

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**



Evaluación del Diseño Geométrico de la Carretera en el Proceso Constructivo del Camino Vecinal Emp. PE-5N (Indañe) – Sector Shango (Moyobamba), 2023.

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL  
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR**

Joel Esmith Cachay Pérez

**REVISOR**

Alcibiades Bances Meza

Rioja, Perú

2023

**METADATOS COMPLEMENTARIOS****Datos del autor**

Nombres	JOEL ESMITH
Apellidos	CACHAY PEREZ
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	71692826
Número de Orcid (opcional)	

**Datos del asesor**

Nombres	ALCIBIADES
Apellidos	BANCES MEZA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	44127737
Número de Orcid (obligatorio)	0000-0003-0158-3407

**Datos del Jurado****Datos del presidente del jurado**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

**Datos del segundo miembro**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

**Datos del tercer miembro**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

**Datos de la obra**

Materia*	Índice medio diario anual, materiales, deficiencias
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado: <a href="#">enlace</a>	<a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.05">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.05</a>
Idioma (Normal ISO 639-3)	SPA - español
Tipo de trabajo de investigación	Trabajo de Suficiencia Profesional
País de publicación	PE - PERÚ
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	Ingeniero Civil
Grado académico o título profesional	Título Profesional
Nombre del programa	Ingeniería Civil
Código del programa Consultar el listado: <a href="#">enlace</a>	732016

\*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ACTA N° 054-2023-UCSS-FI/TPICIV**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

Los Olivos, 31 de mayo de 2023

Siendo el día lunes 15 de mayo de 2023, en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, se realizó la evaluación y calificación del siguiente informe de Trabajo de Suficiencia Profesional.

**“Evaluación del Diseño Geométrico de la Carretera en el Proceso Constructivo del Camino Vecinal Emp. Pe-5n (Indañe) – Sector Shango (Moyobamba), 2023”**

Presentado por el bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil de la Filial Rioja: Nueva Cajamarca:

**CACHAY PEREZ, JOEL ESMITH**

Ante la comisión evaluadora de especialistas conformado por:

Ing. DELGADO GUARDIA, ORLANDO ROSSBEL

Ing. CANTA HONORES, JORGE LUIS

Luego de haber realizado las evaluaciones y calificaciones correspondientes la comisión lo declara:

**APROBADO**

En mérito al resultado obtenido se expide la presente acta con la finalidad que el Consejo de Facultad considere se le otorgue al Bachiller CACHAY PEREZ, JOEL ESMITH el Título Profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

En señal de conformidad firmamos,



DELGADO GUARDIA, ORLANDO ROSSBEL  
Evaluador especialista 1



CANTA HONORES, JORGE LUIS  
Evaluador especialista 2

**Anexo 2****CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE TESIS / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO**

Los Olivos, 14 de agosto de 2023

Señor

Manuel Ismael Laurencio Luna

Coordinador del Programa de Estudios de Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería

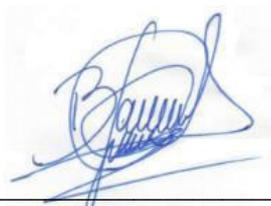
Universidad Católica Sedes Sapientiae

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, bajo mi asesoría, con título: **“Evaluación del Diseño Geométrico de la Carretera en el Proceso Constructivo del Camino Vecinal Emp. PE-5N (Indañe) – Sector Shango (Moyobamba), 2023”**, presentado por CACHAY PEREZ, JOEL ESMITH con código 2013102116 y DNI 71692826 para optar el título profesional de Ingeniero Civil, ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser publicado.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 5%**. \* Por tanto, en mi condición de asesor, firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Bances', is positioned above a horizontal line.

Alcibiades Bances Meza  
**Docente Revisor**  
DNI N° 44127737  
ORCID: 0000-0003-0158-3407  
Facultad de Ingeniería – UCSS

\* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

## Resumen

Este Trabajo de Suficiencia Profesional, como objetivo principal fue evaluar el diseño geométrico en el proceso constructivo del camino vecinal Emp.PE-5N (Indañe) - sector Shango (Moyobamba). Por eso, este trabajo se enfoca dentro de una investigación no experimental y diseño correlacional, porque mediante la evaluación se busca determinar la conexión entre las variables intervinientes en un fenómeno. Asimismo, para la recopilación de información se ha utilizado fichas técnicas para el conteo vehicular y para procesar la información se ha hecho uso del software AutoCAD y Microsoft Excel. Por consiguiente, los resultados fueron: IMDA proyectado de 1275 vehículos/día, la cual la vía se cataloga en segunda clase, con una calzada de 6.60m. Asimismo, del análisis del pavimento, se determinó que el asfalto en frío  $e=2.2225\text{cm}$  no reúne las condiciones para soportar intensas lluvias y las cargas producto del alto tránsito vehicular, por la cual se hizo el cambio a asfalto en caliente  $e=3.175\text{cm}$ , mejorando el número estructural en 6.28%. Por lo tanto, el diseño vial se ajusta a la normativa vigente y para garantizar el cumplimiento del horizonte de diseño de este tramo se ha priorizado el cambio de asfalto a caliente.

*Palabras Claves:* Índice medio diario anual, materiales, deficiencias

## Abstract

This Professional Sufficiency Work, as main objective was to evaluate the geometric design in the construction process of the neighborhood road Emp.PE-5N (Indañe) - Shango sector (Moyobamba). For this reason, this work focuses on a non-experimental investigation and correlational design, because through the evaluation it is sought to determine the connection between the intervening variables in a phenomenon. Likewise, for the collection of information, technical sheets have been used for the vehicle count and to process the information, the AutoCAD and Microsoft Excel software have been used. Consequently, the results were: projected IMDA of 1275 vehicles/day, which the road is classified as second class, with a roadway of 6.60m. Likewise, from the analysis of the pavement, it was determined that the cold asphalt  $e=2.2225\text{cm}$  does not meet the conditions to withstand heavy rains and the loads resulting from high vehicular traffic, for which the change was made to hot asphalt  $e=3.175\text{cm}$ , improving the structural number by 6.28%. Therefore, the road design conforms to current regulations and to guarantee compliance with the design horizon of this section, the change from asphalt to hot has been prioritized.

*Keywords:* Annual Average Daily Index, Materials, deficiencies

## ÍNDICE

Resumen.....	2
Abstract .....	3
ÍNDICE .....	4
Índice de Figuras .....	6
Índice de Tablas .....	7
1. Introducción.....	9
2. Trayectoria Del Autor.....	12
2.1. <i>Descripción de la Empresa/Institución.....</i>	<i>12</i>
2.2. <i>Organigrama de la Empresa .....</i>	<i>14</i>
2.3. <i>Áreas y funciones desempeñadas.....</i>	<i>15</i>
2.4. <i>Experiencia profesional realizada en la Organización.....</i>	<i>16</i>
3. Problemática .....	19
3.1. <i>Planteamiento del Problema .....</i>	<i>19</i>
3.2. <i>Determinación del Problema.....</i>	<i>22</i>
3.3. <i>Objetivo General.....</i>	<i>23</i>
3.4. <i>Objetivos Específicos .....</i>	<i>23</i>
3.5. <i>Justificación.....</i>	<i>23</i>
3.6. <i>Alcances y Limitaciones .....</i>	<i>25</i>

4. Marco Teórico .....	26
<b>4.1. Antecedentes Bibliográficos</b> .....	<b>26</b>
<b>4.2. Bases Teóricas</b> .....	<b>32</b>
<b>4.3. Definición de Términos Básicos</b> .....	<b>36</b>
5. Propuesta de Solución .....	39
<b>5.1. Metodología de la solución</b> .....	<b>39</b>
<b>5.2. Desarrollo de la Solución</b> .....	<b>43</b>
<b>5.3. Factibilidad Técnica – Operativa</b> .....	<b>59</b>
<b>5.4. Cuadro de Inversión</b> .....	<b>69</b>
6. Análisis de Resultados.....	70
<b>6.1. Análisis costos – Beneficio</b> .....	<b>70</b>
7. Aportes más Destacables a la Empresa/ Institución .....	73
8. Conclusiones.....	74
9. Recomendaciones .....	77
10. Referencias .....	79
11. Anexos .....	83

## Índice de Figuras

Figura 1 Organigrama de la empresa .....	14
Figura 2 Tasas de crecimiento vehicular .....	46
Figura 3 Valor de ejes proyectados.....	50
Figura 4 Materiales para dosificación de concreto .....	52
Figura 5 Dosificación en peso m <sup>3</sup> .....	53
Figura 6 Materiales para dosificación de concreto .....	54
Figura 7 Dosificación en peso m <sup>3</sup> .....	55
Figura 8 Requisitos y propiedades para el diseño de asfalto en caliente .....	57
Figura 9 Cálculo del número estructural para el asfalto en caliente .....	58
Figura 10 Cálculo de la estructura del pavimento .....	58
Figura 11 Cálculo de espesores de capas del pavimento .....	59
Figura 12 Tramo km. 0+000 – sector Indañe.....	60
Figura 13 Fin del tramo km. 2+147 – sector Shango.....	61
Figura 14 Vista panorámica del tramo.....	62
Figura 15 Personal técnico en obra.....	63
Figura 16 Excavadora Cat 324D.....	64
Figura 17 Rodillo 12 Tn y Retroexcavadora en obra.....	65
Figura 18 Camión volquete realizando trabajos de eliminación de material excedente...	65
Figura 19 Cisterna hidratando la sub base .....	66
Figura 20 Pavimentadora en obra .....	66
Figura 21 Rodillo neomático en obra.....	67

Figura 22	Uso de estación total en obra.....	68
Figura 23	Asiento N° 317 del Residente de obra sustentando el cambio de asfalto.....	83
Figura 24	Asiento N° 318 del Supervisor de obra respondiendo al cambio de asfalto ....	84
Figura 25	Presupuesto del Deductivo vinculante.....	85
Figura 26	Presupuesto del Adicional de obra .....	86
Figura 27	Principales características de la vía .....	87
Figura 28	Especificaciones de la mezcla asfáltica .....	88
Figura 29	Inicio de la colocación del asfalto en caliente tramo km. 0+040 .....	89
Figura 30	Trabajos de imprimación asfáltica, tramo km. 0+300.....	90
Figura 31	Cruce vehicular en el tramo km. 1+410 .....	91
Figura 32	Cruce vehicular en el tramo km. 1+800 .....	92
Figura 33	Trabajos de emplantillado a nivel de base.....	93
Figura 34	Ensayo de densidad de campo en la subrasante .....	94

### Índice de Tablas

Tabla 1	Conteo vehicular para el estudio de tráfico de la vía.....	44
Tabla 2	Variación diaria de tráfico .....	45
Tabla 3	Proyección de tráfico normal.....	47
Tabla 4	Proyección de tráfico generado.....	48
Tabla 5	Factores de carga .....	50
Tabla 6	CBR de diseño .....	56

Tabla 7 Cuadro de inversión .....	69
Tabla 8 Presupuesto de deductivo vinculante.....	71
Tabla 9 Presupuesto de adicional de obra.....	72

## 1. Introducción

En estos últimos años, diferentes sectores de actividad económica del país vienen experimentado un notable crecimiento económico. Debido a esto, tanto las zonas rurales y urbanas han presentado mayor movilidad y dinamismo en el traslado de mercancías y viajeros; por tal motivo, el índice de crecimiento del flujo vehicular también se ha visto afectado positivamente en su desarrollo. La provincia de Moyobamba no es ajena a esta realidad; por eso, para mantener este dinamismo en el transporte, es de esencial importancia el mejoramiento de la vía rural sector Indañe – sector Shango, la cual conecta conduce a la zona más comercial de la provincia de Moyobamba.

Según los últimos reportes del INEI, se percibe que el aumento de la producción interna del país (PBI) en los tres primeros meses del 2022, ha sido de 3.8 % más que al producto bruto interno de los meses de enero a marzo del 2021. Este valioso crecimiento, en parte se debe a que el sector transporte y almacenamiento ha registrado un notable avance del 12.4%. Asimismo, el sector transporte está dentro de los sectores más dinámicos junto al sector minero, construcción y manufactura (INEI, 2022).

Por consiguiente, el Perú requiere de manera urgente desarrollar y ejecutar proyectos integrales de infraestructura vial, los cuales sean eficientes, eficaces, seguros y económicos, a fin de lograr los objetivos de desarrollo y crecimiento. Los gobiernos regionales y locales juegan un rol fundamental para el mejoramiento de caminos vecinales, trochas carrozables y carreteras no

asfaltadas; ya que están en condiciones de financiar estos proyectos. Asimismo, dentro de los criterios requeridos para la formulación de proyectos viales, la fase más predominante es la formulación del diseño vial de la carretera, pues este será el inicio donde se delimitarán las características geométricas manifestadas tanto en planta, seccionamiento transversal y perfil longitudinal, de forma que el diseño obtenido sea seguro, sostenible y amigable con el ecosistema.

El Gobierno Regional de San Martín, a través del PEAM, ha desarrollado el proyecto para el asfaltado del tramo sector Indañe – sector Shango (Moyobamba), con la finalidad de reestablecer el nivel de servicialidad de dicha vía ya su vez incrementar el valor de calidad de vida de quienes se beneficiarán.

En este sentido, el Consorcio Vial Moyobamba, como contratista de la obra ha ejecutado diferentes trabajos durante el plazo contractual. Uno de los componentes ejecutados ha sido la instalación de alcantarillas de paso TMC de 36 y 72 pulgadas, cunetas revestidas de concreto simple de sección trapezoidal y triangular en zona rural, cunetas revestidas con concreto armado de sección rectangular en zona urbana, veredas de concreto, estacionamientos, muro de contención de concreto armado y pases peatonales. Asimismo, se ha mejorado 2+147.23 Km de camino vecinal, el ancho de corona fue 7.60 m con tratamiento superficial bicapa E=25mm.

Al ejecutarse la obra surgieron inconvenientes; ya que al evaluar el diseño geométrico de esta vía urbana se determinará si es necesario realizar alguna modificación al expediente técnico contractual, a fin de mejorar las condiciones de su diseño inicial. Uno de los componentes a evaluar

es el sistema estructural del pavimento y la capa asfáltica Slurry Seal de espesor 2.2225 cm, ya que este tipo de asfalto presenta menor resistencia al tráfico pesado. Así mismo, también se tendrá en cuenta las constantes lluvias con gran intensidad, la cual haría que el pavimento presente mayor vulnerabilidad en su comportamiento estructural. Por eso, en el análisis que se pretende realizar, se evaluarán todos estos factores para determinar si las características del asfalto en frío es el apropiado para contrarrestar los esfuerzos más severos que podría soportar.

Las deficiencias deben tratarse con carácter técnico administrativo por la responsabilidad que se tiene durante la ejecución, subsanado bajo las normativas vigentes y los estándares de calidad correspondiente, a fin de que el impacto económico no perjudique a ninguna de las partes involucradas.

Asimismo, siendo el objetivo principal la evaluación del diseño geométrico de vía mencionada, se determinará si el diseño satisface la demanda de volumen de tránsito media diario anual. Asimismo, evaluar los materiales utilizados en los trabajos concernientes a los componentes de obras de arte, drenaje y a la vez determinar si cumplen con las especificaciones técnicas y requerimientos mínimos para su utilización. También, evaluar las deficiencias en el proceso constructivo y determinar las posibles alternativas de solución.

## 2. Trayectoria Del Autor

### 2.1. Descripción de la Empresa/Institución

El CONSORCIO VIAL MOYOBAMBA, con RUC N° 20602550207, con sede y domicilio en el Jr. Ulises Reátegui N° 365, Tarapoto - San Martín. El Consorcio se constituyó el 17 de octubre del 2017 por las empresas CORPORACIÓN CR INGS S.A.C. – CCRISAC, con RUC N° 20600641426 y GRUPO UNIÓN Y SERVICIOS GENERALES S.C.R.L, con RUC N° 20531397364. Así mismo, esta última ha ejecutado diferentes tipos de obras a nivel regional y nacional, las cuales se mencionarán a continuación:

- Mejoramiento de las calles Pastaza cuadra 1-9, Humboldt cuadra 2-6, Raymondi cuadra 2-6, Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas - Loreto. Esta obra con código SNIP 172867 se ejecutó el 2012 con un plazo de 225 días calendarios y con un monto de S/ 6'838,450.00.

- Otra obra importante fue la construcción de pistas y veredas del Barrio Cuillas, distrito de San Nicolás, provincia de Rodríguez de Mendoza - Amazonas. La presente obra inició el 2012 con un monto contractual de S/ 2'830,777.00.

- Instalación del Sistema de Alcantarillado de las localidades de Barranca y Cuzco, distrito de Alto Biavo, provincia de Bellavista, San Martín. Esta obra inició en diciembre del

2013. El plazo otorgado fue de 150 días calendarios, con un monto contractual de S/ 4'355,277.04.

- Mejoramiento de las calles del PP.JJ. Santo Cristo de Bagazán, distrito de Belén, provincia de Maynas - Loreto. Esta obra se llevó a cabo el 2015 con un presupuesto de S/ 4'328,242.00.

- Otro servicio ejecutado fue el mantenimiento periódico de la red vial vecinal SM-798 Alto Sauce – Tres Unidos, L=18.525 Km, provincia de Picota – San Martín. Este servicio inició su ejecución el 2017 con un monto contractual de S/ 1'111,500.00.

Sin embargo, para obra objeto de evaluación, la representación común del consorcio se le asignó al Sr. Jaime Marcelo López Upiachihua, identificado con D.N.I. N° 01115343, quien en forma individual ejerció todas las facultades y los poderes de acuerdo a ley desde la creación del consorcio hasta el cierre del mismo.

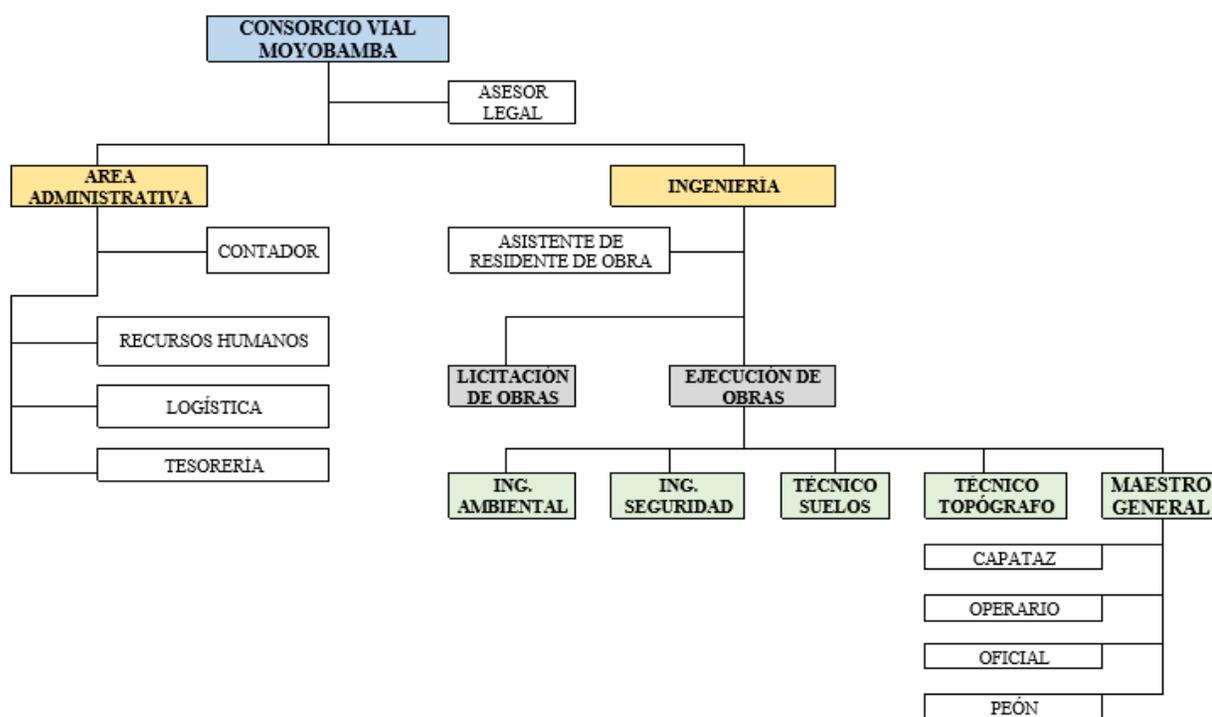
El 24 de octubre del 2017, es suscrito el Contrato de obra entre la entidad (PEAM) y la contratista, el Consorcio Vial Moyobamba. Asimismo, es importante señalar que el Supervisor de obra fue el Consorcio Supervisor Moyobamba. Por otro lado, el monto contractual ascendió a S/ 5'397,817.83, exonerado de IGV y bajo el sistema de precios unitarios, teniendo como plazo contractual 150 días calendarios.

El 08 de diciembre del 2017, se suscribió el Acta correspondiente al inicio de la obra, donde participaron autoridades de la entidad (PEAM), la supervisión de obra y la contratista. De este modo, se dieron las condiciones para el inicio de los trabajos.

## 2.2. Organigrama de la Empresa

**Figura 1**

*Organigrama del Consorcio Vial Moyobamba*



*Nota.* La figura muestra la organización del personal clave del Consorcio. Fuente: Consorcio Vial Moyobamba (2017).

### 2.3. Áreas y funciones desempeñadas

Dentro del Consorcio Vial Moyobamba, como Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil, he laborado en el puesto de Asistente de Residente de obra, laborando jornadas completas de 08 horas diarias durante 113 días calendarios.

A continuación, se señala las principales funciones que he ejercido durante el tiempo laborado.

- Guiar el debido proceso constructivo en la ejecución de los principales componentes como obras de arte (cunetas revestidas de concreto, alcantarillas, veredas, estacionamientos, muro de contención y sardineles).
  
- Realizar el control de niveles en la conformación del pavimento a lo largo del tramo y en sus capas que lo conforman.
  
- Supervisar los insumos, agregados, maquinaria y equipos utilizados en la obra a fin de cumplir con las especificaciones técnicas mínimas requeridas para su utilización.
  
- Velar por la realización de los trabajos correspondiente a cada mes, establecidos en el cronograma valorizado de obra, a fin de evitar caer en atrasos injustificados de avance de obra.

- Realizar el seguimiento en el proceso de levantamiento de observaciones a fin lograr la recepción de la obra.

- Finalmente, participé en la práctica de la liquidación de obra.

#### **2.4. Experiencia profesional realizada en la Organización**

Durante el periodo que desempeñé como Asistente de Residente de obra, he obtenido experiencia laboral a medida que se ejecutaban las partidas, la cual se aplicaban los procesos constructivos para determinada partida.

Para los trabajos de excavación para explanaciones con material suelto, he llevado el control de niveles de subrasante con nivel topográfico en tramos de corte, eliminando un volumen 20,000.00 m<sup>3</sup> aproximadamente. Para lo cual, se ha utilizado maquinaria pesada como una excavadora y 03 camiones volquetes.

Posterior a ello, se ha realizado trabajos de perfilado y compactación en zonas de corte. Para su realización se ha requerido de una motoniveladora y un rodillo liso de 12 Tn. Así mismo, después de la compactación se ha practicado el ensayo de Densidad de Campo para tener la autorización del supervisor de obra, ya que es un requisito esencial para proceder con la reposición de agregado clasificado en acopio para la sub base de acuerdo al diseño establecido.

También se han ejecutado trabajos de mejoramiento de terreno de fundación para la conformación de terraplenes en el tramo km. 0+060 al km. 0+360. Asimismo, para mejoramiento de la subrasante se utilizará material de préstamo, con un espesor de 0.60 m, ya que este tramo presentaba humedad producto de filtraciones de agua en el pie de talud. En estos trabajos llevé el control de niveles de excavación y supervisando los trabajos de compactación en capas de 20 cm en todo el tramo para lograr un grado de compactación óptimo.

En el entregable de pavimento flexible, se ejecutaron las partidas de sub base, base granular, imprimación con emulsión asfáltica, tratamiento superficial bicapa y Slurry Seal con espesor de 15mm. Para su ejecución, participé en el control de niveles en tramos con una equidistancia de 10 m para tramos de curva y a razón de 20 m en tramos lineales. Asimismo, supervisé los trabajos de compactación en la conformación del pavimento, a fin de obtener el grado de compactación óptimo en tramos específicos establecidos por el supervisor de obra.

Asimismo, supervisé los trabajos concernientes a la instalación de alcantarillas TMC de Ø 36” en el km. 0+553.68, 1+157.40, 1+487.40 y alcantarillas TMC de Ø 72” doble ojo km. 0+451.40 y 1+281.23. Para la instalación, primeramente, se realizó el replanteo del eje de alcantarilla y luego se procedió con los trabajos de excavación de terreno para proceder a mejorar la estabilidad del terreno de fundación con material granular de préstamo con el objetivo de garantizar su estabilidad del elemento frente a las cargas producto del pase de vehículos.

Asimismo, para la construcción de cunetas trapezoidales y triangulares en zona rural,

cunetas rectangulares en zona urbana, apoyé con el trazo y replanteo en los diferentes tramos de acuerdo a los planos de arquitectura y drenaje. Además, se realizó el control de calidad del concreto premezclado a través del muestreo con testigos de concreto para cada volumen transportado en camión mixer. Para las cunetas rectangulares se verificó el adecuado encofrado respetando el alineamiento de la vía trazado, en cambio para las cunetas triangulares se utilizaron cerchas de madera de  $h=0.10$  m para moldear el concreto a la sección diseñada.

Se construyó  $343.33 \text{ m}^2$  de veredas según los planos de arquitectura, donde apoyé en el trazado y control de niveles para la excavación de terreno, compactación de terreno y posterior encofrado. Para la construcción de veredas se utilizó  $144.50 \text{ m}^3$  de concreto premezclado. También se realizaron muestreos del concreto premezclado para verificar su resistencia a la compresión en los plazos programados de acuerdo a la normativa. Los resultados fueron favorables, dado que estos superaban la resistencia contratada, la cual garantizará su buen desempeño durante su tiempo de vida útil.

También realicé un trabajo técnico – administrativo, así como verificar el avance físico de obra y contrastarlo con el avance programado para evitar atrasos injustificados. Preparar los informes para las valorizaciones mensuales de avance de obra, mayores metrados y adicionales de obra. Además, recogí experiencia en el llenado del cuaderno de obra con anotaciones diarias de acuerdo a la ejecución del proyecto y/o sucesos que emerjan en el proceso constructivo y se requiera opinión del supervisor de obra para subsanar los inconvenientes dentro del marco normativo.

Esta experiencia como profesional, ha permitido consolidar los conocimientos que ya tenía producto del estudio universitario, ya que al momento de ejercer la profesión es una realidad diferente. El mismo rol que he desempeñado me ha permitido poner en práctica lo aprendido y a la vez me ha motivado a seguir preparándome para enfrentar nuevos desafíos.

### **3. Problemática**

#### **3.1. Planteamiento del Problema**

En nuestros días, las vías ejercen una función indispensable el crecimiento y funcionamiento de economía mundial; a la vez, gracias a este medio es que permite la movilización de personas y cargas desde las zonas más alejadas hacia los centros más desarrollados de nuestro entorno. Asimismo, las redes viales posibilitan satisfacer las necesidades primarias que demandan los pobladores como alimentación, salud, educación y bienestar social. Esto obedece a que un estado o país debe tener como estrategia principal desarrollar un sistema vial eficiente a fin de satisfacer las demandas más apremiantes de la población.

De igual modo, si las carreteras de nuestro entorno no cuentan con la infraestructura adecuada para que los pobladores satisfagan sus necesidades básicas, serán escasas las probabilidades que los pobladores afrontemos una situación de superación en cuanto a un nivel económica y en consecuencia reducir los índices de pobreza. Por eso, la sostenibilidad de un proyecto de construcción de carreteras e infraestructura vial en el Perú, radica en brindar las normativas que ayudará en el diseño de infraestructuras viales, a la vez será el MTC será el encargado de supervisar si los diseños desarrollados por los profesionales son acordes dentro del

marco normativo vigente.

Según el Manual de Carreteras DG-2018 (2018) señala que esta normativa conforma la normativa más actualizada a la fecha, por el cual para la formulación de proyectos viales compone un documento de carácter técnico normativo imprescindible para su uso a nivel nacional. Asimismo, este manual brinda los parámetros de diseño necesarios para caracterizar los proyectos viales en función a su categoría y nivel de servicialidad.

Asimismo, el correcto diseño de las carreteras estará asociado al cumplimiento y aplicación de las normas y parámetros de diseño, por eso Condori (2019) determina que en nuestro país la seguridad vial de quienes utilizan las vías a diario no está garantizada debido al no acatamiento de las normas establecidas por el ente regulador; por eso, en el afán de erradicar los índices de accidentes de tránsito, es necesario que las autoridades competentes se comprometan en dotar de mejores condiciones a la infraestructura vial existente a fin de realizar un trabajo coordinado en la prevención de eventos lamentables. Por consiguiente, exhorta a los profesionales quienes desarrollan y ejecutan proyectos viales a tener mayor responsabilidad en el diseño de carreteras y su posterior en la ejecución.

Por otro lado, Custodio (2022) manifiesta que, el pésimo estado de las vías en el país, principalmente se debe a la indiferencia de quienes gobiernan las entidades locales y regionales del país. En pocas palabras, muchas de las autoridades no tienen la capacidad para analizar las deficiencias viales que tienen sus principales redes de acceso, a partir de ello gestionar proyectos para el mejoramiento y/o mantenimiento su infraestructura vial. Por eso recomienda recopilar

información necesaria del área de influencia para desarrollar diseños integrales y viables, con la finalidad de crear proyectos viales sostenibles y a la vez contribuir con la mejora del bienestar social de los beneficiarios.

Asimismo, Meléndez (2019) manifiesta que las deficiencias en infraestructura viales, hoy en día son cada vez más frecuentes. Una de las razones en consideración es la falta de consistencia del diseño geométrico de carreteras, ya que para su desarrollo se suele omitir ciertos criterios o se asumen valores alejados de la realidad sin haber realizados los estudios correspondientes. Otro problema que se observa más a menudo es el colapso de componentes de drenaje pluvial, el cual puede ser producto de la falta de mantenimiento a su estructura o a una mala práctica constructiva, donde se haya utilizado materiales no adecuados para su construcción. Por lo mencionado, para mitigar estos problemas es recomendable efectuar los estudios básicos para garantizar un diseño geométrico eficiente y que garantice la seguridad vial de los beneficiados.

En consecuencia, las carreteras en nuestra región simbolizan un factor decisivo en el crecimiento del país, la cual, el GORESAM ha priorizado la materialización del proyecto en mención mediante el Proyecto Especial Alto Mayo (PEAM). Por eso, esta obra será de vital importancia para conseguir el progreso en los lugares donde el acceso y la conexión con la zona urbana eran deficientes. Asimismo, esta vía permitirá incrementar el nivel de transitabilidad, facilitando la movilización de ciudadanos y sus productos de los centros productivos a las zonas comerciales de Moyobamba.

La actual condición de servicio de muchos de los principales accesos a la localidad de Moyobamba se encuentra en circunstancias lamentables. Tal es el caso del tramo Emp. Pe-5N

(Indañe) – sector Shango que se encuentra prácticamente en abandono, donde no se han realizado trabajos de mantenimiento en años. Por ello, es urgente mejorar las condiciones de servicio de esta vía, ya que será una vía auxiliar a la ruta nacional 5N, la cual aliviará el tránsito liviano y pesado que tendrá como destino final la zona comercial del distrito.

### **3.2. Determinación del Problema**

#### ***3.2.1. Problema Principal***

¿Cómo determinar la evaluación del diseño geométrico de la carretera en el proceso constructivo del camino vecinal Emp.PE-5N (Indañe) - sector Shango (Moyobamba)?

#### ***3.2.2. Problemas Secundarios***

¿Cómo evaluar el Índice Medio Diario Anual en el diseño geométrico de la carretera en el proceso constructivo del camino vecinal Emp.PE-5N (Indañe) - sector Shango (Moyobamba)?

¿Cómo evaluar el uso adecuado de los materiales empleados en el diseño geométrico de la carretera en el proceso constructivo del camino vecinal Emp.PE-5N (Indañe) - sector Shango (Moyobamba)?

¿Cómo evaluar las deficiencias en el diseño geométrico de la carretera camino vecinal Emp.PE-5N (Indañe) - sector Shango (Moyobamba)?

### **3.3. Objetivo General**

Determinar la evaluación del diseño geométrico de la carretera en el proceso constructivo del camino vecinal Emp.PE-5N (Indañe) - sector Shango (Moyobamba).

### **3.4. Objetivos Específicos**

Evaluar el Índice Medio Diario Anual en el diseño geométrico de la carretera en el proceso constructivo del camino vecinal Emp.PE-5N (Indañe) - sector Shango (Moyobamba).

Evaluar el uso adecuado de los materiales empleados en el diseño geométrico de la carretera en el proceso constructivo del camino vecinal Emp.PE-5N (Indañe) - sector Shango (Moyobamba).

Evaluar las deficiencias en el diseño geométrico de la carretera camino vecinal Emp.PE-5N (Indañe) - sector Shango (Moyobamba).

### **3.5. Justificación**

El presente trabajo se sustenta de manera práctica porque evalúa adecuadamente la aplicación y la empleabilidad de los materiales de mayor incidencia en la fase de construcción. Asimismo, permitirá cooperar en lo sustancial, con la documentación técnica comprendida en el proyecto, que en consecuencia, están vinculados con el diseño vial, la estructuración de capa de afirmado y superficie de rodadura, diseño de las obras complementarias como son accesos

vehiculares, peatonales, dispositivos de seguridad vial, actas de compromiso, obtención de metrados, análisis de precios, presupuesto de obra y otros componentes, como el expediente de supervisión, gastos administrativos, intervención ambiental y plan de mantenimiento post inversión. Estas actividades serán fundamentales para la realización del presente proyecto.

Es económica porque al hacer el debido uso de los materiales construcción de mayor incidencia en el proyecto, tales como el material granular preparado en cantera para ser colocado en capas (sub base y base), asfalto en caliente y el concreto premezclado, garantizará la calidad de los entregables como plataforma de vía, alcantarillas, muro de contención, veredas y cunetas. En consecuencia, se optimizarán los recursos empleados durante el proceso constructivo, la cual permitirá reducir los costos de los materiales. Por otro lado, al tener un control de los materiales y gestionarlos a medida que avanza el proyecto, permitirá prevenir retrasos e inconvenientes en avance programado de la obra.

Finalmente, se justifica socialmente porque a través del incremento de los niveles de servicialidad de la carretera tramo sector Indañe – sector Shango, se intenta brindar mejores condiciones de vida a los pobladores de estos sectores, equiparando las condiciones de vida que existen en otros puntos del distrito. Asimismo, el proyecto a materializar acrecentará el grado de servicialidad de la vía, creando bienestar y seguridad al momento de transitar en ella. Asimismo, permitirá conectar a los beneficiarios con los diferentes servicios básicos que ofrece Moyobamba como salud, educación, turismo y mercados.

Por lo mencionado, este proyecto se encuentra justificado bajo estos tres parámetros, permitiendo evaluar el diseño de la infraestructura y a la vez llevar a cabo el seguimiento y control en cuanto al manejo de los materiales de construcción.

### **3.6. Alcances y Limitaciones**

El presente trabajo se efectuará en la provincia de Moyobamba, en los sectores de Indañe y Shango. Tendrá un enfoque en la evaluación de tres principales factores del proyecto vial tales como, evaluación del IMDA, el empleo de los materiales en la construcción y evaluar las deficiencias en cuanto a su diseño. Así mismo, para la evaluación del IMDA, esta vía tiene un valor proyectado de 1275 vehículos/día, estableciendo una vía de segunda clase. Dicho esto, las características de vía que se enmarcan dentro del expediente técnico serán evaluadas para determinar si se ajustan a las especificaciones técnicas requeridas por el MTC. Por otro lado, para la evaluación de los materiales empleados en obra que tuvieron mayor incidencia serán analizados a partir de los diseños establecidos. Para el concreto, se evaluará el diseño de mezcla para  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , a fin de determinar si las cantidades son los adecuados. Asimismo, se evaluará el asfalto en frío y determinar si reúne las condiciones para soportar el alto tránsito vehicular que se tiene proyectado y las severas lluvias que se registran en épocas de invierno; caso contrario, dependiendo de los resultados se optará por hacer un cambio a asfalto en caliente. Finalmente, se evaluará las deficiencias de diseño geométrico, a fin de abordar una solución oportuna evitando sobrecostos por modificaciones que se pudo haber mitigado en la fase de ejecución del proyecto. Por otro lado, este trabajo tendrá como principal limitación la obtención de documentación que contenga los diseños y/o cálculos realizados para la conformación del expediente técnico y que será objeto de evaluación. En este caso, se solicitará la información faltante a la entidad (PEAM), a fin de cumplir con los objetivos del presente.

## 4. Marco Teórico

### 4.1. Antecedentes Bibliográficos

#### *Fuentes Internacionales*

Los estudios realizados por Freire (2020) donde realiza el diseño vial del tramo Shuyo - Pinllopata, ha demostrado el crecimiento vehicular es directamente proporcional al crecimiento poblacional; por lo que, hoy en día una de las tareas que requiere mayor enfoque es el mejoramiento de las carreteras. Asimismo, como un criterio de diseño es importante tener en cuenta al vehículo de diseño; ya que hoy en día se les está dotando de ciertas cualidades que puede representar una nueva variable de diseño, así como motores que otorgan mayor velocidad al vehículo. Por ello, es importante reunir todos estos criterios para establecer un diseño más riguroso, que brinde mayor seguridad y protección a los usuarios. Por eso, en atención a la demanda de mejorar y/o rehabilitar la infraestructura vial, se tiene que implementar un diseño con características técnicas que posibilite la libre circulación de vehículos y transeúntes en una vía que reúna las todas las condiciones necesarias para el cual fue diseñada. En cuanto, a la colección de datos, ha sido necesario utilizar el método de análisis de campo, el cual ha permitido evaluar el estado actual de la vía. También se ha realizado trabajo de gabinete para procesar la información, la cual, con ayuda de las normativas vigentes de diseño e información que otras entidades puedan proporcionar para desarrollar un diseño de vía que garantice el tránsito sin congestionamiento y mayor comodidad. Dentro de los resultados más resaltantes del estudio se tiene que el tránsito promedio es de 150 vehículos/día, la cual la carretera tiene una clasificación de Clase IV. Asimismo, del estudio topográfico, la carretera presente un terreno montañoso. Además, la vía según el diseño tendrá una calzada de 6.70 m y bermas de 1.00m. En conclusión, la vía por el valor de TPDA proyectado que

tiene, se clasifica en carretera clase IV. Se concluye que la carretera tiene una pendiente máxima de 7.5% en una distancia de 2800 m, la cual representa una distancia aceptable teniendo en cuenta que si un vehículo pasa por este tramo no sufrirá un esfuerzo adicional que pueda generarle algún daño o desgaste de sus componentes.

Asimismo, un estudio similar lo realizó Gallego (2020) en donde llegó a establecer propuestas para mejorar la infraestructura vial y a la vez crear mejores condiciones para incrementar la seguridad vial en los principales accesos del departamento de Caldas. Asimismo, mostró su preocupación por las pérdidas humanas; ya que según la OMS (2015), al año fenecen alrededor de 1'200,000 personas por consecuencia de siniestros viales. Estos acontecimientos representan un problema social, por lo que implica que los gobiernos incrementen los presupuestos para otorgar mejores condiciones a las vías existentes, con la finalidad de crear vías más seguras y más eficientes. Unos de los factores causantes de los siniestros viales son los defectos presentados en la capa de rodadura; ya que gran parte de los tramos se registran ondulaciones productos de asentamientos. Por lo expuesto, se propone reducir los altos índices de mortandad desarrollando óptimas condiciones a la infraestructura vial de Caldas, abordando criterios técnicos más eficientes en la delineación de nuevos proyectos viales. Asimismo, para recolección de información y obtener una data, se realizó un trabajo de investigación, en la cual se solicitó la información sobre accidentes de tránsito a las entidades y autoridades competentes de los años comprendidos entre el 2013 al 2017. De la información obtenida, se realizaron análisis de datos y diagnósticos de accidentalidad vial a fin de implantar estrategias para mitigar esta problemática social. Dentro de los resultados que se obtuvieron, se ha determinado que el número de accidentes viales entre los años mencionados ascienden a 2073, de las cuales están involucradas 81 vehículos

menores (motocicletas). Asimismo, de las personas accidentadas se tiene un registro de 50 fallecidos, de las cuales 22 personas conducían motocicleta y 03 personas eran ciclistas. Finalmente, concluye que para empezar a aminorar los índices de accidentes de tránsito y los elevados porcentajes de mortandad se tiene que priorizar la reestructuración de la infraestructura existente y proponer la inserción de nuevos dispositivos que cooperen a la seguridad vial en puntos de mayor índice de siniestralidad vial.

### ***Fuentes Nacionales***

Custodio (2022) realizó una investigación con el desafío de diseñar la vía de la ruta 906, tramo Yanasara y a la vez determinar la estructura del pavimento. Esta investigación lo realizó en la sierra central del país, donde señala que el sistema vial se encuentra en lamentables condiciones debido al escaso mantenimiento rutinario, el cual imposibilita la libre accesibilidad a los principales sectores agrícolas de la zona. Asimismo, la accesibilidad entre asentamientos poblacionales y áreas productivas es de manera restringida debido al pésimo estado situacional de las carreteras, unas a nivel de afirmado y trochas carrozables, la cual conlleva a prolongar los tiempos de recorrido de un lugar a otro y por ende dificulta la movilización de mercancías y pasajeros. Esta problemática radica en poca atención de autoridades y su limitada capacidad de gestión en velar por la creación de nuevos proyectos viales y en el mantenimiento de la infraestructura vial existente. Por otro lado, se ha utilizado la observación como técnica principal, apoyado por fichas de campo como material de apoyo para recopilar la información primaria en el inicio de la investigación. Para el conteo vehicular y en la determinación del IMDA también se empleó esta técnica. Además, de los diseños realizados, se obtuvo los espesores para cada estrato del pavimento. En consecuencia, los resultados de la investigación establecieron que la vía tiene

un promedio vehicular de 612 vehículos/día. Asimismo, según su orografía la carretera tiene una clasificación de terreno ondulado; ya que según el estudio topográfico la vía presenta pendientes a lo largo de la vía que oscilan entre 3% y 6 %. Además, la vía tiene una longitud de 1,924.24 m, 06 curvas horizontales y 06 curvas verticales, una calzada de 7.20 m de ancho con carriles de 3.60 m con un bombeo de 2.5 %, las cunetas serán de 0.75 m de ancho y una profundidad de 0.30 m. Por otro lado, según el estudio de suelos, la subrasante se clasifica un suelo A-2-6 (AASHTO), el CBR promedio es de 32.65 % considerada como excelente. Asimismo, con el método AASHTO 93, se ha determinado el espesor del pavimento, el cual será de 26 cm, donde la capa asfáltica tendrá un espesor de 8 cm y la base granular será de 18 cm. En conclusión, se logró caracterizar la vía, obteniendo un diseño concreto en función a las principales propiedades de su contexto. Asimismo, con el diseño propuesto, la carretera otorgará la seguridad vial y comodidad para circular en ella.

Canaza (2020) logró determinar los principales atributos de los agregados provenientes de los yacimientos de Sabandía y Uchumayo, las cuales serán empleadas en la conformación de capas de estratos variables según su diseño. Asimismo, señala que, para diseñar un pavimento, uno de los factores más importantes a tener en consideración será las cargas que emanan los vehículos (ligeros o pesados) al cual estará sometido el pavimento; ya que de esto dependerá el tiempo de servicialidad del pavimento y su resistencia al desgaste o deterioro del mismo. Por ello, es necesario tener detalladas las principales características del material granular a utilizar, a fin de obtener un diseño de pavimento eficiente que asocie las condiciones para ser técnicamente factible, funcional y duradero. Para los trabajos de colección de información, la técnica utilizada ha sido la observación para determinar algunas de las cualidades del material granular. Asimismo, se ha

utilizado hojas de cálculo para procesar la información, la cual cooperó a la elaboración de hojas de cálculo. A través del estudio de mecánica de suelo se obtuvieron resultados importantes para su uso. De los principales resultados se tiene que la cantera es de tipo aluvial con un volumen promedio de 100,000 metros cúbicos de material granular, la cual se puede dar uso en base (80%), sub base (80%) o relleno (85%). Además de los ensayos realizados se tiene un porcentaje de humedad de 8.50 %, óptimo contenido de humedad (Proctor modificado) de 2.18 gr/cm<sup>3</sup> y 81% de grado de compactación (CBR), el cual para una vía de bajo tránsito si cumple con la normativa. En conclusión, el agregado que existe en esta cantera cumple con los parámetros que establece el MTC, el cual podrá ser utilizado en un pavimento, previo diseño.

Torres y Medina (2019) actualizaron el diseño geométrico del camino vecinal Yuracyacu – El Valle de la Conquista. Actualmente, el estado situacional del servicio, ha tenido como resultado identificar los problemas más significativos en el tramo mencionado, las cuales obedecen a la falta de mantenimiento, erosión de plataforma y reducción de plataforma por el crecimiento de hierbas y/o malezas en los márgenes de la vía. Por eso, para incrementar los niveles de servicialidad en este tramo se busca establecer una nueva caracterización de la vía realizando un diseño vial según su contexto a fin de mejorar con su infraestructura, el cual garantice mayor seguridad y comodidad al momento de transportarse. Por consiguiente, la observación ha sido la técnica empleada; ya que facilitará saber la cifra de vehículos que transitan por estos sectores a lo largo del día. Procesada la información se ha establecido las principales características y condiciones necesarias de la infraestructura vial, obteniendo un diseño vial seguro, eficiente, sostenible y más económico. Los resultados obtenidos radican en la tipicidad del suelo, el cual es arena y arcilla de mediana plasticidad. Asimismo, la carretera presenta un IMDA proyectado de

50 vehículos/día, un ancho mínimo 5.50 m y como máximo 6.00 m. Además, por ser una carretera sin capa asfáltica con reducido volumen de transitabilidad, tendrá un espesor de afirmado de 15 cm como mínimo. Por otro lado, se instalarán 29 señales verticales de diferente tipo, reglamentarias, preventivas e informativas; la cual serán ubicadas a lo largo de la vía tanto lado derecho o izquierdo. En conclusión, a partir del diseño geométrico y los estudios realizados se ha determinado que este tramo requiere intervención en su totalidad desde la subrasante mejorándolo con el propio material granular suelto que se encuentra en la plataforma. Asimismo, empleando parámetros de diseño acorde a la normativa vigente, se determinaron las características necesarias para incrementar los niveles de seguridad vial y garantizar la transitabilidad para los volúmenes de tráfico actuales y proyectados.

Asimismo, Meléndez (2019) llevó a cabo una investigación donde analiza el Diseño Geométrico de la ruta nacional PE-3N. Sin embargo, también narra la problemática que con mayor frecuencia se aprecia en la zona de investigación. A menudo, existen problemas concernientes a la congestión vehicular, frecuentes accidentes viales y algunas deficiencias en el funcionamiento de cunetas y alcantarillas, teniendo como resultados la afección a los usuarios. Entonces, para resolver esta problemática, es necesario realizar un diseño vial bajo el enfoque del diseño geométrico de carreteras, con el motivo de alcanzar una superficie nivelada, mejor transitabilidad y más segura. Se realizó el estudio topográfico para conocer el estado real de la vía y posterior a ello, procesar la información en gabinete empleando el software Civil 3D y Microsoft Excel. Asimismo, se solicitó información acerca de accidentes de tránsito de los años 2018 y 2019 en la comisaría más cercana a los sectores de los siniestros, a fin de tener un registro de accidentes viales y establecer mejores criterios de diseño. Ahora bien, como resultados de la investigación se tiene una vía de 5.00 Km y

tiene una clasificación de carretera de segunda clase. La carretera tiene 6.60 m de ancho de calzada, carriles de 3.30 m cada uno y un bombeo de 2.50 %. Asimismo, en los primeros 4,000 m, el terreno presenta una superficie casi plana y el resto de la vía denota una topografía accidentada. El vehículo elegido para esta investigación es el WB-19 (AASHTO), la cual es equivalente al T3S2. En conclusión, se determinó que la condición actual del tramo es Malo, debido a que solamente existe al menos el 47.90 % de cumplimiento de la normativa, la cual a través de los rangos de medición propuesto en la investigación de 0.00 % - 60.00 % es Malo, 60.00 % - 90.00 % es Regular y de 90.00 % a 100.00 % es Bueno. Por lo mencionado, esta vía, objeto de análisis no obedece a las características básicas que establece el diseño geométrico de carreteras.

#### **4.2. Bases Teóricas**

En relación con la base teórica, se ha realizado una búsqueda de conceptos de diferentes autores que permitan fundamentar la variable Evaluación del Diseño Geométrico de Carreteras con sus respectivas dimensiones.

Un estudio realizado por Chiroque (2021) manifiesta que el diseño geométrico es el cimiento para el desarrollo de un proyecto vial, la cual establece las características principales de vía con el objetivo de satisfacer los principales objetivos de diseño como el grado de servicialidad, la reducción de tiempos de traslado y bienestar social.

Asimismo, el Manual de Carreteras DG-2018 (2018) hace mención al diseño vial como resultado final la caracterización final de todos los componentes de la vía, por lo que sus elementos generará bienestar social entre los usuarios.

Según Huamán y Sunción (2020) definen al IMDA a la cuantía de objetos motorizados que concurren en una vía específica y en un periodo de tiempo. Asimismo, permite conocer la tipicidad de vehículo y poder clasificarlo según sus ejes.

El Manual de Carreteras DG-2018 (2018), se refiere al IMDA como la media aritmética aritmético de la masa vehicular en un día de mayor concurrencia y que representará para cada día en el año, en un punto específico de la vía.

La teoría que plantea Carcaño y Grifé (2009) señala que los materiales de construcción se caracterizan porque pueden ser almacenados sin afectar sus características producto del pasar del tiempo. Asimismo, dentro de la construcción representa un gran porcentaje de incidencia y pueden ser consumidos de manera continua o dependiendo de su requerimiento.

Otra definición para los materiales de construcción lo expone Martínez (2009) donde afirma que los materiales de construcción con mayor frecuencia se utiliza en la materialización de obras civiles han ido evolucionando y mejorando su calidad con el pasar de los años. Los materiales más aprovechados han sido la madera y la piedra; ya que eran más frecuentes de encontrarse. Sin embargo, hoy en día, el cemento se emplea en cantidades exageradas en el mundo de la construcción por su costo más asequible y el tiempo de duración es más prolongado.

Con respecto a las deficiencias que existen en el diseño de vías, Moreno y Villa (2020) ha llegado a la conclusión que el correcto desarrollo o las deficiencias de una obra dependerá de la labor que desempeñe la supervisión de obra; debido a que su función principal es vigilar que los trabajos de ejecución de obra se realicen de acuerdo a lo enmarcado en el expediente técnico. Una de las principales deficiencias que ocurren en obra es el uso de materiales de construcción de dudosa calidad; por ello, el trabajo efectuado por el supervisor de obra tiene que ser incansable a fin de hacer prevalecer el uso de insumos que cumplan con requerimientos mínimos para su utilización.

Por otro lado, Núñez (2015) señala que una de las causas que da lugar a las deficiencias en el diseño vial de una carretera se origina desde la gesta del expediente técnico. Estos, normalmente son elaborados por terceros como empresas que prestan el servicio de consultoría. A su vez, el expediente técnico debe ser revisado por un especialista en la rama del proyecto; la cual garantice el correcto diseño y su óptima funcionalidad en la etapa de operación. En el expediente técnico se tiene que contemplar todos los detalles concernientes al área de influencia como topografía del terreno, datos hidrológicos, calidad de suelos, clima, entre otros; evitando futuros problemas por error de cálculos o de diseño.

Según Bonett (2014) define al proceso constructivo de una carretera como la manera de proceder desde los trabajos preliminares, trazado de vía, cortes y rellenos, configuración del pavimento hasta el acomodo de la carpeta asfáltica; ya sea pavimento rígido o flexible. El cumplimiento del debido proceso de los trabajos en obra garantizará la durabilidad de la carretera.

Para Díaz y Rojas (2018) declaran que el proceso constructivo es la agrupación de fases que se enlazan entre sí de acuerdo a la programación de obra con el propósito de concretizar un proyecto; ya sea vial, de infraestructura u otro.

La teoría desarrollada por Padilla (2016) manifiesta que en una obra, el recurso más importante es la labor humana, el cual demarcará el avance de una obra. Además, garantizará la calidad de los elementos terminados de una estructura principal de un proyecto. Asimismo, se debe llevar un control en los procesos a fin de optimizar las horas trabajadas; ya que su costo dentro del presupuesto tiene gran incidencia en el proyecto.

Según el Ministerio de Economía y Finanzas (2019), la mano de obra calificada en nuestro país representa la labor que ejercen profesionales, técnicos y obreros de vasta experiencia laboral. Dentro de los obreros, incluye capataces, operarios y oficiales que certifiquen su experiencia con capacitaciones en su rubro.

Para hablar de la experiencia profesional o laboral, el MEF (2018) detalla la importancia de la experiencia profesional y la acreditación de los profesionales a cargo del área de contrataciones de la entidad y/o funciones relacionadas directamente a alguna de las fases de contratación con terceros; ya sea profesionales y/o técnicos especializados.

En una de sus investigaciones de Weller (2003) señala que la experiencia profesional, hoy en día es de vital importancia para aplicar a un trabajo e inserción laboral. Esto explica el por qué

hay un alto índice de desempleo en los jóvenes que pretenden involucrarse en el mundo laboral; la cual, la expectativa de alcanzar un puesto de trabajo en un mundo globalizado puede ser más difícil de lo que parece.

La Universidad Nacional de Ingeniería (2009) afirma que en el mercado industrial se puede conseguir 02 tipos de maquinarias para ser utilizadas en el sector construcción; el primero, maquinaria estándar que es una maquinaria especializada que por su alto índice de empleabilidad se fabrica en serie, además se puede encontrar en diferentes modelos y tamaños. La ventaja es que normalmente existen repuestos y su mantenimiento tiene bajo costo. En cambio, los equipos o maquinarias especiales, son requeridos para realizar un solo trabajo en específico dentro de una obra.

#### **4.3. Definición de Términos Básicos**

Algunas de las definiciones básicas que se utilizarán en este trabajo lo establece el MTC a través del Glosario de Términos de Uso Frecuente en los Proyectos de Infraestructura Vial (2018). Dentro de las principales definiciones se tiene lo siguiente:

Afirmado, es un estrato de material seleccionado, que proviene de una cantera o procesada con espesores graduados. Este estrato deberá estar compactada con la finalidad de soportar el impacto que emana el tránsito vehicular.

Alcantarilla, es un elemento que permite la evacuación o el paso de un caudal de agua en cierto tramo de una vía. Las alcantarillas pueden ser de diferente material PVC, TMC y concreto armado.

Asfalto, representa al material semisólido de origen natural o producto de la refinación del petróleo. Su utilización, se basa principalmente para la conformación de carpetas asfálticas de una carretera en diferentes espesores, según el diseño realizado.

Base granular, su composición obedece a un previo diseño, con materiales seleccionados y mezclados homogéneamente. Este material se colocará sobre la sub base, según la estructuración del pavimento.

Berma, conforma parte de la plataforma de una carretera, que se encuentra de manera longitudinal y adyacente a la vía. El ancho de la superficie es variable de acuerdo al diseño establecido. Se utiliza para el pase de transeúntes y como una zona que permite el detenimiento vehicular.

Concreto, es la combinación de agregados, agua y cemento. En casos particulares se utiliza aditivos con la intención de desarrollar mejores condiciones de sus propiedades. La preparación del concreto dependerá de la estructura que se pretenda construir y de su dosificación.

Diseño Geométrico de Carreteras, representa la base de un proyecto vial, la cual establece caracterización final del conjunto tridimensional de su infraestructura, permitiendo satisfacer los principales objetivos que comprende su diseño, así como el nivel de servicialidad, seguridad, comodidad, su integración con el medio ambiente; y lo más importante, el tiempo de durabilidad para el tiempo proyectado.

Imprimación Asfáltica, consiste en la aplicación de un material de alta impermeabilización, que se utiliza para revestir la corona del pavimento. Su colocación se lleva a cabo previa colocación del asfalto.

Mezcla asfáltica en frío, representa a una mezcla que su preparación se realiza en una planta de asfalto y está conformada por agregados, material bituminoso y aditivos de acuerdo a un diseño establecido. Asimismo, es frecuente su empleo como capa de rodadura de carreteras.

Pavimento, grupo de capas conformadas por material granular y que reposan sobre la subrasante de la carretera. Esta estructura tendrá la misión de aguantar el peso vehicular y a la vez garantizar el buen funcionamiento de la vía para el tiempo de diseño establecido.

Rasante, representa el nivel de la superficie de rodadura terminada. Asimismo, este nivel será tomada desde el eje de carretera.

Por otro lado, en cuanto a la resistencia a la compresión del concreto, se refiere a la

capacidad de carga que tiene el concreto al aplicarse una fuerza de compresión sobre un testigo de concreto hasta su rotura. Este ensayo obedece a un control de calidad en un proyecto; el cual permitirá determinar si el concreto utilizado alcanza la resistencia predeterminada.

En cuanto a la sección transversal, consiste en representar un tramo de la vía de manera transversal a su eje. Esta sección permitirá observar los elementos y sus características que lo conforman desde su calzada hasta el derecho de vía, dependiendo del nivel de detalle del estudio topográfico realizado.

Vehículo, es todo aparato motorizado capaz de trasladarse con el fin de ayudar a las personas en el traslado de mercancías.

## **5. Propuesta de Solución**

### **5.1. Metodología de la solución**

En la evaluación del camino vecinal mencionado, se analizará el IMDA, el uso adecuado de los materiales, básicamente el concreto, material granular para la conformación del pavimento y carpeta asfáltica (asfalto en frío). Asimismo, también se evaluará las deficiencias que se hayan encontrado en la ejecución del proyecto.

La deficiencia de mayor envergadura ha tenido lugar en el diseño del asfalto en frío; ya que, debido a las condiciones climáticas propias del lugar, donde las lluvias son constantes en el

periodo de invierno y, por otro lado, la alta transitabilidad en el trayecto, conlleva a deducir que el horizonte de vida de la carretera reduciría, presentando fallas en su estructura en menos tiempo de lo estimado. Por esta razón, se hizo el cambio de asfalto en frío  $e = 2.225$  cm a asfalto en caliente  $e = 3.175$  cm.

Asimismo, en el tramo que abarca la zona urbana km. 1+280 al 2+147, se tuvo previsto ejecutar partidas de estacionamiento vehicular, teniendo como capa superficial adoquinado. En este sentido teniendo como antecedente la alta transitabilidad de en los sectores y las torrenciales lluvias en Moyobamba, se propuso hacer el cambio de estacionamiento con adoquines a superficie asfaltada con espesor  $e = 3.175$  cm.

Otro inconveniente durante la ejecución fueron los cambios en la rasante, debido a que para la elaboración del expediente no proyectaron futuras calles en la zona urbana, ya que durante la ejecución calles y jirones tenían conexión con la vía, tal es el caso de la Calle 2 (según plano de arquitectura – km. 1+810), se reemplazó la vereda por losa de pase vehicular, permitiendo el libre acceso en esa intersección.

### ***Estudio de Tráfico***

El DG-2018 establece que los análisis de tráfico vehicular permiten evaluar la tipicidad de vehículos; así también poder clasificarlos de acuerdo al número de ejes y a la vez conocer las cifras de los vehículos que concurren por el sector de Indañe en días específicos. La mayor cantidad de vehículos registrados en un día permitirá clasificar la vía y otorgarle las principales características

para el diseño geométrico.

Asimismo, el proyecto a evaluar contempla una longitud total de 2,147 m; el cual, el punto de control vehicular estuvo ubicado en la carretera ruta nacional 5N, en el empalme al camino vecinal del sector Indañe, donde los datos obtenidos se detallarán más adelante.

### **Recopilación de Información.**

Para identificar la masa vehicular que transitan por inmediaciones del proyecto, se efectuó en el lugar mencionado, el cual exigió realizar un análisis previo de trabajo de gabinete para determinar los tramos homogéneos de la vía, a fin de determinar el lugar más concurrido obteniendo datos más aproximados a la realidad.

### **Tabulación de la información.**

Este trabajo compete a las actividades de gabinete, donde la información obtenida será administrada mediante el programa Excel. Asimismo, se utilizará información estadística para el cálculo de IMDA proyectado a 10 años. Por otro lado, precisar que, el conteo vehicular será procesado en formatos de resumen, por día y según el sentido de la vía.

### ***Uso Adecuado de los Materiales***

Los materiales de mayor incidencia en la ejecución de la carretera y sus principales elementos como parte de la infraestructura vial son el concreto de tipo D, el cual será destinado para la construcción de un muro y pases vehiculares. Asimismo, el concreto armado tipo E,

empleado para la construcción cabezales y caja colectora de alcantarillas, veredas, cunetas (sección triangular, trapezoidal y rectangular) y sardineles.

Otros materiales predominantes serán los agregados que conforman el pavimento y la carpeta asfáltica, las cuales serán las principales capas del pavimento. Cada capa mencionada tendrá un espesor de acuerdo al diseño de pavimento.

### **Recopilación de información.**

En primer orden, se iniciará con la extracción de material granular de cantera, luego se procederá con el análisis y la determinación de sus principales propiedades. La cantera seleccionada está ubicada en el Centro poblado Naranjillo, teniendo como nombre Cantera Naranjillo – sector Túmbaro, ya que, por sus antecedentes, sus agregados son de mejor calidad que otras canteras de la zona y reúnen las características necesarias para su utilización.

### **Tabulación de la Información.**

Esta parte del trabajo compete al procesamiento de datos conseguidos producto de los análisis de las muestras de suelos. Su desarrollo compete a trabajo de gabinete, valiéndose del programa Microsoft Excel.

### ***Deficiencias en el Diseño Geométrico***

El diseño vial es uno de los estudios de mayor importancia debido a la envergadura de información que trasciende de su entorno. Por ello, como base de su desarrollo se parte se parte

con el estudio topográfico, la cual establecerán las características primarias de la vía, curvas verticales y horizontales, perfil longitudinal, seccionamiento y eje de vía.

### **Recopilación de información.**

Se realizará trabajos de topografía del área que involucra el proyecto para realizar la verificación de niveles en ciertos de control. Para el cual, se realizará con la ayuda de la estación total teniendo como inicio la progresiva 0+000 (Emp. Pe 5N - Indañe), y como fin el sector Shango – Moyobamba.

### **Tabulación de la Información.**

En esta fase de la evaluación, se realizará trabajo de gabinete, mediante los softwares Civil 3D y Excel. Además, se procederá a realizar el diseño vial, su infraestructura y obras complementarias en caso requiera. Asimismo, los trabajos a que competen al estudio topográfico serán de gran ayuda para la integración de planos de otras especialidades.

## **5.2. Desarrollo de la Solución**

### ***Estudio De Tráfico***

#### **Conteo vehicular.**

Para esta vía, se ha llevado a cabo el conteo vehicular, el cual en la siguiente tabla se mostrarán los resultados que han sido archivados en el expediente técnico.

**Tabla 1***Conteo vehicular para el estudio de tráfico de la vía*

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>IMD</b>	<b>Distribución (%)</b>
Automóvil	354	45.68
Camioneta	244	31.48
C.R	90	11.61
Micro	3	0.39
Bus grande	1	0.13
Camión 2E	77	9.94
Camión 3E	6	0.77
<b>Total</b>	<b>775</b>	<b>100.00</b>

*Nota.* Datos tomados de la documentación de la obra (2017).

Según la Tabla 01, se detalla la transitabilidad vehicular en la zona de control; el cual, en su mayoría fueron autos, camionetas, micros, buses, camiones de 2 y 3 ejes. Asimismo, estos se agruparán bajo el criterio de vehículos ligeros y pesados.

En cuanto a vehículos ligeros se obtuvieron una cantidad de 691, lo que representa un 89.16 % del total. Asimismo, para vehículos pesados (ómnibus, camiones y tráileres), se tiene la cifra de 85 unidades, representado el 10.84 % del total de unidades registradas.

### Variaciones Diarias.

Las variaciones diarias del tráfico no son homogéneas, dado que varía de acuerdo a los días de semana, días festivos, días laborables y feriados, entre otros factores que altere el flujo vehicular.

**Tabla 2**

*Variación diaria de tráfico*

Días	Vehículos Ligero	Vehículos Pesados	Total	%
Lunes	584	50	634	11.03%
Martes	1107	171	1278	22.23%
Miércoles	739	103	842	14.64%
Jueves	684	32	716	12.45%
Viernes	721	71	792	13.77%
Sábado	826	93	919	15.98%
Domingo	474	95	569	9.90%
<b>TOTAL</b>	<b>5135</b>	<b>615</b>	<b>5750</b>	<b>100.00%</b>

*Nota.* Datos extraídos de la documentación de la obra (2017).

### Proyecciones de Tráfico.

La proyección del tráfico estará relacionada con la tasa de su crecimiento y la producción bruta de la región que contribuye en la medición del flujo vehicular en el tramo de la carretera. Por otro lado, de los resultados que se obtenga producto de una proyección vehicular para 10 años, se

estimaré el IMDA proyectado, la cual servirá para la determinación de número de ejes.

### **Área de Influencia.**

Constituye el espacio del desarrollo del proyecto vial. Dicho esto, el área del proyecto abarca 2,147 m, que con la intervención para el mejoramiento de esta importante vía se generará un gran impacto social, cooperando a la mejora del estatus social y su seguridad vial.

### **Proyección de Tráfico Normal.**

Para su determinación se tomará como base los datos de la Tabla 01, los mismos que serán afectados por un factor de crecimiento.

### **Figura 2**

#### *Tasas de Crecimiento Vehicular*

TASAS DE CRECIMIENTO		
TIPO DE VEHICULO	TIPO DE TASA	%
VEHICULOS LIGEROS (AUTOMOVIL, CAMIONETAS, MICROS)	TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	3.70
VEHICULOS PESADOS (OMNIBUS, CAMIONES, TRAYLERS)	TASA DE CRECIMIENTO PBI	3.60

*Nota.* La figura muestra el crecimiento vehicular en función a sus tasas. Fuente: expediente técnico de la obra (2017).

Asimismo, se hará uso de la siguiente fórmula para el cálculo de la proyección de la demanda.

$$T_n = T_0 (1+r)^{(n-1)}$$

Donde:

n = Tránsito proyectado al año “n” (vehículos/día).

T<sub>0</sub> = Tránsito actual (año base o) en vehículos/día.

r = Tasa anual de crecimiento del tránsito.

**Tabla 3**

*Proyección de Tráfico Normal*

<b>Tipo de vehículo</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>
Automóvil	354	354	367	381	395	409	425	440	457	473	491
Camioneta	244	244	253	262	272	282	293	303	315	326	338
C.R	90	90	93	97	100	104	108	112	116	120	125
Micro	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
Bus grande	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión 2E	77	77	80	83	86	89	92	96	99	103	106
Camión 3E	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8
<b>Tráfico Normal</b>	<b>775</b>	<b>775</b>	<b>803</b>	<b>833</b>	<b>864</b>	<b>895</b>	<b>930</b>	<b>963</b>	<b>1000</b>	<b>1035</b>	<b>1073</b>

*Nota.* Estos datos han sido extraídos de la documentación de la obra (2017).

### Proyección de Tráfico Generado.

Será importante la determinación de la proyección de este factor, ya que en la documentación del proyecto se prevé su diseño para 10 años, el cual creará un impacto a favor de las diferentes actividades de producción económica.

**Tabla 4**

#### *Proyección de Tráfico Generado*

<b>Tipo de vehículo</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>
Automóvil	354	354	367	381	395	409	425	440	457	473	491
Camioneta	244	244	253	262	272	282	293	303	315	326	338
C.R	90	90	93	97	100	104	108	112	116	120	125
Micro	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
Bus grande	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión 2E	77	77	80	83	86	89	92	96	99	103	106
Camión 3E	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8
<b>Tráfico</b>											
<b>Normal</b>	<b>775</b>	<b>775</b>	<b>803</b>	<b>833</b>	<b>864</b>	<b>895</b>	<b>930</b>	<b>963</b>	<b>1000</b>	<b>1035</b>	<b>1073</b>

Automóvil	0	53	55	57	59	61	64	66	69	71	74
Camioneta	0	37	38	39	41	42	44	45	47	49	51
C.R	0	14	14	15	15	16	16	17	17	18	19
Micro	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Bus grande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tráfico Normal</b>	<b>775</b>	<b>775</b>	<b>803</b>	<b>833</b>	<b>864</b>	<b>895</b>	<b>930</b>	<b>963</b>	<b>1000</b>	<b>1035</b>	<b>1073</b>
Camión 2E	0	12	12	12	13	13	14	14	15	15	16
Camión 3E	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Tráfico Generado</b>	<b>0</b>	<b>117</b>	<b>120</b>	<b>124</b>	<b>129</b>	<b>133</b>	<b>140</b>	<b>144</b>	<b>150</b>	<b>155</b>	<b>162</b>
<b>IMD Total</b>	<b>775</b>	<b>892</b>	<b>923</b>	<b>957</b>	<b>993</b>	<b>1028</b>	<b>1070</b>	<b>1107</b>	<b>1150</b>	<b>1190</b>	<b>1235</b>

*Nota.* Datos tomados del expediente técnico de la obra (2017).

### **Factores de Carga.**

En cuanto a los factores de carga, en la tabla 06 se presenta el tipo de vehículos, los cuales tendrán valores en función al número de ejes.

**Tabla 5***Factores de carga*

Tipo de vehículo	Eje simple 2	Eje simple 4	Eje	Eje
	neumáticos	neumáticos	Tándem	Trídem
Bus 2E	0.6830	3.3023	0.0000	0.0000
Camión 2 Ejes (C 2E)	0.6830	0.0000	2.0192	0.0000
Camión 3 Ejes (C 3E)	0.6830	0.0000	2.0192	1.4204
Tráiler (T 3S2)	0.6830	0.0000	4.0384	0.0000
Camión 2 E + Remolque (C2-R2 2T2)	0.6830	6.6045	2.0192	0.0000
Camión 2 E + Remolque (C3-R2 3T2)	0.6830	6.6045	2.0192	1.4204

*Nota.* Datos extraídos de los estudios básicos del expediente de la obra (2017).

**Figura 3***Valor de ejes proyectados*

DETALLE	VEHICULOS LIGEROS				BUS	CAMIONES UNITARIOS		IMD acumulado	
	Autos	Pick up	C.R.	Micros	2E	2E	3E		
IMDi (Un Carril)	283	195	72	3	1	45	5	602	
Fdi	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	3.9800	2.7022	4.1196	-	
<b>EJES EQUIVALENTES</b>	<b>EE = IMDi * Fdi</b>							<b>IMD acum.</b>	
EE al 2012	0.03	0.02	0.01	0.00	3.98	120.25	18.54	142.82	
<b>TASAS (r)</b>	3.70	3.70	3.70	3.70	3.60	3.60	3.60	-	
<b>ACTUALIZACION</b>	<b>EE (2015) = EE (2012) * (1+r)<sup>n</sup></b>							<b>IMD acum.</b>	
EE al 2015	0.03	0.02	0.01	0.00	4.43	133.71	20.61	158.81	
<b>SERVICIO</b>	<b>AÑO (i)</b>	<b>N = 365/2*(EE 2006)*((1+r)<sup>n-1</sup>)/LN(1+r)</b>							<b>IMD acum.</b>
0	2,016	6	4	1	0	808	24,402	3,762	28,982
5	2,021	38	26	10	0	5,304	160,237	24,703	190,317
10	2,026	76	53	19	1	10,669	322,347	49,695	382,860

*Nota.* La figura detalla la proyección de ejes para la obtención del espesor de carpeta asfáltica.

Fuente: expediente técnico de la obra.

### **Análisis de Tráfico.**

Del conteo vehicular se ha determinado que el IMD por día es de 775 vehículos en la estación empalme sector Indañe; por lo que la vía tendrá una clasificación de vía de Segunda Clase ( $2,000 > \text{IMD} < 400$  vehículos/día).

Asimismo, de la proyección vehicular al décimo año se alcanzará un IMD de 1235 vehículos. En conclusión, para el diseño de la vía y determinar su caracterización se tomará como IMDA de 1235 vehículos/día.

### ***Uso Adecuado De Los Materiales***

#### **Diseño de Canteras y Diseño de Mezcla.**

En los diseños, se ha utilizado agregados de la cantera Naranjillo – Sector Túmbaro, con la intención de obtener la proporcionalidad de los agregados en las siguientes dosificaciones:

**Diseño: F´C = 175 kg/cm<sup>2</sup>**

Seguidamente se adjunta el detalle de materiales y cantidades para el diseño de mezcla del tipo de concreto en mención.

**Figura 4***Materiales para dosificación de concreto***a) MATERIALES****- Cemento ASTM Tipo I.**

Peso Específico	=	3.11 grs/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario	=	1,500 Kg./cm <sup>3</sup>

**- Agregado fino (Arena) zarandeado**Procedencia **Cantera Naranjillo - Sector Tumbaro**

Peso Específico	=	2.64 grs./cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto	=	1,693 Kg./m <sup>3</sup>
Peso Unitario Varillado	=	1,805 Kg./m <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción	=	1.49 %
Porcentaje de Humedad	=	2.22 %
Módulo de Fineza	=	3.68

**- Agregado grueso (Piedra Chancada)**Procedencia **Cantera Naranjillo - Sector Tumbaro**

Tamaño Máximo nominal	=	1 1/2"
Peso Específico	=	2.62 grs./cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto	=	1,536 Kg./m <sup>3</sup>
Peso Unitario Varillado	=	1,667 Kg./m <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción	=	0.56 %
Porcentaje de Humedad	=	1.41 %

*Christian Edward Ríos Paredes*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO DE  
 SUELOS Y CONCRETO

*Nota.* La figura muestra el diseño de mezcla para el tipo de concreto mencionado. Fuente: estudio de cantera y mezclas (2017).

Figura 5

*Dosificación en peso m<sup>3</sup>*

<b><u>Dosificación en Peso m<sup>3</sup></u></b>		
Asentamiento	=	3" a 4"
Factor Cemento	=	6.80 bol./m <sup>3</sup>
Relación Agua Cemento	=	0.71
Relación en Peso-C:P:A.	=	1.00 : 3.74 : 2.69
<b>Cantidades de Materiales en peso por m<sup>3</sup></b>		
- Cemento	=	289 kg/ m <sup>3</sup>
- Agua	=	205 lts./m <sup>3</sup>
- Agregado Fino	=	780 Kg./ m <sup>3</sup>
- Agregado Grueso	=	1,080 Kg./ m <sup>3</sup>
<b>Cantidad de Materiales en Volumen por m<sup>3</sup></b>		
- Cemento	=	0.193 m <sup>3</sup>
- Agua	=	0.205 m <sup>3</sup>
- Agregado Fino	=	0.460 m <sup>3</sup>
- Agregado Grueso	=	0.703 m <sup>3</sup>
- Relación en volumen:C:P.A.	=	1.00 : 3.70 : 2.50

### **RECOMENDACIONES**

- Zarandear el material de la siguiente manera:
  - Usar la grava cuyo tamaño máximo del agregado es 2" y menor que la malla N° 4 (4.76 mm).
  - Usar la arena cuyo tamaño máximo del agregado es menor que la malla N° 4 (4.760 mm).
  - Curar a los testigos de concreto de la misma manera que las estructuras.
  - Verificar el agua cuando sea necesario por causa de precipitaciones pluviales.
  - Eliminar elementos extraños, como trozos de madera, etc.
  - Se debe lavar la arena, máximo debe tener el 3% de finos.
  - Se debe lavar la grava, máximo debe tener el 1% de finos.



  
 Christian E. Paredes Paredes  
 TECNICO LABORATORIO

*Nota.* La figura señala la dosificación del concreto en m<sup>3</sup>. Fuente: estudio de cantera y mezclas (2017).

**Diseño:  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .**

## Figura 6

### Materiales para dosificación de concreto

**1.0** Diseño de una mezcla de concreto  $f'c = 210 \text{ Kg./cm}^2$ , de resistencia a la compresión a los 28 días

#### a) MATERIALES

**- Cemento ASTM Tipo I.**

Peso Específico	=	3.11 grs./cm <sup>3</sup>
Peso Unitario	=	1,500 Kg./cm <sup>3</sup>

**- Agregado fino (Arena) zarandeado**

Procedencia **Cantera Naranjillo - Sector Tumbaro**

Peso Específico	=	2.64 grs./cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto	=	1,693 Kg./m <sup>3</sup>
Peso Unitario Varillado	=	1,805 Kg./m <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción	=	1.49 %
Porcentaje de Humedad	=	2.22 %
Módulo de Fineza	=	3.68



**- Agregado grueso (Piedra Chancada)**

Procedencia **Cantera Naranjillo - Sector Tumbaro**

Tamaño Máximo nominal	=	1 1/2"
Peso Específico	=	2.62 grs./cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto	=	1,536 Kg./m <sup>3</sup>
Peso Unitario Varillado	=	1,667 Kg./m <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción	=	0.56 %
Porcentaje de Humedad	=	1.41 %

*Christian Eduardo Kios Pare*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONCRETO

*Nota.* La figura muestra el diseño de mezcla para el tipo de concreto mencionado. Fuente: estudio de cantera y mezclas (2017).

**Figura 7***Dosificación en peso m<sup>3</sup>***Dosificación en Peso m<sup>3</sup>**

Asentamiento	=	3" a 4"
Factor Cemento	=	7.90 bol./m <sup>3</sup>
Relación Agua Cemento	=	0.61
Relación en Peso-C:P:A.	=	1.00 : 3.00 : 2.20

**Cantidades de Materiales en peso por m<sup>3</sup>**

- Cemento	=	336 kg/ m <sup>3</sup>
- Agua	=	205 lts./m <sup>3</sup>
- Agregado Fino	=	740 Kg./ m <sup>3</sup>
- Agregado Grueso	=	1,010 Kg./ m <sup>3</sup>

**Cantidad de Materiales en Volumen por m<sup>3</sup>**

- Cemento	=	0.224 m <sup>3</sup>
- Agua	=	0.205 m.3
- Agregado Fino	=	0.437 m <sup>3</sup>
- Agregado Grueso	=	0.657 m <sup>3</sup>
- Relación en volumen:C:P.A.	=	1.00 : 3.05 : 2.00

**RECOMENDACIONES**

- Zarandear el material de la siguiente manera:
  - Usar la grava cuyo tamaño máximo del agregado es 2" y menor que la malla N° 4 (4.76 mm).
  - Usar la arena cuyo tamaño máximo del agregado es menor que la malla N° 4 (4.760 mm).
  - Curar a los testigos de concreto de la misma manera que las estructuras.
  - Verificar el agua cuando sea necesario por causa de precipitaciones pluviales.
  - Eliminar elementos extraños, como trozos de madera, etc.
  - Se debe lavar la arena, máximo debe tener el 3% de finos.
  - Se debe lavar la grava, máximo debe tener el 1% de finos.



*Christian Eduardo Rios Paredes*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO DE  
 SUELOS Y CONCRETO

*Nota.* La figura muestra la dosificación del concreto en m<sup>3</sup>. Fuente: estudio de cantera y mezclas (2017).

**CBR de Diseño**

Permite cuantificar la capacidad resistente del suelo en sus diferentes capas según el diseño del pavimento. Este ensayo se realiza en función a la humedad y densidad del suelo.

**Tabla 6***CBR de Diseño*

Progresiva Km.	N°	CBR		Valores únicos	Frec.	Acum.	Valores (%)	Percentil 60%
		CBR (95%)	(mayor a menor)					
00 + 000	1	5.06	13.35	13.35	1	1	16.67	
00 + 175	2	3.30	12.10	12.10	1	2	33.33	
00 + 675	3	6.90	7.55	7.55	1	3	50.00	
01 + 175	4	13.35	6.90	6.90	1	4	66.67	7.55
01 + 675	5	7.55	5.06	5.06	1	5	83.33	
02 + 175	6	12.10	3.30	3.30	1	6	100.00	

*Nota.* Datos tomados del informe de diseño de CBR (2017).

**Diseño de Pavimento.**

El pavimento está conformado por capas según sea el diseño, capaz de soportar cargas para el peso más crítico que pasará sobre su estructura. Asimismo, el material granular a colocar debe ser sobre la subrasante, bajo cierto grado de compactación.

**Figura 8**

*Requisitos y propiedades para el diseño de asfalto en caliente*

### 1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a) Periodo de diseño en años ( t ):	10
b) Numero de Ejes Equivalentes: Trafico ( $W18 = 106 \times [ \{(1+g) t - 1\} / g ]$ )	3.83E+05
c) Indice de servicialidad inicial ( pi ):	4.2
d) Indice de servicialidad final ( pt ):	2.0
e) Indice de confianza ( R% ):	75%
f) Desviación estándar normal ( ZR ):	-0.674
g) Error de combinación estándar ( So ):	0.45

### 2. PROPIEDADES DE MATERIALES

a) Modulo de Resiliencia de la Base Granular ( Mr ):	42,205.45 psi
b) Modulo de Resiliencia de la Sub Base Granular ( Mr ):	27,083.78 psi
c) C.B.R. de la Sub Rasante (%):	7.55 %
d) Modulo de Resiliencia ( $MR = 2555(CBR)^{0.64}$ )	9.32 ksi

*Nota.* La figura muestra los requisitos y propiedades para el diseño de asfalto en caliente. Fuente: diseño de asfalto en caliente (2018).

## Figura 9

*Cálculo del número estructural para el asfalto en caliente*

### **3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)**

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}(\frac{\Delta PSI}{(4.2-1.5)})}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

SN Requerido	G <sub>r</sub>	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
2.41	-0.08894	5.58	5.58

*Nota.* La figura muestra el cálculo para la determinación del número estructural del asfalto en caliente. Fuente: diseño de asfalto en caliente (2018).

## Figura 10

*Cálculo de la estructuración del pavimento*

### **3. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO**

#### **a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA**

Concreto Asfáltico Convencional (a1):	0.25
Base Granular (a2 = 0.249*logMr - 0.977):	0.17
Sub-Base (a3 = 0.227*logMr - 0.839):	0.17

#### **b COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA**

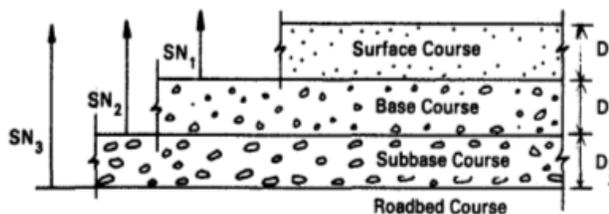
Base granular (m2)	1.00
Subbase (m3)	1.00

*Nota.* La figura muestra los cálculos para la estructuración del pavimento. Fuente: diseño de asfalto en caliente (2018).

**Figura 11***Cálculo espesores de capas del pavimento***4. CALCULO DE ESPESORES DE CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO: (AASHTO: II-35)**

El Número Estructural se calculará con la ecuación de diseño presentada por la AASHTO-93 se interrelacionan con los espesores de capa y drenaje según la expresión:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$



ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm)	D2(cm)	D3(cm)
1	2.41	2.91	2.2225	20	20

*Nota.* La figura muestra los cálculos realizados para determinar los espesores del pavimento.

Fuente: diseño de asfalto en caliente (2018).

**5.3. Factibilidad Técnica – Operativa*****Factibilidad técnica***

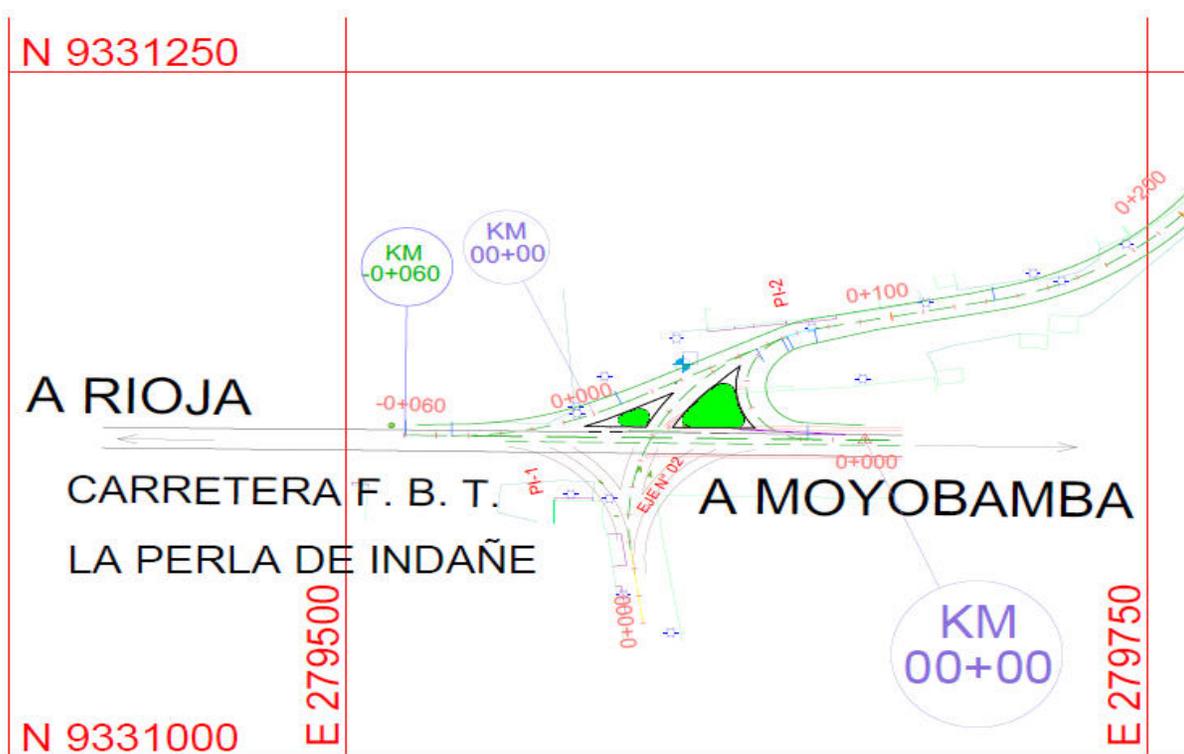
Para el desarrollo del presente trabajo, en cuanto al cumplimiento de los objetivos, se ha tenido la factibilidad técnica, ya que para realizar los estudios para los cambios en el proyecto se ha contado con el personal técnico capacitado, capaz de desarrollar la documentación pertinente y necesaria para la tramitación hasta la conformidad por parte de la entidad. En este sentido, siempre se ha contado con la participación del personal, con la disposición para solucionar los inconvenientes suscitados en la obra.

El proyecto se localiza dentro de la jurisdicción de la provincia de Moyobamba, teniendo como inicio el empalme de la ruta nacional 5N (sector Indañe) y un fin de tramo en el sector Shango, empalmándose en la Av. Ignacia Velásquez.

Las coordenadas UTM para el km. 0+000, al eje de vía son  $X=279584.121$ ,  $Y=9331120.299$  y  $Z=854.855$  m.

**Figura 12**

*Tramo km. 0+000 – Sector Indañe*

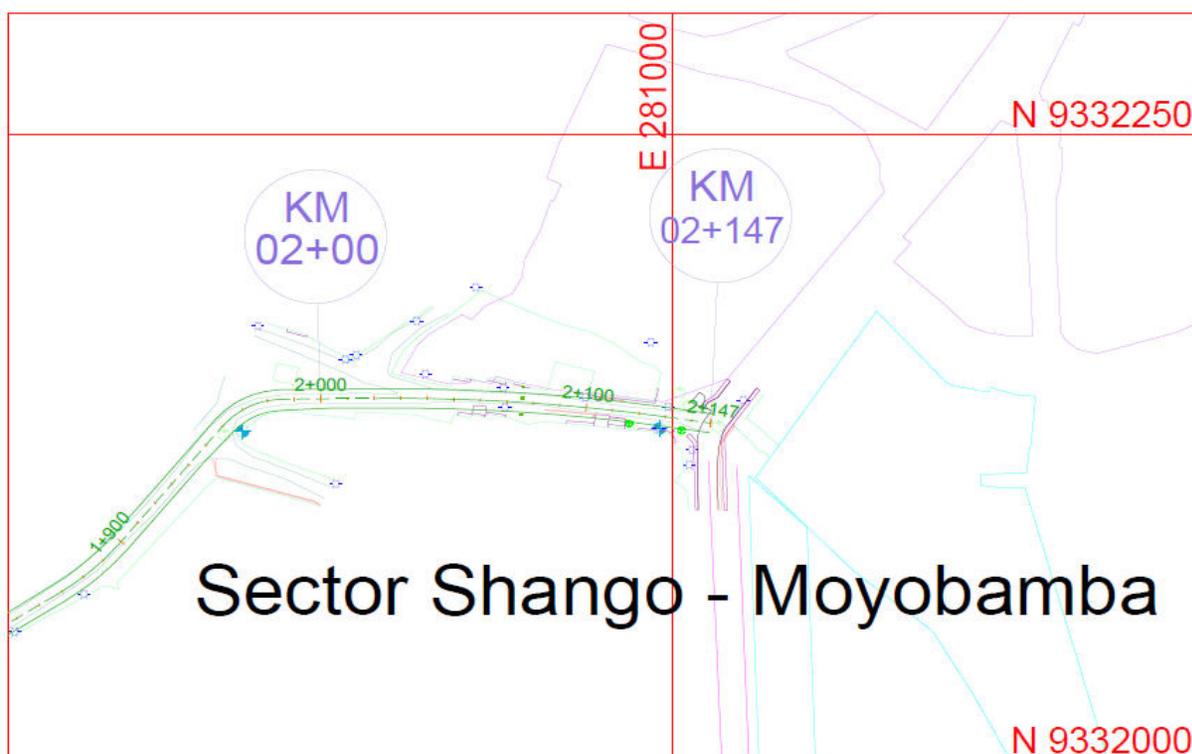


Nota. La imagen muestra el tramo km. 0+000 en el sector Indañe. (2023).

Asimismo, en el tramo final de la vía km. 2+147, sus coordenadas UTM en el eje de carretera son  $X=281014.499$ ,  $Y=9332132.879$  y  $Z=852.980$  m.

### Figura 13

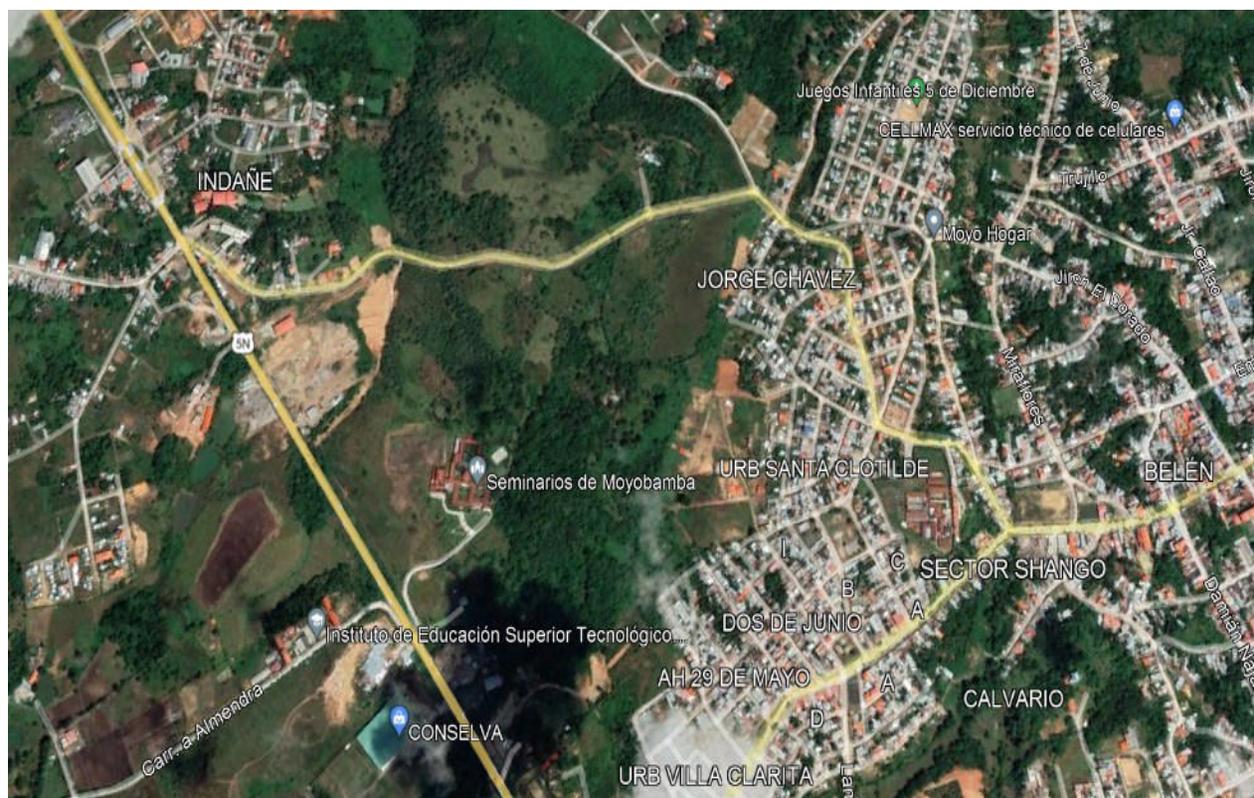
*Fin del tramo km. 2+147 – Sector Shango*



*Nota.* La imagen muestra el final del tramo km. 2+147 en el sector Shango - Moyobamba. (2023).

**Figura 14**

*Vista panorámica del tramo*



*Nota.* La imagen muestra la vista panorámica de tramo. Fuente: Google Earth Pro (2023).

### ***Factibilidad Operativa***

Para la ejecución de la obra, el Consorcio Vial Moyobamba, ha contado con personal técnico necesario, preparado para desarrollar los trabajos y actividades en el proceso constructivo. Para ello, también ha sido indispensable contar con maquinaria pesada, equipos y herramientas, la cual han intervenido de acuerdo a la programación de obra establecido por el contratista.

### ***Personal Operativo***

El área técnica estuvo conformada por el Residente de obra y su asistente, ingeniero de campo, ingeniero SSOMA su y asistente, técnico en suelos, concreto y asfalto, técnico topógrafo, maestro capataz general de obra y dibujante CAD. Este grupo técnico ha llevado a cabo sus funciones con la responsabilidad y el profesionalismo a cada momento con la finalidad de cumplir con el objeto contractual.

### ***Figura 15***

#### *Personal técnico en obra*



*Nota.* La imagen muestra el personal técnico de obra en el sector Shango tramo km. 1+980. (2023).

### *Maquinaria Pesada en obra*

Para el desarrollo de actividades que abarca movimiento de tierras se ha utilizado maquinaria pesada como: camiones volquetes, excavadora Cat 324D, rodillo liso de 12 Tn, motoniveladora, cisterna, cargador frontal y retroexcavadora. Asimismo, para los trabajos que involucra la partida de pavimento flexible se ha utilizado la pavimentadora, rodillo de neumático y rodillo tándem.

### **Figura 16**

#### *Excavadora Cat 324D*



*Nota.* La imagen muestra a una excavadora realizando trabajos de mejoramiento de sub rasante tramo km. 0+520 (2023).

**Figura 17**

*Rodillo 12 Tn y Retroexcavadora en obra*



*Nota.* La imagen muestra a un rodillo liso compactando el terreno de fundación para la instalación de una alcantarilla doble ojo Ø 72" tramo km. 0+451.40 (2023).

**Figura 18**

*Camión volquete realizando trabajos de eliminación de material excedente*



*Nota.* La imagen muestra a un camión volquete eliminando material de corte tramo km. 0+700. (2023).

**Figura 19***Cisterna hidratando la sub base*

*Nota.* La imagen muestra a la cisterna en obra, hidratando la subrasante tramo km. 0+380 (2023).

**Figura 20***Pavimentadora en obra*

*Nota.* La imagen muestra a la pavimentadora realizando trabajos de esparcido de pavimento en caliente tramo km. 1+200 (2023).

## Figura 21

### *Rodillo neumático en obra*



*Nota.* La imagen muestra a un rodillo neumático realizando trabajos de compactación de pavimento en caliente tramo km. 0+040 (2023).

### **Equipos en obra**

Los equipos más utilizados en el proceso constructivo han sido los equipos topográficos, se tuvo la disponibilidad de una estación total Topcon E-105 y 02 niveles topográficos. La estación total fue utilizada permanentemente para el replanteo de eje y anchos de vía a nivel de subbase, base y carpeta asfáltica, cunetas, veredas, alcantarillas, muros de contención y trazo para el pintado de eje de vía. Asimismo, el nivel topográfico fue utilizado para el control de cortes y rellenos, control de pendientes y emplantillado en toda la vía.

**Figura 22**

*Uso de estación total en obra*



*Nota.* La imagen muestra a mi persona realizando trabajos de trazado de eje de carretera utilizando el equipo topográfico Estación Total para la colocación de asfalto en caliente tramo km. 1+600. (2023).

En términos generales, la factibilidad operativa para el contratista de la obra siempre ha sido una virtud, debido a la capacidad de intervención técnica y operativa para la mitigación de inconvenientes en la obra. Esto ha permitido cumplir con los plazos establecidos evitando retrasos y sobrecostos durante la ejecución.

#### 5.4. Cuadro de Inversión

Los estudios realizados para la evaluación del diseño vial del tramo sector Indañe – sector Shango, han sido obtenidos del expediente técnico aprobado; por lo que, los gastos operativos serán mínimos. El desagregado del presupuesto de inversión se detallará en la Tabla 10.

**Tabla 7**

*Cuadro de Inversión*

N°	Descripción de la inversión	Und	Cant.	Costo	Costo
				Unit. (S/)	Parcial (S/)
<b>1.00</b>	<b>Recursos Humanos</b>				<b>S/. 5,000.00</b>
	Inversión por Desarrollo y Asesoramiento del TSP	glb	1.00	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00
<b>2.00</b>	<b>Materiales</b>				<b>S/. 250.00</b>
	Papel bond A4	millar	1.00	S/. 18.00	S/. 18.00
	Archivadores	und	3.00	S/. 15.00	S/. 45.00
	Tablero de madera	und	2.00	S/. 6.00	S/. 12.00
	Otros artículos de oficina	glb	1.00	S/. 25.00	S/. 25.00
	Compra de Manuales y libros, referentes a diseño de carreteras	glb	1.00	S/. 150.00	S/. 150.00
<b>3.00</b>	<b>Herramientas</b>				<b>S/. 70.00</b>
	Flexómetro 5 metros	und	1.00	S/. 15.00	S/. 15.00
	Flexómetro 50 metros	und	1.00	S/. 55.00	S/. 55.00

N°	Descripción de la inversión	Und	Cant.	Costo	Costo
				Unit. (S/)	Parcial (S/)
<b>4.00</b>	<b>Equipos</b>				<b>S/. 430.00</b>
	Alquiler de Estación total	día	2.00	S/. 100.00	S/. 200.00
	Alquiler de Nivel Topográfico	día	2.00	S/. 100.00	S/. 200.00
	Mantenimiento de Laptop	glb	1.00	S/. 30.00	S/. 30.00
<b>5.00</b>	<b>Otros Gastos</b>				<b>S/. 80.00</b>
	Impresión de planos a color A1, A2	glb	1.00	S/. 50.00	S/. 50.00
	Copias e impresiones	glb	1.00	S/. 30.00	S/. 30.00
<b>TOTAL</b>					<b>S/. 5,830.00</b>

*Nota.* Datos elaborados personalmente.

## 6. Análisis de Resultados

### 6.1. Análisis costos – Beneficio

Del análisis realizado para realizar el cambio de asfalto en frío a asfalto en caliente, se nota la mejora en el número de estructura del pavimento SN mejorado =  $3.10 - 2.91 = 0.19$ , calculando el porcentaje de mejora equivale a  $= (0.19/2.91) \times 100 = 6.28 \%$ , el cual se estaría garantizando la durabilidad del pavimento para el periodo que fue diseñado. El espesor que se planteó para la capa de rodadura es de 3.175 cm, con SN = 3.10, siendo esto mayor que el del diseño concebido que es de 2.2225 cm, con un SN = 2.91.

El costo del asfalto con SLURRY SEAL, que se dedujo y se reemplazó por asfalto en caliente es del mismo costo, porque el monto del adicional de obra será S/ 0.00.

A continuación, se detalla el presupuesto del deductivo vinculante, que corresponde al cambio de asfalto.

**Tabla 8**

*Presupuesto de Deductivo Vinculante*

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Precio Parcial</b>
				<b>Unitario</b>	
<b>04</b>	<b>Pavimento Flexible</b>				<b>593,034.96</b>
04.04	Tratamiento Superficial Bicapa	m <sup>2</sup>	17,274.54	13.89	239,943.36
04.05	Slurry Seal espesor 15mm	m <sup>2</sup>	17,274.54	20.44	353,091.60
	Costo Directo				593,034.96
	Gastos Generales (8.98%)				53,268.25
	Utilidad (17.47%)				103,582.97
<b>Total del Presupuesto Ofertado</b>					<b>749,886.18</b>

*Nota.* Datos tomados del Informe Técnico del Deductivo Vinculante 01 (2018).

Asimismo, se detalla el presupuesto de adicional de obra, correspondiente al cambio de asfalto durante la ejecución.

**Tabla 9***Presupuesto de Adicional de Obra*

Ítem	Descripción	Und	Cantidad	Precio	Precio
				Unit. (S/)	Parcial (S/)
<b>04</b>	<b>Pavimento flexible</b>				593,034.96
04.04	Extendido y compactado de la mezcla asfáltica en caliente	m <sup>2</sup>	17,274.54	13.89	239,943.36
04.05	Preparación de la mezcla asfáltica en caliente en planta	m <sup>2</sup>	17,274.54	20.44	353,091.60
	Costo Directo				593,034.96
	Gastos Generales (8.98%)				53,268.25
	Utilidad (17.47%)				103,582.97
<b>Presupuesto Total</b>					<b>749,886.18</b>

*Nota.* Datos tomados del Informe Técnico del Adicional de Obra (2018).

Por lo señalado, el costo del Deductivo Vinculante y el Adicional de obra es el mismo por un monto de S/ 749,886.16, por el cual no estaría perjudicando a ninguna de las partes con un incremento de costo. En conclusión, el monto del Adicional de obra es S/ 0.00.

## 7. Aportes más Destacables a la Empresa/ Institución

En el periodo de ejecución del proyecto, suscitaron ciertos inconvenientes en cuanto a la realización de los trabajos que involucra el proceso constructivo. Esta experiencia profesional, siendo parte del personal clave del proyecto, los aportes más significativos se basan en saber emplear el aprendizaje durante los estudios universitarios y el desarrollo de técnicas dentro del marco normativo, a fin de mitigar los problemas en la obra.

Se realizó la evaluación del pavimento propuesto, concluyendo que, debido a las constantes lluvias en la zona de trabajo, la constante transitabilidad de vehículos que iba a soportar la vía con una carpeta asfáltica a base de asfalto en frío, fueron las causas que implicó realizar un cambio en cuanto a las características y especificaciones del asfalto. Por ello, en coordinación de la entidad y la supervisión de obra, se aprobó realizar el cambio de asfalto en frío a asfalto en caliente.

Para realizar este cambio, se realizó el Informe de Deductivo Vinculante de Obra N° 01, con un presupuesto de S/ 749,886.18 y a la vez, desarrollar el informe técnico de Adicional de Obra N° 01, con un monto de S/ 749,886.18. Al ser los montos iguales, tanto del deductivo vinculante y el adicional de obra, se deduce que el monto del adicional de obra es S/ 0.00, no existiendo deducción ni incremento del presupuesto asignado para tal partida.

Asimismo, dentro del área urbana estaba proyectado un área de 375.00 m<sup>2</sup> para estacionamiento con adoquines de concreto e = 8 cm, con un presupuesto de S/ 76,622.16. Para

esta partida se optó por realizar el cambio de pavimento con adoquines de concreto a asfalto en caliente, por las mismas causas ya mencionadas, el alto tránsito vehicular y las fuertes lluvias en la zona. Para tal caso, mi persona participó en la toma de decisiones para realizar dicho cambio. A su vez, los montos serían invariables para su ejecución manteniendo el monto contractual para dicha partida.

Respecto a las variaciones de las secciones en los tramos km. 1+400 - km. 1+460 y tramo km. 1+860 - km. 1+900 lado izquierdo, producto de la omisión de pases vehiculares para calles, se tuvo que hacer una modificación debido a que existía proyecciones de calles, el cual interfería en el diseño de vereda y cuneta rectangular. Para este caso, se tuvo que rediseñar estos tramos, reemplazando los tramos de vereda por losas de pase vehicular.

## **8. Conclusiones**

En la investigación desarrollada por Torres y Medina (2019), lograron actualizar el diseño geométrico de su tramo, donde concluyeron que el tramo requiere intervención en su totalidad desde la subrasante, mejorándolo con el propio material existente que se encuentra en la plataforma. Asimismo, haciendo uso de las normativas vigentes se establecerá los parámetros de diseño para establecer las principales características de la vía, necesarias para mejorar la seguridad vial y asegurar que el servicio que ofrecerá la vía sea óptimo para los volúmenes de tráfico actuales y proyectados. En este sentido, para el diseño de carreteras, se debe iniciar con las tareas relacionados al levantamiento topográficos a detalle del área de influencia directa, recopilando información necesaria para generar un diseño eficiente y de calidad. Para el tramo Emp. Pe – 5N

(Indañe) – Sector Shango (Moyobamba), presenta un diseño geométrico con deficiencias en el diseño de carpeta asfáltica y también en la omisión de proyectar futuras calles en el área urbana. Por ello, durante la ejecución se realizaron modificaciones para garantizar la durabilidad de la obra, la calidad de su infraestructura y sobre todo evitar sobrecostos en mantenimiento en el corto plazo.

Asimismo, también se evaluó el IMDA en el diseño geométrico del camino vecinal sector Indañe - sector Shango, donde el MTC (2018) señala que el proyectista encargado de realizar el diseño vial pueda valerse de parámetros especificaciones técnicas para el correcto diseño de una vía, cumpliendo con los requisitos prioritarios para asegurar la funcionalidad de la vía. Asimismo, Freire (2020) ha realizado el diseño vial del tramo Shuyo - Pinllopata, donde se enfocó con mayor detenimiento fue en el estudio de tránsito, el cual es el parámetro que determina la clasificación de la carretera y sus principales características. Por eso, determinó que la vía según el diseño tendrá una calzada de 6.70 m y bermas de 1.00m. debido a lo desarrollado, concluyó que la vía por el valor de TPDA proyectado que tiene, se clasifica en carretera clase IV. Por lo mencionado se puede deducir que, para el inicio de la vía, el parámetro más influyente es el TPDA o IMDA, ya que con tal valor permite clasificar la vía y asignar las principales características de la vía. Por eso, cuando se realiza el estudio de tráfico es necesario proyectar la población vehicular en un tiempo no menor de 10 años para garantizar el libre tránsito, mayor comodidad al momento de transportarse. Esta condición de diseño contribuirá en gran manera a la seguridad de los transportistas evitando accidentes de tránsito. En la evaluación del IMDA del presente tramo, la proyección alcanzó la cifra de 1275 vehículos/día, en este sentido la vía será de segunda clase y un ancho de calzada de 6.60 m. Asimismo, se concluye que la mejora de las condiciones de una carretera contribuirá al

desarrollo y bienestar social de sus beneficiados; así también en el control de pérdidas humanas.

Además, se evaluó el uso adecuado de los materiales empleados en el tramo camino vecinal sector Indañe - sector Shango (Moyobamba). Martínez (2009) afirma que la empleabilidad de materiales asociados a la construcción ha ido evolucionando y mejorando su calidad con el pasar de los años. A su vez, Canaza (2020) ha determinado las principales características de los agregados la cantera de Sabandía, las cuales serán empleados en la conformación de pavimentos de estratos variables según su diseño. Del desarrollo de su investigación concluye los agregados de la cantera estudiada sí cumplen con las características señala el MTC para su uso en la conformación de un pavimento. Por lo mencionado, un pavimento con este agregado tendrá gran responsabilidad en la durabilidad de la vía y sobre todo evitar costos adicionales en mantenimiento a corto plazo. Sin embargo, el pavimento de la vía en evaluación presenta una estratigrafía con capas iniciales de 20 cm cada una con material granular diseñado. Asimismo, realizado el cambio de asfalto en frío con espesor de 2.2225 cm a asfalto en caliente con espesor de 3.175 cm, permitirá mayor durabilidad de la carpeta asfáltica en todo el tramo, debido a que presenta un mayor espesor y de mejor comportamiento de resistencia al sometimiento de cargas causadas por el alto tránsito en la zona.

Finalmente, de la investigación de Moreno y Villa (2020) se deduce que las probabilidades de tener éxito o caso contrario fracasar en una obra dependerá de la labor que desempeñe la supervisión de obra; debido a que su función principal es vigilar que los trabajos de ejecución de obra se realicen de acuerdo a lo enmarcado en el expediente técnico. Una de las principales deficiencias surge en las obras se debe a la defectuosa calidad de los materiales de construcción; por eso, el trabajo de la supervisión de obra tiene que ser infalible a fin de hacer prevalecer el uso

de insumos que cumplan con el requerimiento mínimo para su utilización. Por otro lado, Gallego (2020) evaluó las deficiencias en cuanto al diseño de carreteras, donde señala que la seguridad vial es una de ellas. Por lo que, incentiva a enfatizar más en la señalización vial porque de eso dependerá la mitigación de accidentes. Concluye proponiendo alternativas de mejora en base a los fundamentos de la seguridad vial y enfocándose mayormente en la mejora de la infraestructura existente en zonas donde se registre mayor índice de riesgo. Por lo dicho, las deficiencias de diseño parte de la falta de criterio del proyectista y la realización de un levantamiento topográfico no a detalle; por ello, en el desarrollo de una obra se encontraron ciertas falencias. Una de las más puntuales fue la modificación de vereda y cuneta en dos tramos de la vía del lado izquierdo. Para tal caso, se rediseñó la cuneta y se reemplazó las veredas por losas de pase vehicular. la variación en cuanto al costo fue nula, ya que los metros se mantuvieron.

## **9. Recomendaciones**

El diseño geométrico de una vía, siempre estará enfocada en brindar la caracterización adecuada para la vía según su clasificación. Por ello, después de haber realizado el diseño de un proyecto vial, se recomienda realizar una evaluación más a detalle con la finalidad mitigar las deficiencias en la menor proporción posible. Estas deficiencias pueden surgir por un defectuoso estudio topográfico u errores de cálculo en los diferentes estudios que se realizan para la conformación del expediente técnico. Esto ayudará a que durante el proceso constructivo se evite sobrecostos por un adicional de obra y pagos de mayores gastos por el incremento de plazo para ejecutar la obra.

Asimismo, es recomendable elaborar el análisis de tráfico donde haya mayor concurrencia o flujo vehicular, permitiendo conocer el IMDA con mayor certeza, a su vez proyectar el volumen vehicular a un grado de mayor certeza. Del estudio de IMDA dependerá la caracterización de la vía, un error en su cálculo generará inconvenientes durante su vida útil.

Los materiales que se emplearán para la conformación del pavimento, se tendrán que calcular para soportar las cargas críticas generados por el flujo vehicular y a su vez, resistir las condiciones climáticas más severas de la zona. Por eso se recomienda, analizar y tomar en cuenta todas estas consideraciones para que en la etapa de construcción se evite hacer modificaciones en la estructuración del pavimento, más aún en la carpeta asfáltica, ya que por lo general esta partida involucra gran incidencia en el presupuesto contractual.

Finalmente, para la etapa de diseño es recomendable considerar la proyección de futuras calles, jirones o avenidas, ya que el diseño en la intersección de una de estas con la vía de diseño se tendrá otro tipo de diseño. Este diseño estará condicionado por el pase vehicular de manera constante, por el cual se tiene que diseñar losas de pase vehicular, la cual supone mayor resistencia que una vereda. Estas consideraciones se tienen que tener en cuenta en el estudio topográfico y los trabajos en gabinete.

## 10. Referencias

*Aprueban “Glosario de Términos de Uso Frecuente en los Proyectos de Infraestructura Vial”- RESOLUCION DIRECTORAL-Nº 02-2018-MTC/14.* (s. f.). Recuperado 19 de febrero de 2023, de <http://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-glosario-de-terminos-de-uso-frecuente-en-los-proye-resolucion-directoral-no-02-2018-mtc14-1610233-1/>

Bonett Solano, G. E. (2014). *Guía de procesos constructivos de una vía en pavimento flexible.* <http://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/12010>

Canaza Canaza, J. U. (2020). *Evaluación de las propiedades de los materiales de base y sub base para pavimentos del distrito de José Luis Bustamante y Rivero* [Universidad Continental]. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/9034>

Carcaño, S., & Grifé, Z. (2009). *La administración de los materiales en la construcción.*

Condori Mamani, W. (2019). *Diseño geométrico de la carretera Oyón- Ambo-tramo ramal para optimizar recursos en la provincia de Oyón.* [Universidad Peruana Los Andes]. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1373>

Custodio Bueno, S. J. (2022). *Diseño geométrico y estructural del pavimento flexible de la ruta 906 tramo Yanasara de la red vial vecinal empalme PE-10B, provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad, 2022* [Universidad Nacional de Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/19670>

Díaz Gutierrez, E. R., & Rojas Quiroga, M. A. (2018). *Análisis de los procesos constructivos en infraestructura vial para la generación de cartilla de procesos constructivos de pavimentos de concreto hidráulico aplicados en transitos vehiculares de bajos volumen en la región del Alto Magdalena* [Thesis]. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/5709>

Freire Ruiz, C. D. (2020). *Diseño geométrico de la alternativa vial Shuyo-Pinllopata en el tramo KM 20+000- 24+000 perteneciente a los cantones Pujili y Pangua de la provincia de Cotopaxi* [BachelorThesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/30683>

Gallego Zuluaga, J. F. (2020). *Evaluación de la seguridad vial en las vías nacionales de la zona centro-sur del departamento de Caldas y propuestas de mejoramiento con relación a la infraestructura vial* [Trabajo de grado - Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79742>

Huamán Román, I. A., & Suncion Saavedra, C. C. (2020). Propuesta de tipo de vehículo característico y su relación con los parámetros de diseño geométrico y de pavimentos en caminos de bajo volumen de tránsito. *Repositorio institucional - URP*. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/3673>

*Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf*. (s. f.). Recuperado 1 de febrero de 2023, de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/)

Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf

Martinez, K. (2009). *Materiales Para Ingeniería Civil—Michael S. Mamlouk & John P. Zaniwski* (2da Edición).

[https://www.academia.edu/32903208/Materiales\\_Para\\_Ingenier%C3%ADa\\_Civil\\_Michael\\_S\\_Mamlouk\\_and\\_John\\_P\\_Zaniwski\\_2da\\_Edici%C3%B3n\\_](https://www.academia.edu/32903208/Materiales_Para_Ingenier%C3%ADa_Civil_Michael_S_Mamlouk_and_John_P_Zaniwski_2da_Edici%C3%B3n_)

Melendez Muñoz, M. Á. (2019). *Análisis técnico del diseño geométrico de la carretera nacional PE-3N, con relación al manual de carreteras DG-2018, tramo: KM. 136+000 – KM. 141+000* [Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión].  
<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1654>

Ministerio de Economía y Finanzas. (2019). *Precio Social Mano Obra—Unidad de Coordinación de Cooperación Técnica y Financiera – UCCTF - Studocu*.  
<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-trujillo/administracion-estrategica/precio-social-mano-obra/41479288>

Moreno Natera, A. A., & Villa Sanmiguel, L. A. (2020). *Análisis de variables causantes de retrasos de obras viales en la Región Caribe*. <https://hdl.handle.net/11323/6917>

Núñez Álvarez, J. (2015). *Fallas presentadas en la construcción de carreteras asfaltadas. Universidad de Piura*. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2143>

Padilla-Bonilla, A. A. (2016). *Productividad y rendimiento de mano de obra para algunos procesos constructivos seleccionados en la ejecución del edificio ISLHA del ITCR.*

<https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6732>

Torres Abanto, J. F., & Medina Saucedo, E. (2019). *Propuesta para la actualización del diseño geométrico de la carretera vecinal Yuracyacu- El Valle de la Conquista, bajo criterios de seguridad y economía* [Universidad Nacional de San Martín. Fondo Editorial].

<http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3388>

Universidad Nacional de Ingeniería. (2009). *TRABAJO DE EXPLANACION EN OBRAS VIALES CURSO DE ESPECIALIZACION OBRAS HORIZONTALES - PDF Free Download.*

<https://docplayer.es/19558560-Trabajo-de-explanacion-en-obras-viales-curso-de-especializacion-obras-horizontales.html>

Weller, J. (2003). *La problemática inserción laboral de los y las jóvenes.*

## 11. Anexos

## Anexo 1

## Figura 23

Asiento N° 317 del Residente de obra donde se sustenta la solicitud de cambio de asfalto

Hebert William Araya Quiroz  
ING. CIVIL RESIDENTE DE SUPERVISIÓN

Asiento N° 317 Del Contratista 16/10/2018  
Se hace el reconocimiento a la Superfista.  
q' el componente de la partida de 04.04 y  
04.05, es necesario cambiar de asfalto en  
frío por asfalto en caliente, así mismo  
se plantea mejorar el número ESTRUCTURAL  
de 2.91 a 3.0, con un espesor de asfalto  
en caliente de 3.175 cm, mejor que el  
calculado con 2.91 que es de 2.225 cm. Esto  
para garantizar la resistencia y durabilidad  
del pavimento debido q' esta  
Vía es una carretera a una Vía Nacional.  
y esta conduce con riesgo de abersión  
caminando el Mercado Central de Moyobamba  
en el cruce con la Vía Nacional.

CONSORCIO VIAL MOYOBAMBA  
CONSORCIO SUPERVISOR MOYOBAMBA

Rene Basilio Paredes Vásquez  
ING. RESIDENTE DE OBRA

Hebert William Araya Quiroz  
ING. CIVIL RESIDENTE DE SUPERVISIÓN

INSPECTOR

---

Contratista: .....

FECHA: 16/10/2018

Por lo q' se sugiere el cambio de  
dicho pavimento de asfalto en frío  
por asfalto en caliente, el cual se están  
haciendo llegar el sustento necesario  
x Se observa q' en el Tramo 0+456.80 a  
0+544.90, existe peligro de erosión  
de talud, debido que el tallo es de  
5 m de altura por lo q' se sugiere  
bajar la altura del Tallo a 4.50 m de  
altura y mejorar el ancho de la calzada  
para la ejecución de bordillos laterales  
y evitar el deterioro prematuro de los  
bordes de la calzada, hasta la fecha no se  
se tiene Abersión el Tramo 1+780 al 2+130.  
Por encmendarse el Consorcio Moyobamba

Rene Basilio Paredes Vásquez  
RESIDENTE DE OBRA

Nota. La imagen muestra la anotación en el cuaderno de obra del sustento técnico para el cambio de asfalto de frío a caliente. Fuente: Cuaderno de obra (2018).

## Anexo 2

## Figura 24

Asiento N° 318 del Supervisor de obra respondiendo al cambio de asfalto

RESIDENTE DE OBRA  
CIVIL N° 11579

Asiento N° 318. Del Supervisor

Fecha: 16 octubre 2018

1) Al Contratista: "ES ACEPTABLE LA PROPUESTA DEL CONTRATISTA DE CAMBIAR EL DISEÑO DE PAVIMENTO ASFALTICO EN FRIO. (TRATAMIENTO SUPERFICIAL BUNDA)  $e = 2.25 + \text{UN FOLIO SURLEY} = 15 \text{MM}$ ; POR UN PAVIMENTO ASFALTICO EN CALIENTE ( $e = 3.175 \text{ CM}$ ), SIEMPRE Y CUANDO NO CONSIDERE UN MAYOR PRESUPUESTO. DEBIDO AL MEJOR COMPACTAMIENTO DEL ASFALTO EN CALIENTE QUE ASFALTO EN FRIO Y SOBRE TODO SI SE INCREMENTA EL ESPESOR DE 2.25 A 3.175 CM.

2) EN EL SECTOR DEL K+0+456.80 AL K+0+544.90. EL DIA DE HOY SE REALIZO UN CONTROL GEOMETRICO DEL SECTOR DETERMINANDOSE QUE FALTA ANCHO DE TALLADO O PISO DE TALLADO YA QUE EL TALLADO ES DE 1.175 POR LO QUE EL CONTRATISTA DEBERA COMPENSAR Y AUTORIZAR SU COMPACTAMIENTO

CONSORCIO SUPERVISOR MOYOBA MBA  
Hebert William Anaya Quiroz  
ING CIVIL REG. 103065  
JEFE DE SUPERVISION

Nota. La imagen muestra la anotación en el cuaderno de obra en respuesta al escrito del Residente de Obra. Fuente: Cuaderno de obra (2018).

## Anexo 3

## Figura 25

*Presupuesto del Deductivo Vinculante*

PRESUPUESTO CONTRATADO A DEDUCIR					
Entidad: PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO					
Licitación P. N° 004-2016-GRSM-PEAM-CS-PRIMERA CONVOCATORIA					
Obra: "Mejoramiento del Camino Vecinal EMP. PE-5N (Indaño) - Sector Shango (Moyobamba), Distrito de Moyobamba, Provincia					
Ubicación: Moyobamba-San Martín					
Contratista: CONSORCIO VIAL MOYOBAMBA					
Supervisor: CONSORCIO SUPERVISOR MOYOBAMBA					
Contrato: Contrato N° 027-2017-GRSM-PEAM - 01.00					
Plazo: 150 Días Calendarios					
Fecha Inicio: 08/12/2017					
CODIGO	NOMBRE DE LA PARTIDA	PRESUPUESTO CONTRATADO			
		METRADO		COSTO	
		UND	METRADO	P. UNIT SI.	PARCIAL SI.
					593,034.96
04	PAVIMENTO FLEXIBLE				239,943.36
04.04	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA	m2	17,274.54	13.89	353,091.60
04.05	SLURRY SEAL, ESPESOR 15mm	m2	17,274.54	20.44	
					593,035.0
	COSTO DIRECTO				53,268.25
	GASTOS GENERALES (8.98%)				103,582.97
	UTILIDAD (17.47%)				749,886.18
	<b>TOTAL PRESUPUESTO DE OBRA OFERTADO</b>				



CONSORCIO SUPERVISOR MOYOBAMBA  
 Hebert William Andaya Quiroz  
 ING CIVIL REG 103905  
 JEFE DE SUPERVISOR

*Nota.* La imagen muestra el Presupuesto del Deductivo Vinculante firmado por el Supervisor de Obra. Fuente: Informe Técnico de Deductivo Vinculante (2018).

## Anexo 4

## Figura 26

## Presupuesto del Adicional de obra

Página 1

310

**Presupuesto**

Presupuesto	0701012	ADICIONAL DE OBRA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL EMP. PE-5N (INDAÑE) - SECTOR SHANGO (MOYOBAMBA), DISTRITO DE MOYOBAMBA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA - SAN MARTIN MAYORES METRADOS			
Subpresupuesto	001	ADICIONAL DE OBRA MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL EMP. PE-5N (INDAÑE) - SECTOR SHANGO (MOYOBAMBA), DISTRITO DE MOYOBAMBA, PROVINCIA DE MOYOBAMBA - SAN MARTIN MAYORES METRADOS			
Cliente	PROYECTO ESPECIAL ALTO MAYO		Costo al	27/06/2018	
Lugar	SAN MARTIN - MOYOBAMBA - MOYOBAMBA				

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
	PAVIMENTO FLEXIBLE				
	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	m2	17,274.54	13.89	239,943.36
	PREPARACION DE LA MEZCLA ASFALT. EN CALIENTE EN PLANTA	m2	17,274.54	20.44	353,001.60
	COSTO DIRECTO				593,034.96
	GASTOS GENERALES				53,268.25
	UTILIDAD				163,562.87
	PRESUPUESTO TOTAL.				749,866.18

SON: SETECIENTOS CUARENTINUEVE MIL OCHOCIENTOS OCHENTISEIS Y 16/100 NUEVOS SOLES



CONSORCIO SUPERVISOR MOYOBAMBA  
 Hebert William Andaya Quiroz  
 ING. CIVIL REG. 13905  
 JOFG DE SUPERVISION

*Nota.* La imagen muestra el Presupuesto del Adicional de Obra firmado por el Supervisor de Obra.

Fuente: Informe Técnico de Adicional de Obra (2018).

## Anexo 5

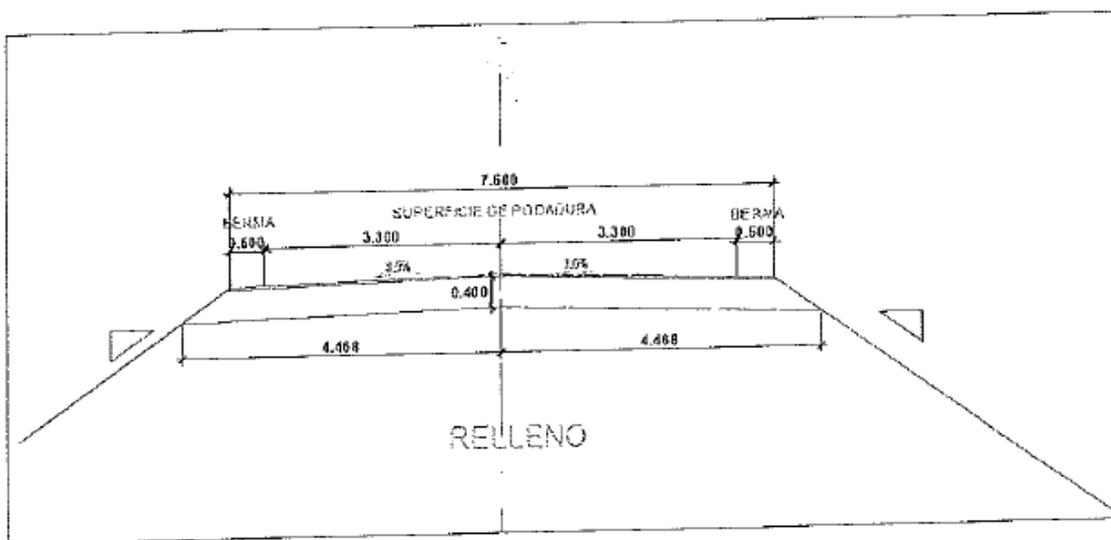
## Figura 27

## Principales características de la vía

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA VÍA	
Longitud	2,147.23 m
Clasificación por su Demanda	T2 (CBVT-2008)
Clasificación por su Demanda	Segunda Clase (DG-2013)
Clasificación por su Función	Carretera Vecinal
Clasificación por su Orografía	Tipo 2 (Ondulado),
Velocidad Directriz	30 KPH
Número de Carriles	02
Ancho de Calzada	6.60 m.
Ancho de Bermas	0.50 m. a cada lado
Ancho de la plataforma (Corona)	7.60 m., a nivel de rasante terminada en langente.
Bombeo	3%
Peralte Máximo Zona Rural	8%
Radio Mínimo Zona Rural	25.00 m.
Peralte Máximo Zona Urbana	6%
Radio Mínimo Zona Urbana	20.00 m.
Pendiente Máxima	9%
Longitud Mínima de Curvas Verticales Cóncavas y Convexas	40.00 m.
Talud de Relleno	1.5H : 1 V
Talud de Corte	1H:2V



CONSORCIO SUPERVISOR MOYOBAMBA  
 Hebert William Anaya Quiroz  
 ING. CIVIL REG. 10330  
 JEFE DE SUPERVISIÓN



Nota. La imagen muestra las principales características de la carretera. Fuente: Informe Técnico de Adicional de Obra (2018).

## Anexo 6

## Figura 28

*Especificaciones de la mezcla asfáltica*4.- ESPECIFICACIONES DE LA MEZCLA ASFALTICA

Las características de la calidad de la mezcla asfáltica deberán estar de acuerdo con las exigencias para mezclas de concreto bituminoso que se indican en la tabla siguiente.

TABLA 07

Índice	Valor
Marshall (MTC E 504)	
1.- Estabilidad (min)	8,15 Kn. (829 Kg.)
2.- Flujo (mm)	2 - 4
3.- Porcentaje de vacíos con aire (MCT E 505)	3 - 5
4.- Vacíos en el agregado mineral	Min 14
5.- Compactación, número del golpe en cada cara del testigo	75
6.- Resistencia a la compresión Mpa min	2.1
7.- Resistencia retenidas % mini	75
8.- Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta (ASTM - D 4867)	Min 80
9.- Relación polvo - asfalto	0.6 - 1.3
10.- Relación estabilidad / flujo	1.700 - 4000

El índice de compatibilidad será mayor de 5

El índice de compatibilidad se define como:

$$\frac{I}{GEB 50 Y GEB 5}$$

Siendo:

GEB 50 : Gravedad específica bulk de las briquetas a 50 golpes

GEB 5 : Gravedad específica bulk de las briquetas a 5 golpes

5.- DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA

## 5.1.- Agregados Componentes

Los agregados a usarse son los siguientes

- Grava Chancada = 38 % Este material es obtenido del Río Huallaga
- Arena Chancada = 40 % Este material es obtenido del Río Huallaga
- Arena Natural = 2.2 % Este material es obtenido del Río Cumbaza
- Cemento asfáltico PEN 60/70 = 5.78 %
- Aditivo mejorados de adherencia Quimibond 3000 = 0.5 %

## 5.2.- Combinación de agregados diseño MAC - 2



CONSORCIO SUPERVISOR ROTUBAMBA  
 Hebert William Anayo Quaras  
 ING. CIVIL REG. 102004  
 JEFE DE SUPERVISOR

*Nota.* La imagen muestra las especificaciones técnicas del asfalto en caliente. Fuente: Informe Técnico de Diseño de Asfalto en Caliente (2018).

**Anexo 7****Figura 29**

*Inicio de la colocación del asfalto en caliente. Inicio del tramo km. 0+040*



*Nota.* La imagen refleja el inicio de los trabajos de colocación de asfalto en caliente tramo km. 0+040 – sector Indañe (2023).

## Anexo 8

### Figura 30

*Trabajos de imprimación asfáltica, tramo km. 0+300*

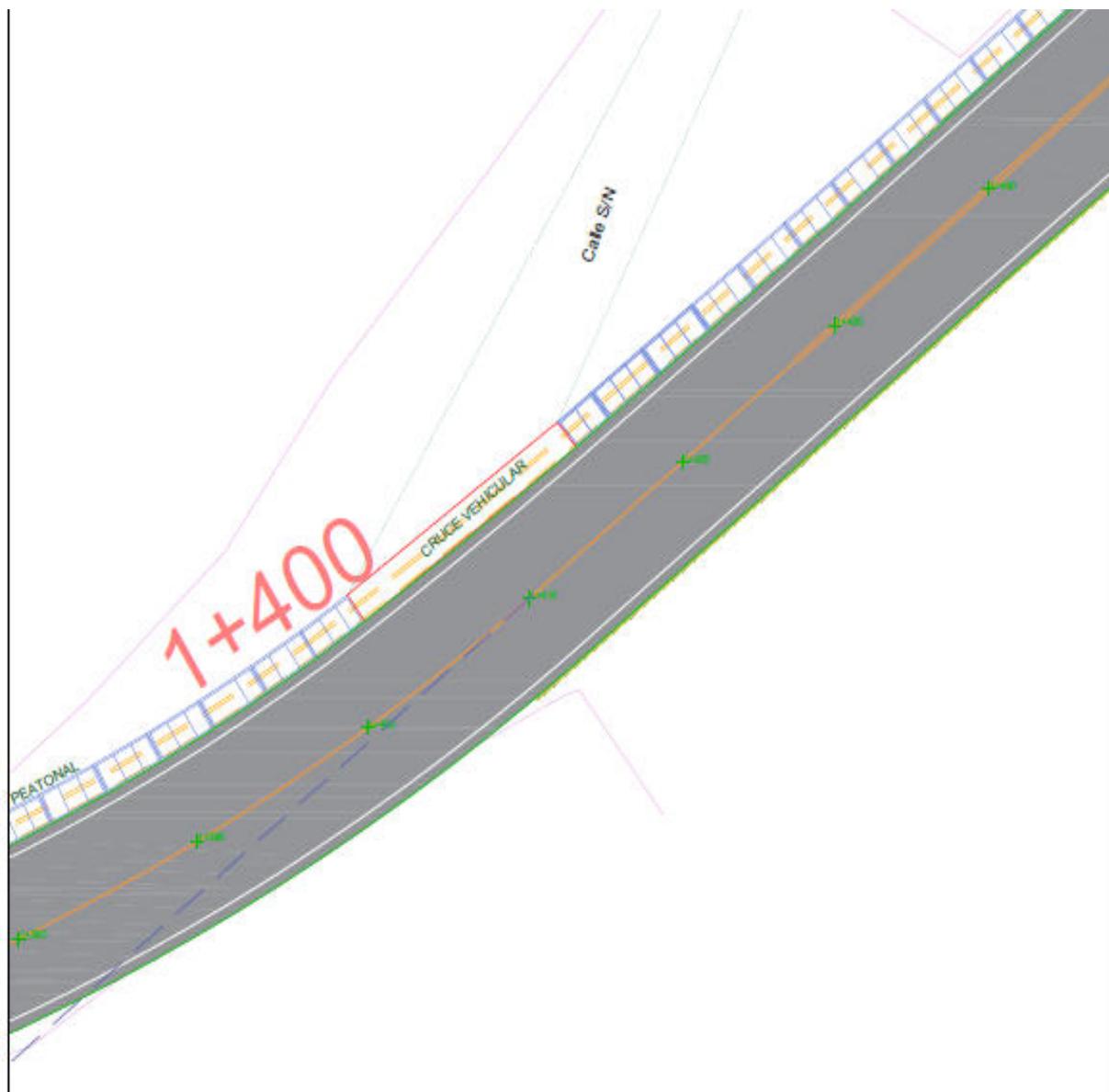


*Nota.* La imagen muestra los trabajos de imprimación asfáltica para posterior colocar el asfalto en caliente tramo km. 0+300 – sector Indañe (2023).

## Anexo 9

## Figura 31

*Cruce vehicular en el tramo km. 1+410*



*Nota.* La imagen muestra el cruce vehicular en el tramo km. 1+410 – sector Shango. (2023).

**Anexo 10****Figura 32**

*Cruce vehicular en el tramo km. 1+800*



*Nota.* La imagen muestra el cruce vehicular en el tramo km. 1+800 – sector Shango (2023).

**Anexo 11****Figura 33**

*Trabajos de emplantillado a nivel de base*



*Nota.* La imagen muestra los trabajos de emplantillado a nivel de base, utilizando el Nivel de ingeniero y Estación Total, tramo km. 0+640 – sector Indañe. (2023).

**Anexo 12****Figura 34**

*Ensayo de densidad de campo en la subrasante*



*Nota.* La imagen muestra el ensayo correspondiente para la identificar a que porcentaje se encuentra compactado la subrasante. Este ensayo se realizó en el tramo km. 0+520 – sector Indañe. (2023).