	13	14	14	14	14
Camionetas	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11
Buses medios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Buses grandes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Camiones - 02 Ejes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Camiones - 03 Ejes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Traffic Generado	-	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
Autos	-	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Camionetas	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Buses Medios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Buses Grandes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Camiones - 02 ejes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Camiones - 03 ejes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IMD TOTAL	23	25	25	25	26	26	26	28	28	28	28

Fuente : Elaboración Propia

De la tabla 40 se considera las siguientes tasas de crecimiento:

- Vehículos de pasajeros: 1.49%

- Vehículo de carga: 3.84%

Análisis de tráfico

Para los actuales diseños de pavimentos el análisis de los resultados del estudio de tráfico es de suma importancia para poder diseñar un adecuado pavimento, el mismo que debe responder a las necesidades existente y futuras. Los estudios han demostrado que el impacto de las cargas por eje de mayor masa en el rendimiento del pavimento se puede expresar en cantidades equivalentes a una carga por eje única aplicada de 8,200 kilogramos (8.20 ton).

El método empleado para el análisis del estudio de tráfico debe cumplir con atender y considerar todos los posibles vehículos que transiten sobre la vía.

Con base en los resultados y demás contenido del estudio de tráfico para este proyecto, la siguiente tabla fija la "Tasas de incremento del tráfico vehicular según tipo", el cual cuantifica la tasa del incremento anual de vehículos como camionetas, sedán, camionetas y camiones, donde entre sus valores Se observaron diferencias sustanciales. Es importante señalar que, en general, la composición de los vehículos ligeros tiene una menor incidencia en el desgaste o deterioro del pavimento.

Tabla 41

Tasas de incremento del tráfico vehicular según tipo

Vehículo según tipo	Tasa de incremento	
	Tasa según tipo	2013 – 2018
Vehículo pesado:		
- Ómnibu	Tasa de incremento PBI	3.84 %
- Camión		
- Trailer		

Nota: Estudio de tráfico

Valor de repeticiones de ejes equivalentes - acumulado

La *American Association of State Highway and Transportation Officials* o simplemente AASHTO por sus siglas en inglés, establece el valor de 8,200 kilogramos (8.20 ton) como parámetro para el diseño del número deseado de repeticiones de ejes equivalentes para un periodo de retorno de (W18), que corresponde al EAL influenciado por coeficientes que representan la dirección de la vía y el número de carriles.

Tabla 42

Valor de repeticiones de ejes equivalentes - acumulado

N_{rep} de EE 8.20 ton	$\sum [EE \text{ día-carril} \cdot 365 \cdot (1+t)^{n-1}] / t$
EE día-carril	(EE) · (Factor direccional) · (Factor carril
EE	(Tipo de veh.) · (factor de carga) · (factor de presión de neumático)
Tasa de incremento:	
- Vehículos de pasajeros	1.49%
Tasa de incremento:	
- Vehículos de carga	3.84%

Nota: Estudio de tráfico

Tabla 43

Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para 10.00 y 20.00 años

CUADRO 1 CALCULO DEL VALOR DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES EN 10.00 AÑOS

TRAMO	IMDA para el total en ambos sentidos AÑO BASE	Vehículos Pesados para carril de diseño TOTAL	Vehículos pesados para carril de diseño PARCIAL			Ejes Equivalentes de vehículos según tipo			Ejes Equivalentes por día - carril de vehículo según tipo			[EE día-carril·365·(1+t) ⁿ⁻¹]/t		Valor de repeticiones para EE 8.20 ton Carril de diseño: 10 años	
			Auto o vehic. Ligero	Camion mediano	Camion pesado	Auto o vehic. Ligero	Camion mediano	Camion pesado	Auto o vehic. Ligero	Camion mediano	Camion pesado	Auto o vehic. Ligero	Camion mediano		Camion pesado
I	22	23	22	1	0	0.0022	2.75	0.00	0.001	1.375	0.000	31	18346	0	18377
II	22	23	22	1	0	0.0022	2.75	0.00	0.001	1.375	0.000	31	18346	0	18377
III	22	23	22	1	0	0.0022	2.75	0.00	0.001	1.375	0.000	31	18346	0	18377
IV	22	23	22	1	0	0.0022	2.75	0.00	0.001	1.375	0.000	31	18346	0	18377

CUADRO 2 CALCULO DEL VALOR DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES EN 20.00 AÑOS

TRAMO	IMDA (total ambos sentidos) AÑO BASE	Vehículos Pesados para carril de diseño TOTAL	Vehículos pesados para carril de diseño PARCIAL			Ejes Equivalentes de vehículos según tipo			Ejes Equivalentes por día - carril de vehículo según tipo			[EE día-carril·365·(1+t) ⁿ⁻¹]/t		Valor de repeticiones para EE 8.20 ton Carril de diseño: 20 años	
			Auto o vehic. Ligero	Camion mediano	Camion pesado	Auto o vehic. Ligero	Camion mediano	Camion pesado	Auto o vehic. Ligero	Camion mediano	Camion pesado	Auto o vehic. Ligero	Camion mediano		Camion pesado
I	22	11	10	1	0	0.0010	2.75	0.00	0.001	1.375	0.000	16	26742	0	26758
II	22	11	10	1	0	0.0010	2.75	0.00	0.001	1.375	0.000	16	26742	0	26758
III	22	11	10	1	0	0.0010	2.75	0.00	0.001	1.375	0.000	16	26742	0	26758
IV	22	11	10	1	0	0.0010	2.75	0.00	0.001	1.375	0.000	16	26742	0	26758

Nota: N_{rep}: 1.80 x 10⁴ (Ejes Equivalentes de 8.20 ton.)

Cálculo del CBR para el diseño de la vía

Del EMS se obtuvo el valor de la capacidad portante del suelo (CBR) el cual se estimó con los debidos ensayos de laboratorio con las muestras recolectadas de las calicatas. De dicho estudio se establece el CBR de diseño, mismo valor que el percentil 60% ($N_{rep} < 1 \times 105$).

La gráfica de la figura 10, sacada del EMS, muestra los valores del CBR.

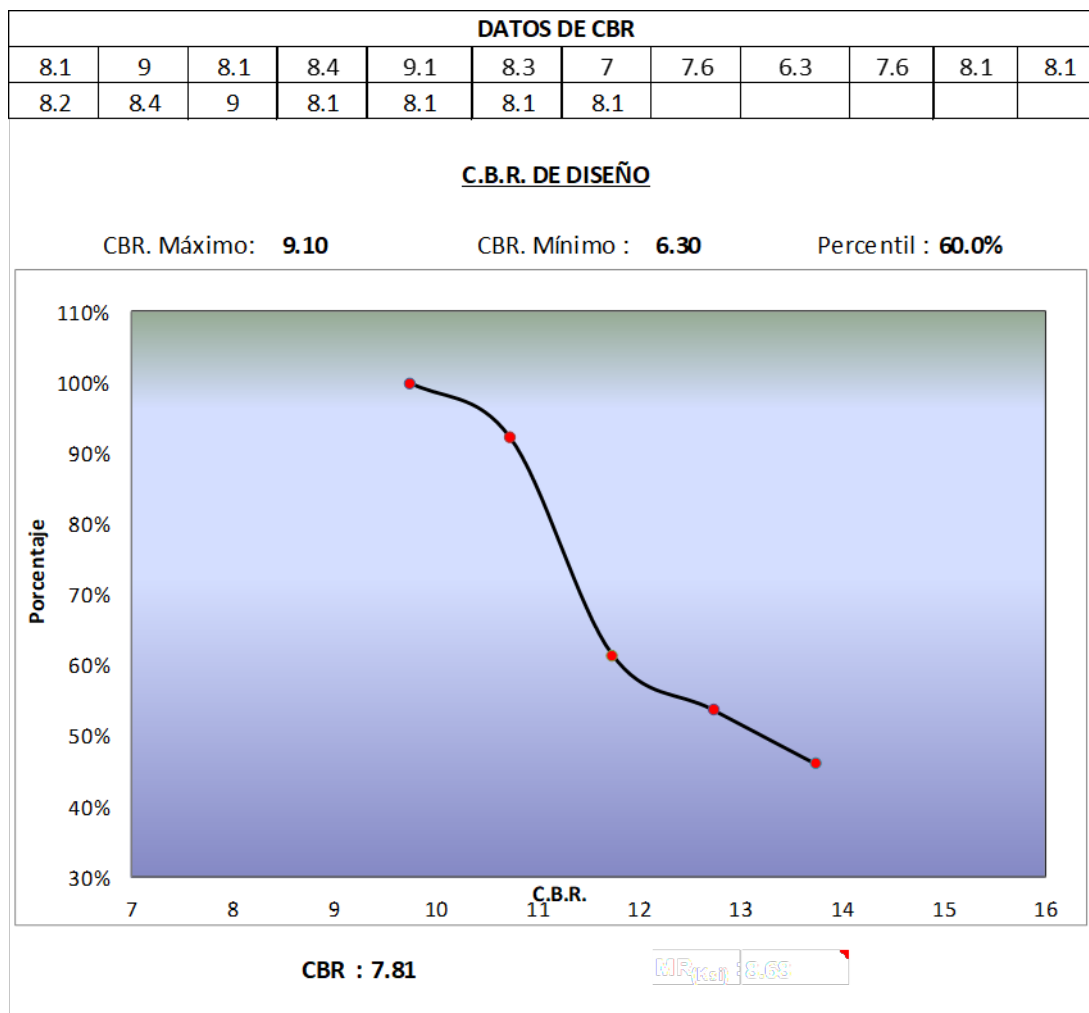


Figura 10. Distribución del CBR.

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en consideración los tipos de suelos existentes de la subrasante, y a los valores obtenidos del CBR al 95% de las MDS, y en consideración a que en la zona inestable con suelos no aptos para la cimentación se realizará eliminación y sustitución de este, se establece que para el diseño se empleará el CBR al percentil 60%. Por lo tanto, se opta para un CBR de diseño de 7.81%.

Determinación del espesor de la estructura del pavimento

Método según *United States Army Corps of Engineers - USACE*

La *United States Army Corps of Engineers* o USACE por sus siglas en inglés, en base a su amplia experiencia ha elaborado un manual de diseño de pavimentos, el cual considera desde las vías afirmadas, vías de grava, vías con pavimento asfáltico, vías con bajo IMDA.

Teniendo en consideración la capacidad portante del suelo, dado por el valor del CBR, la USACE nos indica que es posible determinar el espesor del material afirmado (pavimento), con la condición de que el valor del CBR del afirmado sea mayor a la del terreo de fundación.

El dimensionamiento del espesor del afirmado estará en función de una ecuación en el cual se calcula un nivel de deformación para la estructura del pavimento, esto debido a una capacidad de servicio bajo. Dicha ecuación usa unidades de libras, para la carga, y pulgadas para el área a considerar en contacto. La representación puede ser mediante un equivalente a 18 mil libras en sentido uniaxial.

Los datos necesarios para el cálculo del espesor del pavimento estarán en función de:

- Capacidad portante del suelo o CBR.
- Valor de las repeticiones de EE a 8.20 ton.

Datos:

CBR_{Diseño} : 7.81

N_{Repeticiones} : 1.8 x 10⁴ EE 8.20 ton.

Por lo tanto, el espesor del pavimento será según lo mostrado en la figura 11:

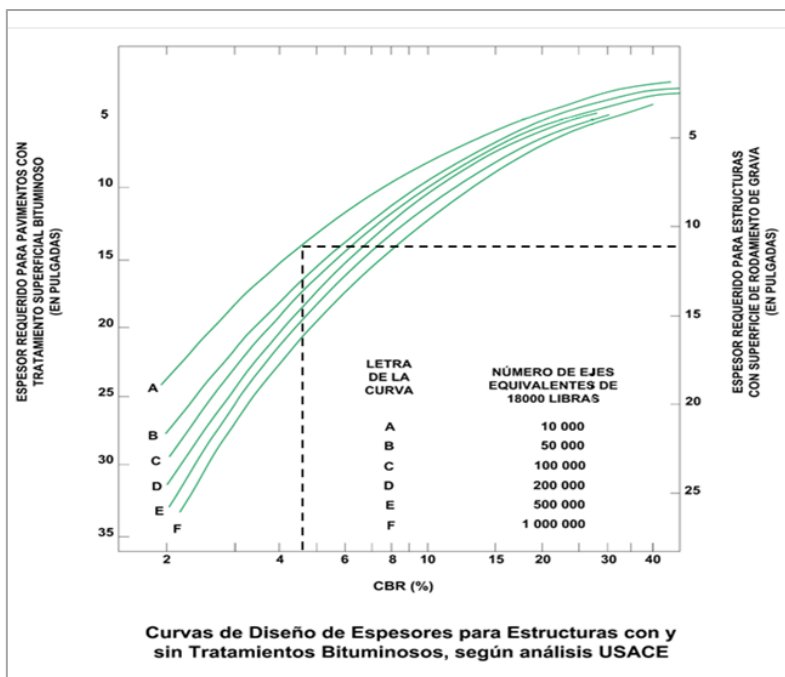


Figura 11. Espesor del pavimento bajo el método USACE

Fuente: Elaboración propia

Método de la *National Association Of Australia State Road Authorities* - NAASRA

La *National Association of Australia State Road Authorities* o solamente NAASRA, nos presenta una metodología que es aceptada por el MTC de Perú.

Similar con el método USACE, el dimensionamiento del espesor del afirmado estará en función de una ecuación en el cual se considera el valor del CBR y los valores de las repeticiones de los ejes equivalentes, dicha ecuación es la siguiente:

$$e = \left[219 - 21 \times \log(CBR) + 58 \times (\log(CBR))^2 \right] \times \log\left(\frac{N_{rep}}{120}\right)$$

Obteniendo $e = 10.90'' = 27.25 \text{ cm}$

Donde:

e : ancho del afirmado expresado en mm.

N_{rep} : Valores de las repeticiones de EE para carril de Diseño.

CBR : Índice de CBR de subrasante.

Para nuestro caso tenemos:

N_{rep} : 1.8 x 10⁴ (Ejes Equivalentes)

CBR : 7.81%

Tabla 44

Espesores del afirmado para 10 y 20 años

ESPESOR AFIRMADO PARA 10 AÑOS DE CARRIL DE DISEÑO				
TRAMO	I	II	III	IV
CBR	8.54	7.36	8.36	8.10
N_{rep}	18377	18377	18377	18377
Espesor "e" en mm	159.0	174.1	161.1	164.3
Valor adoptado en mm	200.0	200.0	200.0	200.0

ESPESOR AFIRMADO PARA 10 AÑOS DE CARRIL DE DISEÑO				
TRAMO	I	II	III	IV
CBR	8.54	7.36	8.36	8.10
N_{rep}	26758	26758	26758	26758
E (mm)	170.9	187.1	173.2	176.5
Adoptado (mm)	200.0	200.0	200.0	200.0

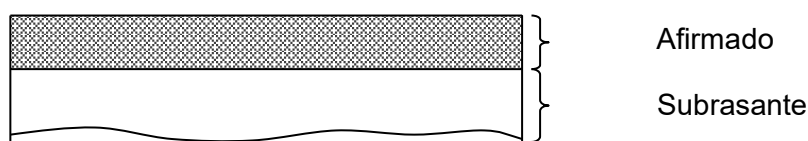
Fuente: Elaboración propia

Espesor adoptado

Comparado los resultados de ambos métodos, tanto USACE como NAASRA, que se empleó para determinar el ancho del pavimento del presente proyecto, se opta por un espesor de 20.00 cm. dado que las condiciones de los materiales en algunos tramos de la zona apropiado para la estructura de afirmado, sin requerir un mejoramiento de este.

Se recomienda emplear una capa anticontaminante de 0.10 m de espesor como separador de suelos entre la subrasante y el afirmado

La estructura del afirmado quedó de la siguiente manera:



CONCLUSIONES

- La alternativa de mejoramiento que resultó del diseño del pavimento del presente proyecto, generará sin dudas una mejor condición de transitabilidad para los usuarios que directamente usan de la vía en busca de mejores servicios básicos como la salud, instituciones educativas, etc.
- Como ya se demostró, el mejoramiento de la vía producirá un incremento del IMDA debido a mejores condiciones de transitabilidad, lo cual acarreará un impacto favorable para las actividades económicas principales de la población beneficiaria, tales como el comercio, la agroproducción, la ganadería y otros; así mismo el acceso de los pobladores a mejores mercados para suministrar a sus familias de productos de primera necesidad.
- La búsqueda y desarrollo de un programa ambiental beneficiará al entorno natural de la vía y evitará la deforestación existente en el departamento; de manera que se preserve la fauna nativa y oriunda del lugar como su flora.
- El diseño de la vía en estudio cumple con los lineamientos mínimos exigidas por el estudio vial de bajo tránsito vigente en nuestro país; de tal manera que se evite las sanciones por parte de las autoridades encargadas de supervisar las actividades que tengan algún impacto en el ambiente.
- En general, el estudio de los suelos en las zonas por las que transitan los citados caminos vecinales permitió que se opte por alternativas apropiadas para caracterizar a las personas identificadas.
- El determinar el valor de la capacidad portante o CBR en laboratorio ha permitido el diseño de un determinado espesor, ya que todos los diseños de pavimento granular se basan en este valor. Una mala investigación de laboratorio conducirá inevitablemente a diseños antieconómicos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda elaborar un adecuado plan de impacto ambiental en todos los diseños de vías de comunicación, a fin de promover el desarrollo sostenible del país mediante la construcción de infraestructura vial; de manera que se pueda mitigar las repercusiones negativas que se presenta en el ambiente.
- Se recomienda mejorar las vías vecinales durante la estación seca (entre mayo y septiembre), caso contrario existirán muchas dificultades para el cumplimiento de los cronogramas previstos.
- Al terminar la conformación de la subrasante se deberá compactar al 95.00% de la densidad seca máxima de proctor modificado antes de colocar la carpeta de afirmado; para cerciorarse que cumplan con cada uno de los parámetros determinados con antelación en el plan.
- La compactación del afirmado se debe efectuar en su totalidad máxima de densidad seca máxima del Proctor (100%), de acuerdo con lo establecido en la Norma ASTM D-1556.
- Se recomienda tener el cuidado necesario en retirar cualquier material extraño desfavorable para la construcción, ya sea cualquier tipo de materia orgánica en cualquier estado, ya que al momento de colocar la capa de afirmado este tendrá que estar en condiciones adecuadas para alcanzar un tiempo de vida útil deseado.
- Se sugiere a la Universidad Nacional de San Martín, brindar el apoyo que requieren los egresados de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, en el desarrollo de sus trabajos de investigación a fin de que estos resulten significativos y cumplan con los lineamientos dados para los suelos de la selva del Perú.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017) *Especificaciones Técnicas de Rehabilitación Mejoramiento y Mantenimiento de Caminos Vecinales*. Lima Perú. Portal del Estado Peruano. <http://www.peru.gob.pe/directorio/>.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). *Manual Ambiental para la Rehabilitación y Mantenimiento de Caminos Rurales*. Lima Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016) *Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito*. Lima Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017) *Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras y Normas para el Diseño de Caminos Vecinales*. Lima Perú.

Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción (2016) *Reglamento de Señalización*. Lima Perú.

Rodríguez, W. (2002). *Aprendiendo a Programar y Controlar obras aplicando el Project 2000 para Windows*. Lima – Perú: Editorial Imprenta López

Valles, R. (1954). *Carretera, Calles y Aeropistas*. Perú: Editorial Imprenta López

Cosavalente, N. M. (2005). *Asfaltado Jr. Alfonso Ugarte: Presupuesto y Programación, Tramo I Km 0+000 - Km 1+122.683*. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto Perú. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3817?show=full>

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

Ponce, J. M. (2010). *Estudio Definitivo a nivel de ejecución del Camino Vecinal Calzada - Sector Potrerillo Km 0+000 - Km 2+920*. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto Perú. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/331>

RIOS, C. (2000). *Diseño Geométrico y Asfaltado de la Avenida Circunvalación –Tarapoto*. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto Perú. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/4080?show=full>

ANEXOS

Anexo A:

Planos

Índice de planos

Plano 1. Plano Ubicación	PU
Plano 2. Plano Clave	PC
Plano 3. Planta y Perfil Longitudinal (0+000.00 - 1+000.00)	PPL - 01
Plano 4. Planta y Perfil Longitudinal (1+000.00 - 2+000.00)	PPL - 02
Plano 5. Planta y Perfil Longitudinal (2+000.00 - 3+000.00)	PPL - 03
Plano 6. Planta y Perfil Longitudinal (3+000.00 - 4+000.00)	PPL - 04
Plano 7. Planta y Perfil Longitudinal (4+000.00 - 5+000.00)	PPL - 05
Plano 8. Planta y Perfil Longitudinal (5+000.00 - 6+000.00)	PPL - 06
Plano 9. Planta y Perfil Longitudinal (6+000.00 - 7+000.00)	PPL - 07
Plano 10. Planta y Perfil Longitudinal (7+000.00 - 8+000.00)	PPL - 08
Plano 11. Planta y Perfil Longitudinal (8+000.00 - 9+000.00)	PPL - 09
Plano 12. Secciones Transversales (0+000.00 - 0+600.00)	ST - 01
Plano 13. Secciones Transversales (0+620.00 - 1+220.00)	ST - 02
Plano 14. Secciones Transversales (1+240.00 - 1+840.00)	ST - 03
Plano 15. Secciones Transversales (1+860.00 - 2+460.00)	ST - 04
Plano 16. Secciones Transversales (2+480.00 - 3+080.00)	ST - 05
Plano 17. Secciones Transversales (3+100.00 - 3+700.00)	ST - 06
Plano 18. Secciones Transversales (3+720.00 - 4+320.00)	ST - 07
Plano 19. Secciones Transversales (4+340.00 - 4+940.00)	ST - 08
Plano 20. Secciones Transversales (4+960.00 - 5+560.00)	ST - 09
Plano 21. Secciones Transversales (5+580.00 - 6+180.00)	ST - 10
Plano 22. Secciones Transversales (6+200.00 - 6+800.00)	ST - 11
Plano 23. Secciones Transversales (6+820.00 - 7+420.00)	ST - 12
Plano 24. Secciones Transversales (7+440.00 - 8+040.00)	ST - 13
Plano 25. Secciones Transversales (8+060.00 - 8+660.00)	ST - 14
Plano 26. Secciones Transversales (8+680.00 - 9+000.00)	ST - 15

Diseño del pavimento y de impacto ambiental del tramo: SM-105- desvío Nuevo San Juan Sector Puerto Alegre en el distrito El Porvenir, provincia de San Martín, región San Martín

por David García-rodríguez/ Carlos Antonio García Dávila

Fecha de entrega: 05-dic-2022 12:24p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1972208161

Nombre del archivo: TESIS_DAVID_Y_CARLOS_R24.docx (5.06M)

Total de palabras: 29833

Total de caracteres: 150727

Diseño del pavimento y de impacto ambiental del tramo: SM-105- desvío Nuevo San Juan Sector Puerto Alegre en el distrito El Porvenir, provincia de San Martín, región San Martín

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	8%
2	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante	<1%
6	vsip.info Fuente de Internet	<1%
7	idoc.pub Fuente de Internet	<1%
8	documents.mx Fuente de Internet	<1%