

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“Optimización de diseño geométrico de la vía vecinal caserío Ángel  
Cárdenas I Zona, distrito de San Juan Bautista – Maynas – Loreto, 2023”**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR (es):**

**Bach. Álvarez Torres, Wilfredo Rafael**

**Bach. Ocmín Romayna, Daniel**

**ASESOR:**

**Ing. Caleb Ríos Vargas, Dr.**

**Código Orcid: 3948u578i**

**Ing. Caleb Ríos Vargas M.Sc.  
D.N.I. N° 01115918**

**IQUITOS – PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

A mis queridos padres Juana Torres y Wilfredo Álvarez que son mi principal motivación en todas las cosas que desarrollo siempre estaré agradecido por su lucha incondicional de sacarme adelante y darme la oportunidad de ser profesional y enseñarme a luchar contra la adversidad día a día, a mis hermanos por su apoyo incondicional todos los días, a mi novia por sus amor y comprensión, y sobre todo a Dios por guiarme y protegerme para cumplir con mis sueños y objetivos.

**Wilfredo R. Álvarez**

A mis padres por haberme forjado y darme siempre su apoyo incondicional, ustedes me motivaron constantemente para lograr mis metas; y a mis hermanos que son mis mejores amigos de la vida y sobre todo a la mujer que más amo que es mi madre está siempre apoyándome en todo momento.

**Daniel Ocmín**

## **AGRADECIMIENTO**

A dios por habernos guiado y permitido lograr nuestros objetivos trazados; a nuestros padres por su incansable apoyo, a nuestros familiares y amigos que nos motivaron en el transcurso de nuestra carrera profesional, a la Universidad Científica del Perú que nos forjó durante estos 5 años con conocimientos, valores y responsabilidad.

A los miembros del jurado, por ser muy buenos en sus consejos, por brindarnos su tiempo y paciencia que nos brindaron.

A los amigos de trabajos, compañeros de aula, por compartir conocimiento en los transcurso de los años en la elaboración de los haberes y responsabilidades.

**Wilfredo R. Álvarez**

**Daniel Ocmín**

*“Año de la Unidad, la paz y el desarrollo”*

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El Vicerrector de Investigación e Innovación  
de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

La Tesis titulada:

**“OPTIMIZACIÓN DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA VECINAL  
CASERÍO ÁNGEL CÁRDENAS I ZONA, DISTRITO DE SAN JUAN  
BAUTISTA – MAYNAS – LORETO, 2023”**

De los alumnos: **WILFREDO RAFAEL ÁLVAREZ TORRES Y DANIEL OCMÍN ROMAYNA - TESIS**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **2% de similitud**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 03 de Agosto del 2023.



**Dr. Álvaro Tresierra Ayala**  
VICERRECTOR DE INV. E INNOVACIÓN-UCP

CJRA/ri-a  
250-2023

## INFORME FINAL DE TESIS Alvarez y Ocmin

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>2%</b>	<b>2%</b>	<b>1%</b>	<b>0%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.ucp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.unprg.edu.pe:8080</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>FC INGENIERIA Y SERVICIOS AMBIENTALES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA. "PAMA para la Planta Industrial de Transformación, Industrialización y Comercialización de Palma Aceitera y sus Derivados-IGA0010033", R.D. N°428-2017-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, 2020</b> Publicación	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>Submitted to Universidad Catolica de Trujillo</b> Trabajo del estudiante	



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Daniel Ocmin Romayna
Título del ejercicio:	ingenieria civil Ocmin
Título de la entrega:	INFORME FINAL DE TESIS Alvarez y Ocmin
Nombre del archivo:	ORME_FINAL_DE_TESIS_Alvarez_y_Ocmin_26_junio_2023_con_...
Tamaño del archivo:	694.32K
Total páginas:	83
Total de palabras:	22,074
Total de caracteres:	111,776
Fecha de entrega:	04-ago.-2023 07:15a. m. (UTC-0700)
Identificador de la entre...	2141299127



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE  
CIENCIAS E  
INGENIERÍA

### FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N°163-2023-UCP-FCEI de fecha 23 de Febrero de 2023, La FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- |   |            |
|---|------------|
| • Ing. Ulises Octavio Irigoín Cabrera, M. Sc. | Presidente |
| • Ing. Juan Jesús Ocaña Aponte, M. Sc.        | Miembro    |
| • Ing. Jeffrey Stefano Arévalo Flores, Mg.    | Miembro    |

Como Asesor: **Ing. Caleb Ríos Vargas M. Sc**

En la ciudad de Iquitos, siendo las 18:30 horas del día Miércoles 15 de Noviembre del 2023, de manera presencial supervisado por el secretario académico del programa académico de Ingeniería civil de la facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: "**OPTIMIZACIÓN DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA VECINAL CASERÍO ÁNGEL CÁRDENAS I ZONA, DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA – MAYNAS – LORETO, 2023**".

Presentado por los sustentantes:

**WILFREDO RAFAEL ALVAREZ TORRES Y  
DANIEL OCMIN ROMAYNA**

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR UNANIMIDAD**

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Presidente



Miembro



Miembro

Contáctanos:

Iquitos – Perú  
065 - 26 1088 / 065 - 26 2240  
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5

Filial Tarapoto – Perú  
42 - 58 5638 / 42 - 58 5640  
Leoncio Prado 1070 / Martines de Compagnon 933

Universidad Científica del Perú  
www.ucp.edu.pe

HOJA DE APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto publico el día Miércoles 15 de Noviembre del 2023, a las 18:30 Horas, en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ.



---

PRESIDENTE DEL JURADO

Ing. Ulises Octavio Irigoín Cabrera, M. Sc.



---

MIEMBRO DEL JURADO

Ing. Juan Jesús Ocaña Aponte, M. Sc.

  
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ  
INSTITUTO TECNOLÓGICO  
CIUDAD DE SANTE

---

MIEMBRO DEL JURADO

Ing. Jefree Stefano Arévalo Flores, Mg.



---

ASESOR

Ing. Caleb Ríos Vargas, M. Sc.



## INDICE DEL CONTENIDO

	Páginas
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>CAPITULO I: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1. Antecedentes de Estudio.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1.1. Nivel internacional.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1.2. Nivel nacional.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1.3. Nivel local.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2. Bases Teóricas.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.1. Diseño geométrico en planta.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.2. Características de tránsito.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.3. Índice medio diario anual (IMDA).....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.4. Componentes principales de diseño geométrico de una carretera.....</b>	<b>19</b>
<b>1.2.5. Parámetros de diseño geométrico.....</b>	<b>19</b>
<b>1.2.6. Clasificación por demanda.....</b>	<b>19</b>
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2018). .....	<b>21</b>
<b>1.2.7. Clasificación por Orografía.....</b>	<b>21</b>
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2018). .....	<b>22</b>
<b>Tabla 3. Clasificación de Carreteras según su Tipo de Superficie de Rodadura .....</b>	<b>22</b>
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2018). .....	<b>23</b>
<b>1.2.8. Criterios, factores y elementos preliminares para diseño geométrico</b>	<b>23</b>
<b>1.2.9. Derecho de vía o faja de dominio.....</b>	<b>28</b>
<b>1.2.10. Diseño geométrico.....</b>	<b>28</b>
<b>1.2.11. Velocidad de diseño.....</b>	<b>28</b>
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2018). Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018. ....	<b>29</b>
<b>1.2.12. Velocidad de marcha.....</b>	<b>29</b>
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2018). Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018.....	<b>30</b>
<b>1.2.13. Vehículos de diseño.....</b>	<b>30</b>
<b>1.2.14. Elección del vehículo de diseño.....</b>	<b>30</b>
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2018). Manual de diseño Geométrico de Carreteras DG 2018. ....	<b>31</b>
<b>1.2.15. Pendiente longitudinal máxima.....</b>	<b>32</b>

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2018). Manual de diseño Geométrico de Carreteras DG 2018.....	33
<b>1.2.16. Distancia de visibilidad.....</b>	<b>33</b>
<b>1.2.17. Distancia de visibilidad de parada.....</b>	<b>34</b>
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2018). Manual de diseño Geométrico de Carreteras DG 2018.....	35
<b>1.2.18. Alineamiento horizontal.....</b>	<b>35</b>
<b>1.2.19. Tramo tangente.....</b>	<b>35</b>
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2018). Manual de diseño Geométrico de Carreteras DG 2018.....	36
<b>1.2.20. Curvas circulares.....</b>	<b>36</b>
<b>1.2.21. Elementos de la curva circular.....</b>	<b>36</b>
<b>1.2.22. Secciones transversales.....</b>	<b>37</b>
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2018). Manual de diseño Geométrico de Carreteras DG 2018.....	40
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2018). Manual de diseño Geométrico de Carreteras DG 2018.....	42
<b>2.3. Definición de Términos Básicos.....</b>	<b>51</b>
<b>CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>72</b>
<b>2.1. Descripción del Problema.....</b>	<b>72</b>
<b>2.2. Formulación del Problema.....</b>	<b>76</b>
<b>2.2.1. Problema General.....</b>	<b>76</b>
<b>2.2.2. Problemas Específicos.....</b>	<b>76</b>
<b>2.3. Objetivos.....</b>	<b>77</b>
<b>2.3.1. Objetivo General.....</b>	<b>77</b>
<b>2.3.2. Objetivos Específicos.....</b>	<b>77</b>
<b>2.4. Hipótesis.....</b>	<b>77</b>
<b>2.4.1. Hipótesis general.....</b>	<b>77</b>
<b>2.4.2. Hipótesis específicas.....</b>	<b>78</b>
<b>2.5.1. Identificación de las variables.....</b>	<b>78</b>
<b>2.5.2. Definición conceptual y operacionalización de variables.....</b>	<b>78</b>
<b>2.5.2.1. Definición Conceptual de variables.....</b>	<b>78</b>
<b>2.5.2.2. Operacionalización de las variables.....</b>	<b>79</b>
<b>CAPITULO III: METODOLOGÍA.....</b>	<b>80</b>
<b>3.1. Tipo y diseño de la Investigación.....</b>	<b>80</b>
<b>3.1.1. Tipo de Investigación.....</b>	<b>80</b>

3.1.2. Diseño de Investigación.....	81
3.2. Población y muestra.....	81
3.2.1. Población.....	81
3.2.2. Muestra.....	81
3.3. Técnicas, Instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	81
3.3.1. Técnicas.....	81
3.3.2. Instrumentos de recolección de datos.....	82
3.4. Procesamiento para el análisis de datos.....	82
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>83</b>
4.1. Resultados .....	83
4.2. Discusión de resultados.....	90
<b>Anexo 02: Matriz de Consistencia .....</b>	<b>97</b>
<b>Anexo 02: PANEL FOTOGRÁFICO .....</b>	<b>99</b>

## **Resumen**

La presente tesis, de tipo descriptiva y de diseño no experimental, presenta el análisis de las condiciones del estado de transitabilidad y el nivel de servicio de la vía vecinal Ángel Cárdenas I Zona, en el distrito de San Juan Bautista – provincia de Maynas. El trabajo de investigación, incluye el diagnóstico actual de la vía elaborado a partir de la evaluación de los estudios topográficos, hidrológicos, de drenaje fluvial, y geotécnicos que consideran evaluación del material de la subrasante y de la superficie de rodadura; y, los contrasta con las consideraciones de diseño del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018; encontrándose intransitable en los tramos que atraviesa zonas inundables, y resultando un estado general de transitabilidad muy bajo y similar nivel de servicio, sólo para motocicletas y motokar. La propuesta incluye variación del trazo y mejoramiento de subrasante y estabilización de capa superior.

Palabras clave: Diseño geométrico; transitabilidad; trazo; mejoramiento de subrasante.

## **Abstract**

## **CAPITULO I: MARCO TEÓRICO**

### **1.1. Antecedentes de Estudio.**

#### **1.1.1. Nivel internacional.**

Zea, Ortiz, & Zamudio (2009), en la Tesis “Diagnostico de la vía actual y propuesta de diseño geométrico del tramo comprendido entre el km 0+000 hasta el km 3+000 de la Vía Municipio de Tena – Los Alpes (Cundinamarca, Colombia), elaboró el diagnóstico de la vía, a esa fecha, en base al Manual de Diseño Geométrico del Instituto Nacional de Vías (INVIAS); y, concluyeron que la velocidad de diseño fue de 30 km/h, radios mínimos de 30m, un ancho de calzada de 5.50m, inexistencia de bermas, carencia de cunetas en un 60% de su longitud. (Zea, Ortiz, & Zamudio, 2009).

#### **1.1.2. Nivel nacional.**

Pérez (2021), en su tesis titulada: “Diseño de la Carretera, Santa Cruz – Nueva Santa Rosa-Los Libertadores, distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba, departamento de Amazonas, 2018”, concluyó seleccionando la Ruta A, como la más conveniente, debido a que presentó mejores condiciones de trazo, tiene una longitud de 7+214 km, contiene menos alturas de corte que la ruta B, su máxima pendiente es de 12%. El proyecto beneficia directamente a una población de 1060 habitantes de los caseríos de Santa Cruz, Nueva Santa Rosa y Los Libertadores, e indirectamente, también beneficiará a otros pueblos por su cercanía con la carretera proyectada, entre éstos a poblaciones de los caseríos de Naranjos, Puerto Naranjos Bajo, Santa Elena, Lunchicate y el distrito de Cajaruro, sumando así una población total de 41 625 habitantes (INEI, 2017), (Pérez, 2021).

El IMDA proyectado para un periodo de 20 años es de 47 veh/día, por lo que en aplicación de la norma DG 2018 que estipula que para IMDA menores a 200 veh/día se considere como una carretera de bajo volumen de tránsito. La longitud del tramo de carretera es de 7+824 km. El tipo de suelo predominante es CL y presenta una capacidad de soporte regular mayor al 7%. El diseño óptimo de la base - capa granular de afirmado del pavimento arroja un espesor de 0.25m. (Pérez, 2021).

Condorena (2021), en su tesis “Propuesta de mejora del diseño geométrico de la carretera vecinal Morales – San Pedro de Cumbaza año 2018”, cita al Ministerio de Transportes y Comunicaciones, organismo que señala que más del 60% de carreteras en la actualidad están clasificadas como trochas carrozables. Sin embargo, Condorena (2021), aclara que en la norma vigente de diseño geométrico, se evidencia inexistencia de parámetros necesarios para este tipo de carreteras. Así mismo, señala: Una carretera bien diseñada considera la movilidad de los usuarios que necesitan hacer uso de la vía, pero en forma segura y en confort; éstas dos condiciones, balanceadas con las restricciones físicas y naturales del entorno donde se ejecuta el proyecto, configura un sistema de transporte seguro y eficiente. La seguridad vial se optimiza al articular los elementos geométricos de la vía con la velocidad de diseño y otros parámetros de la norma, de modo que la geometría resultante guarde coherencia con la seguridad, al reducirse la posibilidad que un conductor se enfrente con una situación inesperada. (Condorena, 2021).

Huacho Torres y Mallma Garzón (2020) en la tesis “Evaluación de parámetros de diseño en la Carretera Lircay - Secclla – Angaraes - Huancavelica”, para optar el título de ingeniero civil, por la Universidad Nacional de Huancavelica, llegaron a las siguientes conclusiones:

- Las características geométricas de la carretera comprendida entre Lircay- Secclla, NO CUMPLEN con algunos parámetros del diseño geométrico establecidos en el Manual para el Diseño de Carreteras DG-2018. Asimismo, el estudio de tráfico de la carretera arrojó un

IMD de 242 veh/día; esta carretera se clasifica como trocha carrozable con pavimento económico con un ancho de 3.50 m de un solo carril. El relieve del suelo, según el estudio topográfico tiene una clasificación que va desde accidentada a escarpada con un valor de coeficiente orográfico de 23%.

- El parámetro de velocidad directriz usada es 30 km/h en promedio. El radio mínimo a usar es de 25 m, el cual no cumple en ciertas curvas. La longitud de transición es variable, siendo menor en algunos tramos, y en la interface tramo recto - curva el vehículo no alcanza el desplazamiento homogéneo en carretera. Asimismo, se determinó que la longitud de tangente entre curvas de sentido contrario o del mismo sentido son menores que el mínimo de la Norma, lo cual ocasiona la disminución de la velocidad e incomodidad en el desplazamiento vehicular. El valor del sobre ancho NO SE CUMPLE en algunas curvas lo cual genera que el vehículo no pueda ingresar de manera segura en éstas cuando dos vehículos ingresen a la curva en direcciones contrarias. El peralte que es del 8% no se cumple en algunas curvas esto causa la baja de velocidad en la curva para evitar despiste por efecto de la fuerza lateral; la pendiente usada es del 10% y cumple con el parámetro establecido en el DG-2018. El ancho de la calzada de 3.5m no cumple en algunos tramos. El ancho recomendado en el DG-2018 para la berma es de 0.50m, y no se cumple en ciertos tramos, originando la vulnerabilidad de la estructura del pavimento frente a las lluvias. (Huacho Torres & Mallma Garzón, 2020).

Huaripata (2018), en su tesis evaluó el diseño geométrico de la carretera C.P. El Tambo al C.P. Laguna Santa Úrsula, vía en la jurisdicción de Cajamarca. Usó el Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. La investigación fue de tipo descriptiva, de diseño no experimental; la técnica usada fue la de observación directa, utilizando formatos para el registro de los datos. El terreno, según el trazo



tiene una orografía de 23%, correspondiéndole la clasificación de ondulado. El aforo del tráfico determinó 8 veh/día, lo cual clasifica a la vía como de bajo volumen de tránsito. La velocidad directriz es de 20 km/h. En algunas curvas no se cumplió con el radio mínimo, sobreancho y peralte, lo cual lo convierte en vía insegura e incómoda. En la Tesis se concluyó que el diseño geométrico de la carretera no cumple con lo previsto en el Manual MDCNPBVT. Como recomendación indicó: Corregir ancho de carril, radios y tangentes de curvas; sugiriendo que las tangentes cortas entre curvas se reduzcan a una sola curva (Huaripata, 2018).

Morales (2017), centró su investigación en la ruta N° LM-122, la cual une el poblado de Tanta con el resto de centros poblados de la provincia de Yauyos. Propone el mejoramiento del tramo de carretera en base al diseño geométrico y estima para los próximos 20 años, el nivel de servicio de la sección de la ruta. Se propuso tres alternativas, seleccionándose la tercera por el menor costo. Para esta ruta se pre dimensionó siete (7) alcantarillas a lo largo de la carretera, así como muros de contención. Se obtuvo el nivel A para la vía, lo cual lo convierte en un diseño aceptable, y se cumple con ello el objetivo inicial de la tesis (Morales, 2017).

### **1.1.3. Nivel local.**

**Olortegui y Saldaña (2022)**, en su Tesis “Optimización de diseño geométrico de la carretera de Contamana – Centro Poblado Rural San salvador, provincia de Ucayali – Loreto 2022” estudiaron el trazo existente de la vía, la misma que correspondía a una trocha carrozable; y, para su optimización propusieron variantes al trazo en aplicación de las normas de diseño geométrico; así como efectuaron estudios geotécnicos en la trocha. Concluyeron que el trazo de su propuesta permite utilizar el volumen de corte para relleno con material propio aproximadamente hasta el 50%; recomendaron para el uso del material arcilloso extraído en el corte su estabilización previa con cal.

## **1.2. Bases Teóricas.**

### **1.2.1. Diseño geométrico en planta**

El diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal, está constituido por alineamientos rectos, curvas circulares y de grado de curvatura variable, que permiten una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa o también entre dos curvas circulares de curvatura diferente. El alineamiento horizontal deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de carretera que sea posible. En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad de diseño y a su vez, controla la distancia de visibilidad.

### **1.2.2. Características de tránsito**

Las características del tránsito están referidas a la predicción de los volúmenes de demanda, su composición y la evolución de las mismas, las variaciones que puedan experimentar a lo largo de la vida útil del proyecto, siendo los principales indicadores, el índice Medio Anual (IMDA), la clasificación por tipo de vehículo y el crecimiento del tránsito.

### **1.2.3. Índice medio diario anual (IMDA)**

Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía. Su conocimiento da una idea cuantitativa de la importancia de la vía en la sección considerada y permite realizar los cálculos de factibilidad económica. Los valores de IMDA para tramos específicos de carretera, proporcionan al proyectista, la información necesaria para determinar las características de diseño de la carretera, su clasificación y desarrollar los programas de mejoras y mantenimiento. Los valores vehículo/día son importantes para evaluar los programas de seguridad y medir el servicio proporcionado por el transporte en carretera. La carretera se diseña para un volumen de tránsito, que se determina como demanda diaria promedio a servir hasta el final del período de

diseño, calculado como el número de vehículos promedio, que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual.

#### **1.2.4. Componentes principales de diseño geométrico de una carretera**

James Cárdenas, Máster en Ciencia en Ingeniería de Tránsito Transporte, en su libro “Diseño geométrico de carreteras, 2013”, nos dice que el diseño de una carretera debe ser tal que la misma resulte ser funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente.

#### **1.2.5. Parámetros de diseño geométrico**

Las carreteras son infraestructuras de transporte cuyo propósito es permitir la circulación de vehículos, especialmente acondicionado dentro de la vía.

#### **1.2.6. Clasificación por demanda**

Las carreteras del Perú se clasifican, en función a la demanda en:

1.2.6.1. **Autopistas de Primera Clase.** Son carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6.000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6,00 m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3,60 m de ancho como mínimo, con control total de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

1.2.6.2. **Autopistas de Segunda Clase.** Son carreteras con un IMDA entre 6.000 y 4001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6,00 m hasta 1,00 m, en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3,60 m de ancho como mínimo, con control parcial de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos; pueden tener cruces o pasos vehiculares

a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

- 1.2.6.3. **Carreteras de Primera Clase.** Son carreteras con un IMDA entre 4.000 y 2.001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3,60 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.
- 1.2.6.4. **Carreteras de Segunda Clase:** Son carreteras con IMDA entre 2.000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3,30 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.
- 1.2.6.5. **Carreteras de Tercera Clase:** Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3,00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2,50 m, contando con el sustento técnico correspondiente. Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase.
- 1.2.6.6. **Trochas carrozables:** Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4,00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m. La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

**Tabla 1. Clasificación de caminos según su Índice Medio Diario Anual (Adaptado de la DG-2018)**

<b>Clasificación</b>	<b>Rango de IMDA</b>	<b>Ancho de Calzada</b>	<b>Calidad de vía</b>
Autopista de Primera Clase	Mayor a 6000 vehículos/día	Separador mayor o igual 6 m. 3,60 m de ancho mínimo de carril. 2 o más carriles por calzada.	Vía pavimentada
Autopista de Segunda Clase	Entre 6000 y 4001 vehículos/día	Separador menor a 6 m. 3.6 m de ancho mínimo de carril 2 o más carriles por calzada	Vía pavimentada
Carretera de Primera Clase	Entre 4000 y 2001 vehículos/día	3,6 m de ancho mínimo de carril 2 carriles por calzada	Vía pavimentada
Carretera de Segunda Clase	Entre 2000 y 400 vehículos/ día	3,3 m de ancho mínimo de carril 2 carriles por calzada	Vía pavimentada
Carretera de Tercera Clase	Menor a 400 vehículos/ día	3 m de ancho mínimo de carril 2 carriles por calzada	Vía pavimentada o Afirmada.
Trocha Carrozable	Menor a 200 vehículos/ día	4m de ancho mínimo de carril plazoletas de cruce a cada 500m como mínimo.	Vía afirmada o no afirmada

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2018).

### **1.2.7. Clasificación por Orografía**

Las carreteras del Perú, en función a la orografía predominante del terreno por dónde discurre su trazado, se clasifican en:

#### **1.2.7.1. Terreno Plano (Tipo 1)**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía, menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%), demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazado.

#### **1.2.7.2. Terreno ondulado (Tipo 2)**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, demandando

un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado.

### 1.2.7.3. Terreno accidentado (Tipo 3)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazado.

### 1.2.7.4. Terreno escarpado (Tipo 4)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras. Su trazado es complejo.

Tabla 2. Clasificación por Orografía (adaptado de la DG-2018)

<b>Tipo de Orografía - Rango de pendientes</b>	
Terreno Plano	Menores o iguales a 10%
Terreno Ondulado	Mayores a 10% y menores o iguales a 50%
Terreno Accidentado	Mayores a 50% y menores o iguales a 100%
Terreno Escarpado	Mayores a 100%

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2018).

### 1.2.7.5. Carreteras según su tipo de superficie de rodadura

Tabla 3. Clasificación de Carreteras según su Tipo de Superficie de Rodadura

<b>CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS SEGÚN SU TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA</b>	
<b>CARRETERAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Pavimentadas</b>	Vías que tienen una estructura formada por una o más capas de materiales seleccionados y eventualmente tratados (pavimento), que se colocan sobre la subrasante con el objetivo de proveer una superficie de rodadura adecuada y segura bajo diferentes condiciones ambientales y que soporta las solicitaciones que impone el tránsito.

<p><b>No pavimentadas</b></p>	<p>Vías que tienen una capa delgada de asfalto o estabilizadas mediante aditivos, pero que no pasaron por un proceso de pavimentación. El manual de diseño para carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, ha considerado que básicamente se utilizarán los siguientes materiales y tipos de superficie de rodadura:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carreteras de tierra constituidas por suelo natural y mejorado con grava seleccionada por zarandeo.</li> <li>• Carreteras gravosas constituidas por una capa de revestimiento con material natural pétreo sin procesar, seleccionado manualmente o por zarandeo y de 75 mm de tamaño máximo.</li> <li>• Carreteras afirmadas constituidas por una capa de revestimiento de materiales de cantera, dosificados naturalmente o por medios mecánicos (zarandeo), con una dosificación especificada, compuesta por una combinación apropiada de tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla, siendo el tamaño máximo 25mm.</li> <li>• Afirmados con gravas naturales o zarandeadas.</li> <li>• Afirmados con gravas homogenizadas mediante chancado.</li> <li>• Carreteras con superficie de rodadura estabilizada con materiales industriales:</li> <li>• Grava con superficie estabilizada con materiales como: cal, aditivos químicos y otros.</li> <li>• Suelos naturales estabilizados con: material granular y finos ligantes, cal, aditivos químicos y otros.</li> </ul>
-------------------------------	--

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2018).

## **1.2.8. Criterios, factores y elementos preliminares para diseño geométrico**

### **1.2.8.1. Generalidades**

En esta Sección se presentan los criterios, factores y elementos que deberán adoptarse para realizar los estudios preliminares que definen el diseño geométrico de las carreteras nuevas, así como las carreteras que serán rehabilitadas y mejoradas especialmente en su trazado. Al definir la geometría de la vía, no debe perderse de vista que el objetivo

es diseñar una carretera que reúna las características apropiadas, con dimensiones y alineamientos tales que su capacidad resultante satisfaga la demanda del proyecto, dentro del marco de la viabilidad económica y cumpliendo lo establecido en la Sección 211: Capacidad y Niveles de Servicio, del presente capítulo. Asimismo, establece la clasificación e interrelación existente entre los tipos de proyectos, niveles y metodologías de estudio previstas para las obras viales y sintetiza el contenido y alcance de dichos niveles de estudio.

Es importante realizar estudios preliminares que permitan establecer las prioridades y recursos para la elaboración de un nuevo proyecto, para lo cual se deberá recopilar toda la información pertinente que esté disponible, complementando y verificando aquellas empleadas en los estudios de viabilidad económica. Se recurrirá a fuentes como son los vértices geodésicos, mapas, cartas y cartografía vial, así como fotografías aéreas, ortofotos, etc. Aun cuando el reconocimiento en terreno resulta indispensable, su amplitud y/o grado de detalle dependerá, en gran medida, del tipo de información topográfica y geomorfológica existente.

### **Geodesia y topografía**

En todos los trabajos topográficos, se aplicará el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP), que a su vez ha tomado las unidades del Sistema Internacional de Unidades o Sistema Métrico Modernizado.

**Procedimientos geodésicos para referenciar los trabajos topográficos:** Se adopta la incorporación como práctica habitual de trabajo, el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), que opera referido a sistemas geodésicos, en particular el conocido como WGS-84 (World Geodetic System de 1984). El Sistema de Referencia WGS-84 es un sistema geocéntrico global (mundial) con origen en el centro de masa de la Tierra, cuya figura analítica es el Elipsoide Internacional GRS-80. Al determinar las coordenadas de un punto sobre la superficie de la Tierra mediante GPS, se obtienen las coordenadas



cartesianas X, Y, Z y sus equivalentes geodésicos: latitud ( $\phi$ ), longitud ( $\lambda$ ) y altura elipsoidal (h).

**Sistemas geodésicos:** Se denomina Sistema Geodésico Oficial, al conjunto conformado por la Red Geodésica Horizontal Oficial y la Red Geodésica Vertical Oficial, que están a cargo del Instituto Geográfico Nacional. Está materializado por puntos localizados dentro del ámbito del territorio nacional, mediante monumentos o marcas, que interconectados permiten la obtención conjunta o por separado de su posición geodésica (coordenadas), altura o del campo de gravedad, enlazados a los sistemas de referencia establecidos.

**Constitúyase como Red Geodésica Horizontal Oficial** a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN), a cargo del Instituto Geográfico Nacional; la misma que tiene como base el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS) sustentada en el Marco Internacional de Referencia Terrestre 1994 – International Terrestrial Reference Frame 1994 (ITRF94) del International Earth Rotation Service (IERS) para la época 1995.4 y relacionado con el elipsoide del Sistema de Referencia Geodésico 1980- Geodetic Reference System 198D (GRS80). [Para efectos prácticos como elipsoide puede ser utilizado el World Geodetic System 1984 (WGS84).]

**Constitúyase como Red Geodésica Vertical Oficial** a la Red de Nivelación Nacional, a cargo del Instituto Geográfico Nacional, la misma que tiene como superficie de referencia el nivel medio del mar, está conformada por Marcas de Cota Fija (MCF) o Bench Mark (BM) distribuidos dentro del ámbito del territorio nacional a lo largo de las principales vías de comunicación terrestre, los mismos que constituyen bienes del Estado. Esta Red Geodésica estará sujeta al avance tecnológico tendiente a obtener una referencia altimétrica global relacionada al campo de la gravedad. La tendencia mundial apunta a la adopción de un sistema geocéntrico, no solo para fines geodésicos, sino que también para fines de mapeo, con su derivación a sistemas locales para proyectos de ingeniería. Los sistemas de

coordenadas más utilizados son las geodésicas (latitud, longitud y altura elipsoidal) y las cartesianas (x, y, z).

**Sistemas globales de referencia:** El posicionamiento con GPS, así como cualquier otro sistema satelital, por ejemplo, su homólogo ruso GLONASS (Global Navigation Satellite System), requiere sistemas de referencia bien definidos consistentes globales y geocéntricos.

#### **1.2.8.2. Criterios básicos**

##### **1.2.8.2.1. Proyecto y estudio**

El término “proyecto” incluye las diversas etapas que van desde la concepción de la idea, hasta la materialización de una obra civil, complejo industrial o programa de desarrollo en las más diversas áreas. En consecuencia, el proyecto es el objetivo que motiva las diversas acciones requeridas para poner en servicio una nueva obra vial, o bien recuperar o mejorar una existente. Las materias tratadas en el presente manual están referidas a los diversos estudios preliminares y estudios definitivos requeridos, en sus diferentes fases, todo lo cual será identificado como “Estudios”. No obstante, dentro de la amplitud asignada al término “Proyecto”, se le identificará bajo el término “Proyectista” a la organización, equipo o persona que asume la responsabilidad de realizar los estudios en sus diferentes fases.

##### **1.2.8.2.2. Estándares de diseño de una carretera**

La Sección Transversal, es una variable dependiente tanto de la categoría de la vía como de la velocidad de diseño, pues para cada categoría y velocidad de diseño corresponde una sección transversal tipo, cuyo ancho responde a un rango acotado y en algunos casos único. El estándar de una obra vial, que responde a un diseño acorde con las instrucciones y límites normativos establecidos en el presente, queda determinado por:

1. La Categoría que le corresponde (autopista de primera clase, autopista de segunda clase, carretera de primera clase, carretera de segunda clase y carretera de tercera clase).

2. La velocidad de diseño (V).
3. La sección transversal definida.

### **1.2.8.3. Clasificación general de los proyectos viales**

#### **1.2.8.3.1. Proyectos de nuevo trazado**

Son aquellos que permiten incorporar a la red una nueva obra de infraestructura vial. El caso más claro corresponde al diseño de una carretera no existente, incluyéndose también en esta categoría, aquellos trazados de vías de Evitamiento o variantes de longitudes importantes. Para el caso de puentes y túneles, más que un nuevo trazado constituye un nuevo emplazamiento. Tal es el caso de obras de este tipo generadas por la construcción de una segunda calzada, que como tal corresponde a un cambio de trazado de una ruta existente, pero para todos los efectos, dichas obras requerirán de estudios definitivos en sus nuevos emplazamientos.

#### **1.2.8.3.2. Proyectos de mejoramiento puntual de trazado**

Son aquellos proyectos de rehabilitación, que pueden incluir rectificaciones puntuales de la geometría, destinadas a eliminar puntos o sectores que afecten la seguridad vial. Dichas rectificaciones no modifican el estándar general de la vía.

#### **1.2.8.3.3. Proyectos de mejoramiento de trazado**

Son aquellos proyectos que comprenden el mejoramiento del trazo en planta y/o perfil en longitudes importantes de una vía existente, que pueden efectuarse mediante rectificaciones del eje de la vía o introduciendo variantes en el entorno de ella, o aquellas que comprenden el rediseño general de la geometría y el drenaje de un camino para adecuarla a su nuevo nivel de servicio. En casos de ampliación de calzadas en plataforma única, el trazado está controlado por la planta y el perfil de la calzada existente. Los estudios de segundas calzadas con plataformas independientes, deben abordarse para todos los efectos prácticos, como trazados nuevos.

### 1.2.9. Derecho de vía o faja de dominio

Teniendo como base, la definición de las características geométricas y categoría de la carretera a intervenir, se definirá la faja del terreno denominada “Derecho de Vía”, dentro del cual, se encontrará la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas para futuras obras de ensanche o mejoramiento y zona de seguridad, para las acciones de saneamiento físico legal correspondiente.

### 1.2.10. Diseño geométrico

Al definir la geometría de la vía, no debe perderse de vista que el objetivo es diseñar una carretera que reúna las características apropiadas, con dimensiones y alineamientos tales que su capacidad resultante satisfaga la demanda del proyecto, dentro del marco de la viabilidad económica y cumpliendo lo establecido, capacidad y nivel de servicio. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

En la Norma se presentan los criterios, factores y elementos que deberán adoptarse para realizar los estudios preliminares que definen el diseño geométrico de las carreteras nuevas, así como las carreteras que serán rehabilitadas y mejoradas especialmente en su trazo. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

### 1.2.11. Velocidad de diseño

Es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño.

Como velocidad de diseño se consideró 60km/h para una carretera de Tercera Clase con una orografía ondulada (Manual DG-2018). Ver Tabla 3

**Tabla 4:** Rango de velocidades en función al tipo de carretera por demanda y orografía (Adaptado de la DG-2018)

Clasificación	Orografía	Velocidades de diseño (km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
	Plano											

Autopista de primera												
	Ondulado											
	Accidentado											
Autopista de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de tercera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2018). Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018.

### 1.2.12. Velocidad de marcha

Resulta de dividir la distancia recorrida entre el tiempo durante el cual el vehículo estuvo en movimiento, bajo las condiciones prevalentes de tránsito, la vía y los dispositivos de control. Es deseable, como se observa en la Tabla 4 que, la velocidad de marcha de una gran parte de los conductores, sea inferior a la velocidad de diseño (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018).

Tabla 5. Velocidad media de marcha en función de la velocidad de diseño

Velocidad de diseño		30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0
Velocidad media de marcha		27.0	36.0	45.0	54.0	63.0	72.0	81.0	90.0	99.0	108.0	117.0
Rangos de velocidad media		25.5 a 28.5	34.0 a 38.0	42.5 a 47.5	51.0 a 57.0	59.5 a 66.5	68.0 a 76.0	76.5 a 85.5	85.0 a 95.0	93.5 a 104.5	102.0 a 114.0	110.5 a 123.5

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2018). Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018

### 1.2.13. Vehículos de diseño

El diseño Geométrico de Carreteras se efectúa en concordancia con los tipos de vehículo, dimensiones, pesos y demás características de operación, contenidas en el Reglamento Nacional de Vehículos, vigente.

Normalmente, se cuenta con una participación suficiente de vehículos pesados que son los que condicionan las características geométricas de un proyecto de carretera; por consiguiente, el vehículo de diseño normal será el vehículo comercial rígido (camiones y/o buses), que permitirá calcular la distancia de visibilidad, el radio mínimo (tanto de curvas horizontales como de curvas verticales). (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras).

### 1.2.14. Elección del vehículo de diseño

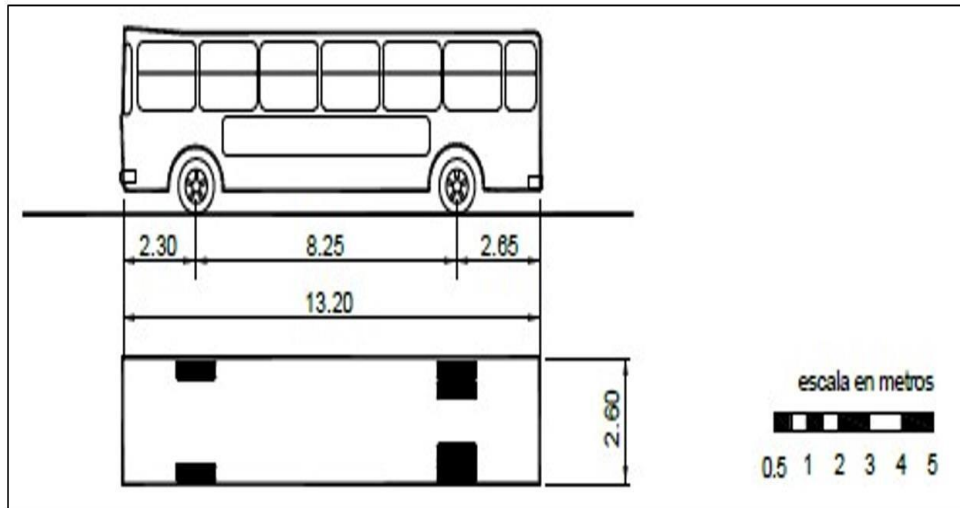
En este proyecto, tomando en cuenta los vehículos considerados durante el conteo, se escogió como vehículo de diseño el bus de 2 ejes (B-2). En la Tabla 5 Se muestran las dimensiones de los vehículos según el Reglamento Nacional de Vehículos, considerados por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018.

**Tabla 6:** Datos básicos de los vehículos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras Según Reglamento Nacional de Vehículos (D.S. N° 058-2003-MTC o el que se encuentre vigente)-Extraído de la DG-2018.

Tipo de Vehículo	Alto Total	Ancho Total	Vuelo Lateral	Ancho Ejes	Largo Ejes	Vuelo Delantero	Separación Ejes	Vuelo Trasero	Radio min. Rueda Exterior
vehículo ligero (VL)	1.30	2.10	0.15	1.80	5.80	0.90	3.40	1.50	7.30
ómnibus de dos ejes (B2)	4.10	2.60	0.00	2.60	13.20	2.30	8.25	2.65	12.80
ómnibus de tres ejes (B3-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	14.00	2.40	7.55	4.05	13.70
ómnibus de cuatro ejes (B4-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	15.00	3.20	7.75	4.05	13.70
ómnibus articulado (BA-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	18.30	2.60	6.70/1.90/4.00	3.10	12.80
semirremolque simple (T2S1)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	6.00/12.50	0.80	13.70
remolque simple (C2R1)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	10.30/0.80/2.15/7.75	0.80	12.80
semirremolque doble (T3S2S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.40/6.80/1.40/6.80	1.40	13.70
semirremolque remolque (T3S2S1S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20		1.40	13.70
Semirremolque (T3S3)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	5.40/11.90	2.00	1.00

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2018). Manual de diseño Geométrico de Carreteras DG 2018.

A continuación se observa la imagen del vehículo seleccionado como vehículo de diseño; es un ómnibus de 2 ejes (B2), diseñado para el transporte de pasajeros (Categoría N).



Fuente. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018  
 Figura 1. Vehículo de diseño (Ómnibus de 2 ejes (B2))

### 1.2.15. Pendiente longitudinal máxima

Dependiendo de la velocidad de diseño, la clasificación por IMDA y el tipo de orografía, se determina una pendiente longitudinal máxima que la carretera puede desarrollar. Estas pendientes se muestran en la **Tabla 7**, la cual se muestra a continuación.

Tabla 7. Pendientes máximas (adaptada de la DG-2018)

Demanda	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera							
	>6000		6000-4001		4000-2001				2000-400				<400							
Características	Primera clase		Segunda clase		Primera clase				Segunda clase				Tercera clase							
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			10.0	10.0



40 km/h																		9.0	8.0	9.0	10.0	
50 km/h											7.0	7.0						8.0	9.0	8.0	8.0	8.0
60 km/h					6.0	6.0	7.0	7.0	6.0	6.0	7.0	7.0	6.0	7.0	8.0	9.0	8.0	8.0				
70 km/h			5.0	5.0	6.0	6.0	6.0	7.0	6.0	6.0	7.0	7.0	6.0	6.0	7.0		7.0	7.0				
80 km/h	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0			6.0	6.0			7.0	7.0			
90 km/h	4.5	4.5	5.0		5.0	5.0	6.0		5.0	5.0				6.0				6.0	6.0			
100 km/h	4.5	4.5	4.5		5.0	5.0	6.0		5.0					6.0								
110 km/h	4.0	4.0			4.0																	
120 km/h	4.0	4.0			4.0																	
130 km/h	3.5																					

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2018). Manual de diseño Geométrico de Carreteras DG 2018.

De acuerdo con la Tabla 7, la pendiente correspondiente a la carretera es de 8%. Para iniciar el diseño se reduce la pendiente máxima a la mitad o también se le puede adicionar 3% a este valor reducido, depende de la zona de trabajo.

#### 1.2.16. Distancia de visibilidad

Es la longitud continua hacia delante de la carretera, que es visible al conductor del vehículo para poder ejecutar con seguridad las diversas maniobras que necesite realizar.

- Visibilidad de parada

- Visibilidad de paso o adelantamiento
- La distancia de parada sobre una alineación recta de pendiente uniforme, se calcula mediante una ecuación.

### 1.2.17. Distancia de visibilidad de parada

Distancia mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a velocidad de diseño, antes que alcance un objetivo inmóvil que se encuentre en su trayectoria.

La distancia de parada sobre una alineación recta de pendiente uniforme, se calcula mediante la siguiente ecuación.

#### • Ecuación de la Distancia de visibilidad de parada

$$D_p = \frac{V \cdot t_p}{3.6} + \frac{V^2}{254(f \pm i)}$$

#### Donde:

$D_p$ : Distancia de visibilidad de parada (m)

$V$ : Velocidad de parada (m)

$T_p$ : Tiempo de percepción + reacción (s)

$f$ : coeficiente de fricción, pavimento húmedo

$i$ : pendiente longitudinal (tanto por uno)

$\pm i$ : subidas respecto al sentido de circulación.

En todos los puntos de una carretera, la distancia de visibilidad será mayor igual a la distancia de visibilidad de parada. La siguiente tabla muestra las distancias de visibilidad de parada, en función de las velocidades de diseño y de la pendiente (Condorena, 2021).

Tabla 8. Distancia de visibilidad de parada (metros)

Vel de diseño	Pendiente nula o en bajada				Pendiente en subida		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75
70	105	110	116	124	100	97	93
80	130	136	144	154	123	118	114
90	160	164	174	187	148	141	136
100	185	194	207	223	174	167	160
110	220	227	243	262	203	194	186
120	250	283	293	304	234	226	214
130	287	310	338	375	267	252	238

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2018). Manual de diseño Geométrico de Carreteras DG 2018.

### 1.2.18. Alineamiento horizontal

También conocido como diseño geométrico en planta están constituidos por alineamientos rectos, curvas circulares y de grado de curvatura. El alineamiento horizontal deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor parte de la carretera.

### 1.2.19. Tramo tangente

Las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente en función a la velocidad de diseño, son las siguientes (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Tabla 9. Longitudes de tramos en tangente

V (km/h)	Lmins(m)	Lmin.o (m)	Lmax (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	110	220	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	308	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2018). Manual de diseño Geométrico de Carreteras DG 2018.

### 1.2.20. Curvas circulares

Son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

### 1.2.21. Elementos de la curva circular

Los elementos y nomenclatura de las curvas horizontales circulares son las siguientes:

P.C.: Punto de inicio de la curva

### **1.2.22. Secciones transversales**

El diseño geométrico de la sección transversal, consiste en la descripción de los elementos de la carretera en un plano de corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de dichos elementos, en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural. (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018)

La sección transversal varía de un punto a otro de la vía, ya que resulta de la combinación de los distintos elementos que la constituyen, cuyos tamaños, formas e interrelaciones dependen de las funciones que cumplan y de las características del trazado y del terreno. (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018)

El elemento más importante de la sección transversal es la zona destinada a la superficie de rodadura o calzada, cuyas dimensiones deben permitir el nivel de servicio previsto en el proyecto, sin perjuicio de la importancia de los otros elementos de la sección transversal, tales como bermas, aceras, cunetas, taludes y elementos complementarios. (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018).

#### **1.2.22.1. Calzada**

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma. La calzada se divide en carriles, los que están destinados a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito. (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018)

El número de carriles de cada calzada se fijará de acuerdo con las previsiones y composición del tráfico, acorde al IMDA de diseño, así como del nivel de servicio deseado. Los carriles de adelantamiento, no serán computables para el número de carriles. Los anchos de carril que

se usen, serán de 3,00 m, 3,30 m y 3,60 m. (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018)

En carreteras de calzada única: Serán dos carriles por calzada. (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018)

#### **1.2.22.2. Bermas**

Franja longitudinal, paralela y adyacente a la calzada o superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencias (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018).

Cualquiera sea la superficie de acabado de la berma, en general debe mantener el mismo nivel e inclinación (bombeo o peralte) de la superficie de rodadura o calzada, y acorde a la evaluación técnica y económica del proyecto, está constituida por materiales similares a la capa de rodadura de la calzada. (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018)

Las autopistas contarán con bermas interiores y exteriores en cada calzada, siendo las primeras de un ancho inferior. En las carreteras de calzada única, las bermas deben tener anchos iguales. (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018)

Adicionalmente, las bermas mejoran las condiciones de funcionamiento del tráfico y su seguridad; por ello, las bermas desempeñan otras funciones en proporción a su ancho tales como protección al pavimento y a sus capas inferiores, detenciones ocasionales, y como zona de seguridad para maniobras de emergencia. (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018)

La función como zona de seguridad, se refiere a aquellos casos en que un vehículo se salga de la calzada, en cuyo caso dicha zona constituye un margen de seguridad para realizar una maniobra de emergencia que

evite un accidente. (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018)

### **1.2.22.3. Bombeo**

En tramos en tangente o en curvas en contraperalte, las calzadas deben tener una inclinación transversal mínima denominada bombeo, con la finalidad de evacuar las aguas superficiales. El bombeo depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona. (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018)

El bombeo puede darse de varias maneras, dependiendo del tipo de carretera y la conveniencia de evacuar adecuadamente las aguas, entre las que se indican: (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018)

- La denominada de dos aguas, cuya inclinación parte del centro de la calzada hacia los bordes.
- El bombeo de una sola agua, con uno de los bordes de la calzada por encima del otro. Esta solución es una manera de resolver las pendientes transversales

### **1.2.22.4. Taludes**

El talud es la inclinación de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en terraplenes. Dicha inclinación es la tangente del ángulo formado por el plano de la superficie del terreno y la línea teórica horizontal. (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018)

Los taludes para las secciones en corte, variarán de acuerdo a las características geomecánicas del terreno; su altura, inclinación y otros detalles de diseño o tratamiento, se determinarán en función al estudio de mecánica de suelos o geológicos correspondientes, condiciones de drenaje superficial y subterráneo, según sea el caso, con la finalidad de determinar las condiciones de su estabilidad, aspecto que debe

contemplarse en forma prioritaria durante el diseño del proyecto, especialmente en las zonas que presenten fallas geológicas o materiales inestables, para optar por la solución más conveniente, entre diversas alternativas. (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018).

#### 1.2.22.5. Derecho de vía

El derecho de vía es el ancho en donde se encuentra la sección de la carretera y sus obras complementarias; además, se toman en cuenta áreas de ensanches y mejoramientos para el futuro. En la Tabla 12 se muestran los anchos mínimos de derecho de vía según su clasificación por IMDA, según lo dispuesto en la norma (Diseño Geométrico DG-2018: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

**Tabla 10. Anchos Mínimos de Derecho de Vía (adaptado de la DG-2018)**

<b>Clasificación Anchos Mínimos (m)</b>	
<b>Autopista de primera clase</b>	40
<b>Autopista de segunda clase</b>	30
<b>Carretera de primera clase</b>	25
<b>Carretera de segunda clase</b>	20
<b>Carretera de tercera clase</b>	16

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2018). Manual de diseño Geométrico de Carreteras DG 2018.

Acorde a la tabla 10, el ancho mínimo necesario para nuestro diseño es de 16 metros.

#### 1.2.23. Carreteras según su tipo de superficie de rodadura

A continuación se muestra en la tabla 11.



Tabla 11. Clasificación de carreteras según tipo de superficie de rodadura

<b>CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS SEGÚN SU TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA</b>	
<b>CARRETERAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Pavimentadas</b>	<p>Vías que tienen una estructura formada por una o más capas de materiales seleccionados y eventualmente tratados (pavimento), que se colocan sobre la subrasante con el objetivo de proveer una superficie de rodadura adecuada y segura bajo diferentes condiciones ambientales y que soporta las sollicitaciones que impone el tránsito.</p>
<b>No pavimentadas</b>	<p>Vías que tienen una capa delgada de asfalto o estabilizadas mediante aditivos, pero que no pasaron por un proceso de pavimentación. El manual de diseño para carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, ha considerado que básicamente se utilizarán los siguientes materiales y tipos de superficie de rodadura:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carreteras de tierra constituidas por suelo natural y mejorado con grava seleccionada por zarandeo.</li> <li>• Carreteras gravosas constituidas por una capa de revestimiento con material natural pétreo sin procesar, seleccionado manualmente o por zarandeo y de 75 mm de tamaño máximo.</li> <li>• Carreteras afirmadas constituidas por una capa de revestimiento de materiales de cantera, dosificados naturalmente o por medios mecánicos (zarandeo), con una dosificación especificada, compuesta por</li> </ul>

	<p>una combinación apropiada de tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla, siendo el tamaño máximo 25mm.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Afirmados con gravas naturales o zarandeadas.</li> <li>• Afirmados con gravas homogenizadas mediante chancado.</li> <li>• Carreteras con superficie de rodadura estabilizada con materiales industriales:</li> <li>• Grava con superficie estabilizada con materiales como: cal, aditivos químicos y otros.</li> <li>• Suelos naturales estabilizados con: material granular y finos ligantes, cal, aditivos químicos y otros.</li> </ul>
--	---

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2018). Manual de diseño Geométrico de Carreteras DG 2018.

#### **1.2.24. Caminos de Bajo Volumen de Tránsito**

La Dirección General de Caminos y Ferrocarriles - Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2006), define Los Caminos de Bajo Volumen de Tránsito como aquellos cuyo Índice Medio Diario (IMD) es menor a 400 vehículos por día.

Las normas de caminos de bajo volumen de tránsito, considera la sub clasificación siguiente:

- a) T4: Tráfico de diseño con IMD entre 201 y 400 vehículos por día.
- b) T3: Tráfico de diseño con IMD entre 201 y 400 vehículos por día.
- c) T2: Tráfico de diseño con IMD entre 51 y 100 vehículos por día.
- d) T1: Tráfico de diseño con IMD entre 16 y 50 vehículos por día.
- e) T0: Tráfico de diseño con IMD menor a 15 vehículos por día.

f) : Trocha carrozable sin IMD definido.

Las normas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha regulado que, en la construcción y mantenimiento de estos caminos se debe priorizar el aprovechamiento de los recursos naturales de la región y privilegiar el uso de técnicas constructivas, métodos de conservación y mantenimiento con participación intensiva de mano de obra (MTC, 2006). Para el caso de proyectos de carreteras con un IMD menor a cincuenta vehículos por día, las exigencias del contenido de los estudios serán las mínimas requeridas para garantizar la seguridad del transporte, y proporcionales al volumen de la inversión de la obra.

#### **1.2.25. Niveles de Servicio de una vía**

Niveles de servicio de una vía son los indicadores que califican y cuantifican el estado de servicio de una vía, que normalmente se utilizan como límites admisibles hasta los cuales pueden evolucionar, su condición superficial, funcional, estructural, y de seguridad. Los indicadores son propios a cada vía y varían de acuerdo a factores técnicos y económicos dentro de un esquema general de satisfacción del usuario (comodidad, oportunidad, seguridad y economía) y rentabilidad de los recursos disponibles.

#### **1.2.26. Suelos y su clasificación**

##### **1.2.26.1. Clasificación de los suelos según SUCS**

El método para la clasificación de suelos del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS (NTP 339.134:1999), describe la clasificación de suelos minerales y orgánicos – minerales, basado en la determinación en el laboratorio de las características de granulometría, límite líquido e índice plástico.

El sistema identifica tres grandes divisiones de suelos; suelos de grano grueso, suelos de grano fino y suelos altamente orgánicos, distinguiendo los dos primeros por el tamizado a través de la malla N° 200; las partículas gruesas, y fino, si más de la mitad de sus partículas, en peso, son finas.

Un suelo es catalogado de acuerdo con los grupos básicos de suelos, asignándosele un símbolo (s) y nombre de grupo apropiados.

### Suelos gruesos:

- Gravas y suelos en que predominan éstas. Símbolo genérico G
- Arenas y suelos arenosos. Símbolo genérico S.

Tabla 12: Suelos Gruesos Sistema de Clasificación SUCS.

SISTEMA CLASIFICACIÓN SUCS						
GRUESO (< 50% pasa 0.08 mm)						
Tipo de Suelo	Símbolo	% pasa 5 mm***	% pasa 0.08 mm	CU	CC	**IP
Gravas	GW	< 50	< 5	>4		
	GP			≤6		
	GM		>12			<0.73(wl-20) ó < 4
	GC					>0.73(wl-20) ó > 7
Arenas	SW	>50	< 5	>6	1 a 3	
	SP			≤6	<1 ó 3>	
	SM		>12			<0.73(wl-20) ó < 4
	SC					>0.73(wl-20) y > 7
*Entre 5 y 12% usar símbolo doble como GW-GC, GP-GM, SW-SM, SP-SC.						
***respecto a la fracción retenida en el tamiz 0.0080 mm						
***Si $IP \cong 0.73 (wl - 20)$ ó si IP entre 4 y 7 e $IP > 0.73 (wl - 20)$ , usar símbolo doble: GM – GC; SM – SC.						
En casos dudosos favorecer clasificación menos plastia Ej, GW-GM en vez de GW-GC.						

$Cu = (D60) / (D10)$	$Cc = (D30^2) / (D60 * D10)$
----------------------	------------------------------

Fuente: Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS)

### Suelos finos:

- Limos inorgánicos, de símbolo genérico M
- Arcillas inorgánicas, de símbolo genérico C
- Limos y arcillas orgánicas, de símbolo genérico O

Tabla 13: Suelos Finos Sistema de Clasificación SUCS.

FINOS ( $\geq 50\%$ pasa 0.08 mm)			
Tipo de Suelo	Símbolo	Lim. Liq. WI	Índice de Plasticidad Ip
Limos inorgánicos	ML	< 50	<0.73(wl-20) ó < 4
	MH	>50	<0.73(wl-20)
Arcillas inorgánicas	CL	< 50	>0.73(wl-20) y > 7
	CH	>50	>0.73(wl-20)
Limos y arcillas orgánicas	OL	< 50	**WI seco al horno $\leq 75\%$ de WI seco de aire
	OH	>50	
Turba	Pt	Materia orgánica fibrosa se carboniza se quema o se pone incandescente	
Si $IP \cong 0.73 (wl - 20)$ ó si IP entre 4 y 7 e $IP > 0.73 (wl-20)$ , usar símbolo doble: CL – ML, CH-OH			
**Si tiene olor orgánico debe determinarse adicionalmente wl seco al horno.			
En casos dudosos favorecer clasificación más plástica Ej: CH-MH en vez de CL-ML.			
Si WI = 50, CL – CH o ML – MH			

Fuente: Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS)

Tabla 14: Suelos Gruesos y Finos. Sistemas de Clasificación SUCS.

El material se considera grueso si se retiene más del 50%		El material se considera fino si pasa más del 50%
0.075 mm		
ES RETENIDO		PASA
Grava	Arena	Limo o Arcilla
Si más del 50% de la fracción gruesa queda retenida en el Tamiz N°4	Si más del 50% de la fracción gruesa pasa por el Tamiz N°4	El suelo fino es: Limo (M) Arcilla (C) Orgánico (O)

Fuente: Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS)

Una descripción visual del suelo debe siempre incluirse conjuntamente con el símbolo unificado para completar la clasificación.

Tabla 15: Cuadro de resumen – Sistema Unificado de Clasificación de Suelo.

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolo del grupo	NOMBRES TÍPICOS
<b>SUELOS DE GRANOS GRUESOS</b>  Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	<b>GRAVAS</b>  Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4.76 mm).	<b>Gravas Limpias</b>  (sin o con pocos finos)	GW Gravas bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos
		<b>Con finos</b>  (apreciable cantidad de finos)	GP Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin filtros
	<b>ARENAS</b>  Más de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 5 (4.76 mm).	<b>Arena Limpias</b>  (pocos o sin finos)	GM Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo
			GC Gravas arcillosas mezclas, grava-arena-arcilla
		<b>Con Finos</b>  (apreciable e cantidad de finos)	SW Arenas bien graduadas, con grava pocos finos o sin finos
			SP Arenas mal graduadas, con grava pocos finos o sin finos
<b>SUELOS DE GRANOS FINOS</b>  Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	<b>Limos y arcillas:</b>  Limite liquido menor de 50	SM Arenas limosas, mezclas de arena y limo	
		SC Arenas arcillosas, mezclas de arena-arcilla	
		ML Limos inorgánicos y suelos muy finos, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas o limo arcillosas con ligera plasticidad	
	<b>Limos y Arcillas</b>  Limite liquido mayor de 50	CL Arenas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.	
		OL Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad	
MH Limos inorgánicos, suelos arenosos con mica o diatomeas. Limos elásticos.			
Suelos orgánicos	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media elevada, limos orgánicos	
Suelos muy orgánicos	PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico	

Fuente: Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos SUCS)

Gráfica de plasticidad del USCS

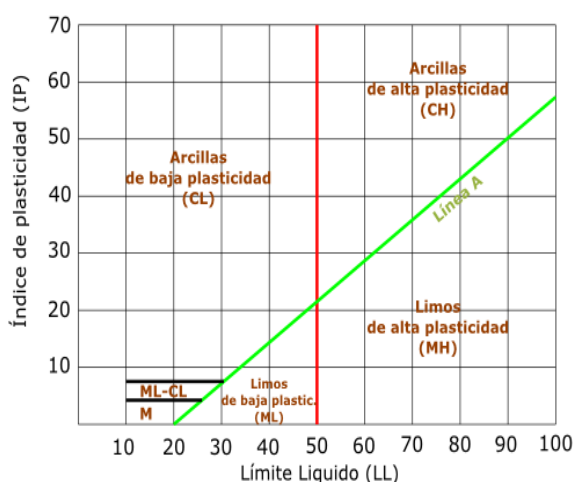


Figura 2. Fuente: Das, 2001.

### **1.2.26.2. Clasificación de los suelos según AASHTO**

El sistema de clasificación AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), designación ASTM D-3282; método AASHTO M145, es uno de los primeros sistemas de clasificación de suelos, desarrollado por Terzaghi y Hogentogler en 1928; y, actualmente es usado principalmente para la evaluación cualitativa de la conveniencia de un suelo como material para la construcción de los terraplenes, subrasantes, subbases y bases de carreteras.

Este sistema de clasificación está basado en los resultados de la determinación, en laboratorio, de la distribución del tamaño de partículas, el límite líquido y el límite plástico.

La evaluación de los suelos dentro de cada grupo se realiza por medio de un índice de grupo, que es un valor calculado a partir de una ecuación empírica. El comportamiento geotécnico de un suelo varía inversamente con su índice de grupo, es decir que un suelo con índice de grupo igual a cero indica que es material -bueno- para la construcción de carreteras, y un índice de grupo igual a 20 o mayor, indica un material -muy malo- para la construcción de carreteras.

Los suelos clasificados dentro los grupos A-1, A-2 y A-3 son materiales granulares de los cuales 35% o menos de las partículas pasan a través del tamiz N° 200. Los suelos que tienen más del 35% de partículas que pasan a través del tamiz N° 200 se clasifican dentro de los grupos de material fino A-4, A-5, A-6 y A-7. Estos suelos están constituidos principalmente por limo y arcilla.

El sistema de clasificación AASHTO, clasifica a los suelos en tres principales categorías:

- Suelos granulares. Son suelos cuyo porcentaje que pasa el tamiz

Nº 200 es menor o igual al 35% del total de la muestra. Estos suelos constituyen los grupos A-1, A-2 y A-3.

- Suelos limo-arcilla o material fino. Son suelos cuyo porcentaje que pasa el tamiz Nº 200 es mayor al 35% del total de la muestra. Estos suelos constituyen los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7.
- Suelos orgánicos. Son los suelos que están constituidos principalmente por materia orgánica. Este tipo de suelo constituye el grupo A-8.

Adopta el siguiente rango de tamaño de partículas:

- Cantos rodados. Son fragmentos de roca, usualmente redondeados por abrasión, que son retenidos en el tamiz de 3ll (75 mm).
- Grava. Es la fracción que pasa el tamiz de 3ll (75 mm) y es retenido en el tamiz Nº 10 (2 mm).
- Arena. Es la fracción que pasa el tamiz Nº 10 (2 mm) y es retenido en el tamiz Nº 200 (0.075 mm).
- El limo y la arcilla. Son partículas que pasan el tamiz Nº 200 (0.075 mm).

Establece un rango del índice de plasticidad que diferencia a los suelos limosos de los suelos arcillosos:

- El término limoso es aplicado a la fracción fina del suelo que tiene un índice de plasticidad de 10 o menos.
- El término arcilloso es aplicado cuando la fracción fina tiene un índice de plasticidad de 11 o más.

Considera solo la porción de suelo que pasa a través del tamiz de 75 mm. Si existieran partículas mayores (guijarros y cantos rodados), éstas son excluidas de la muestra de suelo que será clasificado, sin embargo, el porcentaje de ese material debe ser medido y anotado junto con el resultado de la clasificación.

### **Ecuación empírica del índice de grupo**



$$IG = (F_{200} - 35)[0.2 + 0.005 (LL - 40)] + 0.01 (F_{200} - 15)(IP - 10)$$

Donde:

$F_{200}$  = Porcentaje que pasa la malla N° 200, expresado como # entero

LL = Límite Líquido

IP = Índice de plasticidad

El primer término de la ecuación: “ $(F_{200} - 35) [0.2 + 0.005 (LL - 40)]$ ” es el índice parcial de grupo determinado con el límite líquido. El segundo término: “ $0.01 (F_{200} - 15)(IP - 10)$ ” es el índice parcial de grupo determinado con el índice de plasticidad. Sin embargo, también se puede determinar el índice de grupo a partir del ábaco mostrado para el cálculo del Índice de Grupo (Norma ASTM, 2003). Si el suelo no es plástico y no se puede determinar el Límite líquido, entonces el índice de grupo (IG) será:  $IG = 0$ . Este es el caso de los suelos A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-5 y A-3, en donde su índice de grupo siempre es cero.

Los índices de grupo de los suelos granulares están generalmente comprendidos entre 0 y 4, los correspondientes a los suelos limosos, entre 8 y 12 y los suelos arcillosos, entre 11 y 20, o más. Los valores del índice de grupo, se utilizan solo para comparar suelos dentro el mismo grupo y no entre grupos diferentes; así por ejemplo, no se pueden comparar un suelo A-3 (0) y un suelo A-2-7 (3), por el valor del índice de grupo; sin embargo, si se pueden comparar un suelo A-3 (0), con un suelo A-3 (3), donde por del valor del índice de grupo se puede deducir que el suelo A-3 (0) es de mejor calidad que el suelo A-3 (3), por tener este un valor del índice de grupo menor ( $0 < 3$ ).

La ecuación empírica del índice de grupo diseñada para conseguir una evaluación aproximada de los suelos del mismo grupo, en los materiales granulares arcillosos, y los materiales limo arcillosos, se basa en las siguientes suposiciones:

- Los materiales que se encuentran en los grupos A-1-a, A-1-b, A-

2-4, A-2-5 y A-3 son apropiados para su uso como subrasantes cuando están adecuadamente drenados y compactados y el espesor de la capa de pavimento es moderado (base y carpeta de rodadura), así como también el tráfico que soportará sea adecuado; también este material puede lograrse por adiciones de pequeñas cantidades de ligantes naturales o artificiales.

- Los materiales granulares arcillosos de los grupos A-2-6 y A-2-7 y los materiales limosos y arcillosos de los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7, pueden clasificarse para su utilización en subrasantes desde adecuadas como materiales de subbase equivalentes a las categorías A-2-4 y A-2-5, hasta regulares e inadecuadas hasta el punto de requerir una capa de subbase o una capa mayor de subbase que la requerida en el anterior caso (1), para proporcionar un adecuado soporte a las cargas de tráfico.
- Se supone que un 35% o más de material que pasa el tamiz N° 200 (0.0075 mm.) es crítico si se omite la plasticidad, pero el mínimo crítico es solo el 15% cuando se ve afectado por el IP mayor que 10.
- Se supone que el LL y el IP igual o mayor que 40% y 10% es crítico, respectivamente.

### **2.3. Definición de Términos Básicos.**

La definición de términos básicos, ha sido tomada del Glosario de Términos aprobado por la Resolución Directoral N° 02-2018-MTC/14 de fecha 12 de enero de 2018.

**ACCESO:** Ingreso y/o salida a una instalación u obra de infraestructura vial.

**AFIRMADO:** Capa compactada de material granular natural o procesado, con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito.

**AGREGADO:** Material granular de composición mineralógica como arena, grava, escoria, o roca triturada, usado para ser mezclado en diferentes tamaños.

**AGREGADO ANGULAR:** Agregados que poseen bordes bien definidos formados por la intersección de caras planas rugosas.

**AGREGADO BIEN GRADUADO:** Agregado cuya gradación va desde el tamaño máximo hasta el de un relleno mineral y que se encuentra centrado a una curva granulométrica “huso” especificada.

**AGREGADO DE GRADACIÓN ABIERTA:** Agregado que contiene poco o ningún relleno mineral, y donde los espacios de vacíos en el agregado compactado son relativamente grandes.

**AGREGADO FINO:** Material proveniente de la desintegración natural o artificial de partículas cuya granulometría es determinada por las especificaciones técnicas correspondientes. Por lo general pasa la malla N° 4 (4,75 mm).

**AGREGADO GRUESO:** Material proveniente de la desintegración natural o artificial de partículas cuya granulometría es determinada por las especificaciones técnicas correspondientes. Por lo general es retenida en la malla N°4 (4,75 mm).

**AGUAS ABAJO:** Curso de agua visto en el sentido de la corriente.

**AGUAS ARRIBA:** Curso de agua visto en el sentido contrario a la corriente.

**AHUELLAMIENTO:** Surcos o huellas que se producen en la superficie de rodadura de una carretera pavimentada o no pavimentada y que son el resultado de la consolidación o movimiento lateral de los materiales por efectos del tránsito.

**ALCANTARILLA:** Elemento del sistema de drenaje superficial de una carretera, construido en forma transversal al eje o siguiendo la orientación del curso de agua; puede ser de madera, piedra, concreto, metálicas y otros. Por lo general se ubica en quebradas, cursos de agua y en zonas que se requiere para el alivio de cunetas.

**ALTIMETRÍA:** Conjunto de operaciones necesarias para definir y representar, numérica o gráficamente, las cotas de puntos del terreno.

**ALTITUD:** Altura o distancia vertical de un punto superficial del terreno respecto al nivel del mar. Generalmente se identifica con la sigla “msnm” (metros sobre el nivel del mar).

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO O MECÁNICO:** Procedimiento para determinar la granulometría de un material o la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños.

**ANCHO DEL PUENTE:** Es el ancho total de la superestructura e incluye, calzadas, veredas, ciclovías, barreras y/o barandas.

**ÁNGULO DE REPOSO:** El que se produce entre la horizontal y el talud máximo que el suelo asume a través de un proceso natural.

**ARCILLAS:** Partículas finas con tamaño de grano menor a 2  $\mu\text{m}$  (0,002 mm) provenientes de la alteración física y química de rocas y minerales.

**ÁREA AMBIENTAL SENSIBLE:** Aquella que puede sufrir daños graves severos (medio ambiente y/o cultural) y en muchos casos de manera irreversible como consecuencia de la construcción de la carretera. Dentro de estas áreas se encuentra los Parques Nacionales, Reservas Forestales, Reservas y Resguardos Indígenas, lagunas costeras, estuarios, y en

general cualquier Unidad de Conservación establecida o propuesta, y que por su naturaleza de ecosistema fácilmente vulnerable o único puede sufrir un deterioro considerable.

**ÁREA DE TRABAJO:** Superficie de terreno comprendida dentro de un perímetro donde se ejecuta una obra y sus instalaciones complementarias tales como: almacenes, canteras, polvorines, accesos, depósitos de material excedente, plantas de producción de materiales, etc.

**ARENA:** Partículas de roca que pasan la malla N° 4 (4,75 mm) y son retenidas por la malla N° 200.

**ARISTA EXTERIOR DE LA EXPLANACIÓN:** Es la intersección del talud del desmonte o terraplén con el terreno natural. Cuando el terreno natural circundante está al mismo nivel que la carretera, la arista exterior de la explanación es el borde exterior de la cuneta.

**ASENTAMIENTO:** Desplazamiento vertical o hundimiento de cualquier elemento de la vía.

**ASENTAMIENTO DIFERENCIAL:** Diferencia de nivel como consecuencia del desplazamiento vertical o hundimiento de cualquier elemento de la vía.

**BACHE:** Depresión que se forma en la superficie de rodadura producto del desgaste originado por el tránsito vehicular y la desintegración localizada.

**BACHEO:** Actividad de mantenimiento rutinario que consiste en rellenar y compactar los baches o depresiones que pudieran presentarse en la superficie de rodadura.

**BADÉN:** Estructura construida con piedra y/o concreto para permitir el paso vehicular sobre quebradas de flujo estacional o de flujos de agua menores. A su vez, permiten el paso de agua, materiales y de otros elementos sobre la superficie de rodadura

**BANCO DE GRAVA:** Material que se encuentra en depósitos naturales y usualmente mezclado en mayor o menor cantidad con material fino (arenas, gravas arenosas o arcillas).

**BANQUETA:** Obra de estabilización de taludes consistente en la construcción de una o más terrazas sucesivas en el talud.

**BARRERA O TRANQUERA:** Obstáculo colocado para desvío de tráfico vehicular.

**BASE DE TRIANGULACIÓN:** Distancia entre dos puntos permanentes, cuya medida sirve de base para definir una red de puntos de triangulación de apoyo topográfico.

**BASE GRANULAR:** Parte de la estructura del pavimento, constituida por una capa de material seleccionado que se coloca entre la subbase o subrasante y la capa de rodadura.

**BENCH MARK (BM):** Referencia topográfica de coordenada y altimetría de un punto marcado en el terreno, destinado a servir como control de la elaboración y replanteo de los planos de un proyecto vial.

**BERMA:** Franja longitudinal, paralela y adyacente a la superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencia.

**BOMBEO:** Inclinação transversal que se construye en las zonas en tangente a cada lado del eje de la plataforma de una carretera con la finalidad de facilitar el drenaje lateral de la vía.

**CABEZAL DE ALCANTARILLA:** Estructura terminal a la entrada y salida de una alcantarilla, construida con la finalidad de encauzar y evitar la erosión del agua, así como ajustarse a la superficie del talud del terreno.

**CAJA COLECTORA:** Estructura que recoge las aguas de una cuneta para encauzar a una alcantarilla.

**CALICATA:** Excavación que se realiza en el terreno que nos permite estudiar la estratigrafía del suelo a diferentes profundidades.

**CALZADA:** Ver SUPERFICIE DE RODADURA.

**CAMBIO DE ESTÁNDAR DE LA VIA:** Modificación de las características de una vía, para alcanzar mejores niveles de servicio.

**CAMINO:** Vía terrestre para el tránsito de vehículos motorizados y no motorizados, peatones y animales, con excepción de las vías férreas.

**CAMINO DE HERRADURA:** Vía terrestre para el tránsito de peatones y animales.

**CANAL:** Es una zanja construida para recibir y encauzar medianas o pequeñas cantidades de agua.

**CANTERA:** Deposito natural de material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras.

**COHESIÓN:** La resistencia al corte de un suelo, a una tensión normal.

**COLMATACIÓN:** Acumulación de material o de residuos sólidos que afecta la capacidad hidráulica de las estructuras de drenaje de la carretera.

**COLOIDALES:** Partículas de tamaño tan pequeño que ejercen una actividad superficial apreciable sobre las propiedades del agregado.

**COMPACTACIÓN:** Proceso manual o mecánico que tiende a reducir el volumen total de vacíos de suelos, mezclas bituminosas, morteros y concretos frescos de cemento Portland.

**CONSERVACIÓN VIAL:** Ver MANTENIMIENTO VIAL

**CONSTRUCCIÓN:** Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes.

**CONTENIDO DE HUMEDAD:** Volumen de agua de un material determinado bajo ciertas condiciones y expresado como porcentaje de la masa del elemento húmedo, es decir, la masa original incluyendo la sustancia seca y cualquier humedad presente.

**CONTRACCIÓN:** Esfuerzo volumétrico asociado con un decrecimiento en sus dimensiones.

**CONTROL DE CALIDAD:** Pruebas técnicas para comprobar la correcta ejecución de las diferentes etapas o fases de un trabajo con relación a las especificaciones técnicas o requisitos específicos establecidos.

**COORDENADAS DE REFERENCIA:** Referencias ortogonales Norte-Sur adoptadas para elaborar los planos de topografía y de diseño del proyecto.

**CORREDOR VIAL:** Conjunto de dos o más rutas continuas que se conforman con una finalidad específica.

**CORROSIÓN:** Destrucción paulatina de las estructuras metálicas por acción de agentes externos.

**CORTE A MEDIA LADERA:** Sección transversal de la carretera que se desarrolla en zona de corte abierto o combinada con el terraplén.

**CORTE CERRADO:** Sección transversal de la carretera, confinado por el terreno natural de forma lateral y a ambos lados.

**COTA:** Altura de un punto sobre un plano horizontal de referencia.

**COTA DE RASANTE:** Valor numérico de un punto topográfico que representa el nivel terminado o rasante referido a un BENCH MARK (BM).

**COTA DE TERRENO:** Valor numérico de un punto topográfico del terreno referido a un BENCH MARK (BM).

**CUNETA DE CORONACIÓN:** Ver zanja de coronación

**CUNETAS:** Canales abiertos construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y sub-superficiales procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes a fin de proteger la estructura del pavimento.

**CURVA COMPUESTA:** Dos o más arcos concurrentes de radios diferentes y curvatura de igual sentido, con o sin interposición de curva de transición.

**CURVA DE COMPACTACIÓN (curva de Proctor):** Representación gráfica que relaciona el peso unitario seco (densidad) y el contenido de agua del suelo para un determinado esfuerzo de compactación.



**CURVA DE NIVEL:** Línea que, en un mapa o plano, une todos los puntos de igual distancia vertical, altitud o cota.

**CURVA DE TRANSICIÓN:** Curva en planta que facilita el tránsito gradual desde una trayectoria rectilínea a una curva circular, o entre dos circulares de radio diferente.

**CURVA GRANULOMÉTRICA:** Representación gráfica de la granulometría y proporciona una visión objetiva de la distribución de tamaños del agregado. Se obtiene llevando en abscisas los logaritmos de las aberturas de los tamices y en las ordenadas los porcentajes que pasan o sus complementos a 100, que son los retenidos acumulados.

**CURVA HORIZONTAL:** Curva circular que une los tramos rectos de una carretera en el plano horizontal.

**CURVA HORIZONTAL DE TRANSICIÓN:** Trazo de una línea curva de radio variable en planta, que facilita el tránsito gradual desde una trayectoria rectilínea a una curva circular o entre dos curvas circulares de radio diferente.

**CURVA VERTICAL:** Curva en elevación que enlaza dos rasantes con diferente pendiente.

**DENSIDAD:** Relación entre la masa y el volumen de un cuerpo.

**DENSIDAD EN EL SITIO:** Procedimiento para determinar el peso unitario de los suelos en el terreno.

**DERECHO DE VÍA:** Faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera y todos los elementos que la conforman, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuario. Su ancho se establece mediante resolución del titular de la autoridad competente respectiva. Las obras necesarias para garantizar la seguridad y funcionamiento hidráulico en los ríos, quebradas y otros cursos de agua, no están limitadas a la indicada faja del terreno que constituye el Derecho de Vía.

**DERRUMBE:** Desprendimiento y precipitación de masas de tierra y piedra sobre la carretera, obstaculizando el libre tránsito de vehículos.

**DESBROCE:** Ver ROCE

**DIAGRAMA DE MASAS:** Es la curva que representa la compensación longitudinal de los volúmenes de corte y relleno de una carretera. También conocido como Diagrama de Bruckner.

**DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO:** Señales verticales y horizontales, marcas en pavimento, semáforos y dispositivos auxiliares tienen la función de facilitar a los usuarios la observancia estricta de las reglas que gobiernan la circulación del tránsito automotor, tanto en caminos, puentes y cruces con ferrocarriles, así como en calles de la ciudad.

**DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO O DE PASO:** Es la mínima distancia que debe estar disponible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar u otro que viaja a una velocidad menor con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaje en el sentido contrario y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso.

**DISTANCIA DE CRUCE:** Longitud de carretera que debe ser vista por el conductor de un vehículo que pretende atravesar dicha carretera (vía preferencial).

**DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA:** Es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objetivo inmóvil que se encuentra en su trayectoria.

**DISTANCIA LIBRE DE TRANSPORTE:** Distancia máxima, a la que es transportado un material de explanaciones sin pago de distancia de acarreo.

**ECUACIÓN DE EMPALME:** Expresión algebraica usada para corregir la progresiva en una sección específica de una vía, como resultado de variantes o cambios de progresivas.

**EJE DE LA CARRETERA:** Línea longitudinal que define el trazado en planta, el mismo que está ubicado en el eje de simetría de la calzada. Para el caso de autopistas y carreteras duales el eje se ubica en el centro del separador central.

**EJES LONGITUDINALES DEL SINAC:** Carreteras que recorren longitudinalmente al país, uniendo el territorio nacional desde la frontera norte hasta la frontera sur.

**EJES TRANSVERSALES DEL SINAC:** Carreteras transversales o de penetración, que básicamente unen la costa con el interior del país.

**ELEMENTOS VIALES:** Conjunto de componentes físicos de la vía, tales como superficie de rodadura, bermas, cunetas, obras de drenaje, elementos de seguridad vial y obras complementarias.

**EMPALME:** Conexión de una carretera con otras, acondicionada para el tránsito vehicular.

**ENCAUZAMIENTO:** Acción de dirigir una corriente de agua hacia un cauce determinado.

**ENCALAMINADO:** Ondulaciones u ondas a lo ancho de la superficie de rodadura de una vía en sentido longitudinal.

**ENSANCHE DE PLATAFORMA:** Obra de una carretera que amplía su sección transversal, utilizando parte.

**EQUIVALENTE DE ARENA:** Proporción relativa del contenido de polvo fino o material arcilloso en los suelos o agregados finos.

**EROSIÓN:** Desgaste producido por el agua en la superficie de rodadura y/o en otros elementos de la carretera.

**ESTABILIZACIÓN DE SUELOS:** Mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en las superficies de rodadura o capas inferiores de la carretera, y son conocidas como suelo cemento, suelo cal y otros diversos.

**ESTACA:** Elemento de madera, metal u otro con punta en un extremo, que se hinca en el terreno para marcar un punto.

**ESTACADO:** Puntos señalados en el terreno mediante estacas que indican posiciones.

**ESTACIÓN:** Punto del terreno en el cual se ubica el aparato topográfico para efectuar la medición correspondiente.

**ESTACIÓN TOTAL:** Instrumento topográfico que combina un teodolito electrónico y un medidor electrónico de distancias con su correspondiente microprocesador.

**ESTADÍA O MIRA ESTADIMÉTRICA:** Regla graduada que permite mediante un nivel topográfico, medir desniveles.

**ESTIAJE:** Nivel más bajo o caudal mínimo de un río u otra corriente en época de sequía.

**ESTRATO:** Masa mineral en forma de capa de espesor más o menos uniforme, que constituye los terrenos sedimentarios.

**ESTRATO TÍPICO:** Estrato de suelo con características tales que puede ser representativo de otros iguales o similares en un terreno dado.

**ESTRIBOS:** Apoyos extremos de un puente, que tienen por finalidad principal soportar la superestructura, transmitir las cargas al terreno y sostener el relleno de los accesos.

**ESTUDIO DE SUELOS:** Documento técnico que engloba el conjunto de exploraciones e investigaciones de campo, ensayos de laboratorio y análisis de gabinete que tiene por objeto estudiar el comportamiento de los suelos y sus respuestas ante las sollicitaciones de carga.

**EXPLANACIÓN:** Movimiento de tierra para obtener la plataforma de la carretera (calzada o superficie de rodadura, bermas y cunetas).

**FLUJO DE TRÁNSITO:** Movimiento de vehículos que se desplazan por una sección dada de una vía, en un tiempo determinado.

**GEOTEXTIL:** tela permeable, flexible y de fibra sintética que se emplea en contacto con suelos y otros materiales para diversos propósitos, en base a su resistencia mecánica a la perforación y tracción, y a su capacidad drenante.

**GPS-RECEPTOR:** Instrumento receptor de señal satelital de geoposicionamiento, utilizado para establecer ubicaciones geodésicas (longitud, latitud, altitud) de puntos geográficos, con diferentes grados de exactitud y precisión.

**GRADIENTE:** Ver PENDIENTE DE LA CARRETERA.

**GRANULOMETRÍA:** Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas.

**GUARDAVÍA:** Estructura metálica flexible que por lo general se instala en los bordes de las bermas, separadores centrales y otros lugares de la vía, con fines de señalización y contención de vehículos livianos.

**HDM:** Modelo de evaluación de transportes del Banco Mundial para la evaluación técnica y económica de inversiones y mantenimiento de carreteras.

**ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA):** Volumen promedio del tránsito de vehículos en ambos sentidos de la carretera, durante 24 horas, de una muestra vehicular (conteo vehicular), para un período anual.

**INESTABILIDAD:** Pérdida de resistencia a las fuerzas que tienden a ocasionar movimiento o distorsión de una estructura del pavimento.

**INTEMPERISMO:** Efectos producidos por la intemperie (a cielo descubierto, sin techo).

**INTERCAMBIO VIAL:** Zona en la que dos o más carreteras se cruzan a distinto nivel para el desarrollo de todos los movimientos posibles de cambio de dirección de una carretera a otra sin interrupciones del tráfico vehicular.

**INTERSECCIÓN:** Sector en que dos o más vías se interceptan a nivel o desnivel.

**INVENTARIO VIAL:** Registro ordenado, sistemático y actualizado de una carretera o de un sistema vial existente, especificando su ubicación, características físicas y estado operativo.

**ITINERARIO DE RUTAS.** Ubicación y descripción de una carretera con indicación de sus puntos notables, y distancias entre poblados vecinos.

**JERARQUIZACIÓN VIAL:** Ordenamiento de las carreteras que conforman el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) en niveles de jerarquía, debidamente agrupadas en tres redes viales (Red Vial Nacional, Red Vial Departamental o Regional y Red Vial Vecinal o Rural), sobre la base de su funcionalidad e importancia.

**LADERA:** Terreno de mediana o fuerte inclinación donde se asienta la carretera.

**LECHO:** Curso de un río o quebrada por donde corren las aguas en crecientes y estiajes.

**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO:** Conjunto de operaciones de medidas efectuadas en el terreno para obtener los elementos necesarios y elaborar su representación gráfica.

**LÍMITE LÍQUIDO:** Contenido de agua del suelo entre el estado plástico y el líquido de un suelo.

**LÍMITE PLÁSTICO:** Contenido de agua de un suelo entre el estado plástico y el semi-sólido.

**LIMOS:** Partículas de roca o minerales cuyas dimensiones están entre 0.02 y 0.002 mm.

**LÍNEA DE GRADIENTE:** Procedimiento de trazo directo de una poligonal estacada en el campo, como eje preliminar con cotas que configuran una pendiente constante, hasta alcanzar un punto referencial de destino en un trazo nuevo.

**LONGITUD DEL PUENTE:** Distancia longitudinal entre las juntas de dilatación extremas de la superestructura para puente de un tramo. Para el

caso de puente de varios tramos se tomará la longitud entre las juntas de dilatación exteriores de los tramos extremos.

**LUZ DEL PUENTE:** Distancia longitudinal entre los ejes de apoyo de cada tramo que constituye la superestructura de un puente.

**LUZ LIBRE:** Distancia longitudinal horizontal de una estructura sin obstrucciones.

**MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN PERIÓDICA:** Es el conjunto de actividades, programables cada cierto período, que se realizan en las vías para recuperar sus condiciones de servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas, principalmente, a: i) reposición de capas de rodadura, reciclado de pavimento, recapeo, colocación de capas nivelantes, tratamientos superficiales y sellos, ii) aplicación de soluciones básicas, técnicamente evaluadas y ambientalmente sostenibles, en las capas de rodadura, iii) reparación puntual de capas inferiores del pavimento, iv) reparación puntual de: túneles, muros, sistema de drenaje, elementos de seguridad y señalización, v) reparación puntual de la plataforma de la carretera, que puede incluir elementos de drenaje y actividades que contribuyan a la estabilidad de la misma, y vi) reparación puntual de los componentes de los puentes, tanto de la superestructura, como de la subestructura. Este tipo de actividades se realizan por la modalidad de ejecución presupuestaria directa o indirecta; siendo que en este último caso, se sustentarán en términos de referencia formulados en base a los “Estudios de Mantenimiento o Conservación Vial por Niveles de Servicio” o en “Criterios Básicos de Ingeniería”, previamente aprobados.

**MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN RUTINARIA:** Es el conjunto de actividades que se realizan en las vías con carácter permanente para conservar sus niveles de servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas, principalmente, a labores de limpieza, bacheo y perfilado de la plataforma, roce y limpieza del derecho de vía, limpieza general del sistema de drenaje, mantenimiento de la señalización y elementos de seguridad vial, eliminación de derrumbes de pequeña magnitud; así como, limpieza de juntas de dilatación, elementos de apoyo,

pintura y drenaje en la superestructura y subestructura de los puentes. Este tipo de actividades se realizan por la modalidad de ejecución presupuestaria directa o indirecta; siendo que en este último caso, se sustentarán en términos de referencia formulados en base a los “Estudios de Mantenimiento o Conservación Vial por Niveles de Servicio” o en “Criterios Básicos de Ingeniería”, previamente aprobados.

**MANTENIMIENTO VIAL:** Conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario; puede ser de naturaleza rutinaria o periódica.

**MARGEN DERECHA:** Orilla o borde derecho de curso de agua visto en sentido aguas abajo.

**MARGEN IZQUIERDA:** Orilla o borde izquierdo de curso de agua visto en sentido aguas abajo.

**MATERIA ORGÁNICA:** Son compuestos carbonáceos existentes en el suelo, tales como turba, lodos orgánicos y suelos que contengan materia vegetal.

**MATERIAL DE CANTERA:** Material de características apropiadas para su utilización en las diferentes partidas de construcción de obra, que deben estar económicamente cercanas a las obras y en los volúmenes significativos de necesidad de la misma.

**MATERIAL DE PRÉSTAMO COMPENSADO:** Es aquel que corresponde a compensaciones de materiales adecuados para su uso en las explanaciones, de cortes con rellenos, dentro de la distancia denominada “libre de transporte”.

**MATERIAL DE PRÉSTAMO LATERAL:** Material de características apropiadas para su uso en la construcción de las explanaciones, que provienen de bancos y canteras naturales adyacentes a la explanada de la carretera.



**MATERIAL DE PRÉSTAMO PROPIO:** Material adecuado para las explanaciones, proveniente de los cortes para ser utilizado en rellenos, transportado fuera de la distancia denominada “libre de transporte”.

**MÁXIMA DENSIDAD SECA:** Máximo valor de densidad seca definido por la curva de compactación para un esfuerzo especificado (estándar o modificado).

**MEJORAMIENTO:** Ejecución de las obras necesarias para elevar el estándar de la vía mediante actividades que implican la modificación sustancial de la geometría y de la estructura del pavimento; así como la construcción y/o adecuación de los puentes, túneles, obras de drenaje, muros, y señalizaciones necesarias.

**METRADO:** Cuantificación detallada por partidas de las actividades por ejecutar o ejecutadas en una obra.

**MOVIMIENTO DE TIERRA:** Ver EXPLANACIÓN.

**MUESTRAS DE CAMPO:** Materiales obtenidos de un yacimiento, de un horizonte de suelo y que se reduce a tamaños, cantidades representativos y más pequeñas según procedimientos establecidos.

**MUESTREO:** Toma de muestra que constituye la etapa inicial y fundamental para la adecuada interpretación de los resultados obtenidos en el laboratorio.

**NAPA FREÁTICA:** Nivel superior del agua subterránea en el momento de la exploración. El nivel se puede dar respecto a la superficie del terreno o a una cota de referencia.

**OBRAS DE DRENAJE:** Conjunto de obras que tienen por fin controlar y/o reducir el efecto nocivo de las aguas superficiales y subterráneas sobre la vía, tales como: alcantarillas, cunetas, badenes, subdrenes, zanjas de coronación y otras de encauzamientos.

**OPERACIÓN VIAL:** Conjunto de actividades que se inician al término de una intervención de la vía y tienen por finalidad mantener un nivel de servicio

adecuado. Están referidas al cuidado y vigilancia de los elementos confortantes de la vía incluyendo la preservación de la integridad física del Derecho de Vía, el control de cargas y pesos vehiculares, los servicios complementarios, medidas de seguridad vial así como la prevención y atención de emergencias viales.

**ÓVALO O ROTONDA:** Intersección dispuesta en forma de anillo (circular u oval) al que acceden, o del que parten, tramos de carretera, siendo único el sentido de circulación en el anillo.

**PENDIENTE DE LA CARRETERA:** Inclinación del eje longitudinal de la carretera.

**PERALTE:** Inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo.

**PERFIL LONGITUDINAL:** Trazo del eje longitudinal de la carretera con indicación de cotas y distancias.

**PERMEABILIDAD:** Capacidad de un material para permitir que un fluido lo atraviese sin alterar su estructura interna.

**pH:** Medida del estado de acidez o basicidad de una solución. Los valores extremos del pH son 0 y 14; y el valor medio 7 indica que la solución es neutra.

**PLANO TOPOGRÁFICO:** Representación gráfica pormenorizada a escala de una extensión de terreno.

**PLANOS TIPO:** Documentos aprobados que se elaboran en base a especificaciones técnicas y que se usan en obras estándar de uso frecuente.

**PLATAFORMA:** Superficie superior de una carretera, incluye calzadas o superficie de rodadura, bermas, veredas, separadores centrales y cunetas, según corresponda.

**PUENTE:** Estructura requerida para atravesar un accidente geográfico o un obstáculo natural o artificial, cuya luz libre es mayor o igual que 6.00 m (20

ft) y forma parte o constituyen un tramo de una carretera o está localizado sobre o por debajo de ella.

**PUNTO ALTAMENTE RIESGOSO (PAR):** Es aquel tramo de la red que presenta una frecuencia de accidentes significativamente superior a la media de tramos de características semejantes, y en los que, posiblemente, una actuación de mejora de la infraestructura puede conducir a una reducción efectiva de la accidentabilidad. Igualmente, comprende los tramos de una vía que, no llegando a ser un Tramo de Concentración de Accidentes, son Puntos Conflictivos detectados que requieren de una actuación de mejora de su Seguridad Vial.

**PUNTO DE CONFLICTO :** Tramo o segmento del camino donde existe un grave riesgo de que ocurra o derive en un posible accidente, debido a las condiciones orográficas, climatológicas, visibilidad, adecuación de los componentes del camino a la normativa vigente, usuarios vulnerables y otros en los que la conducción de un vehículo se dificulta para un conductor diligente.

**PUNTO DE INTERSECCIÓN:** Punto en que se cortan las prolongaciones de dos tangentes sucesivas, conocido como PI.

**PUNTO DE TANGENCIA:** Punto donde termina la tangente y comienza la curva, conocido como PT.

**QUEBRADA:** Abertura entre dos montañas, por formación natural o causada por erosión de las aguas.

**RAMPA:** Ramal de intercambio con pendiente, destinado a empalmar una vía con otra a niveles diferentes.

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

**RECONSTRUCCIÓN:** Renovación completa de una obra de infraestructura vial, previa demolición parcial o completa de la existente, pudiendo modificarse sus características originales.

**RED VIAL:** Conjunto de carreteras que pertenecen a la misma clasificación funcional (Nacional, Departamental o Regional y Vecinal o Rural).

**RED VIAL DEPARTAMENTAL O REGIONAL:** Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito de un Gobierno Regional. Articula básicamente a la Red Vial Nacional con la Red Vial Vecinal o Rural.

**RED VIAL NACIONAL:** Corresponde a las carreteras de interés nacional conformada por los principales ejes longitudinales y transversales, que constituyen la base del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC). Sirve como elemento receptor de las carreteras Departamentales o Regionales y de las carreteras Vecinales o Rurales.

**RED VIAL VECINAL O RURAL:** Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito local, cuya función es articular las capitales de provincia con capitales de distrito, éstas entre sí, con centros poblados o zonas de influencia local y con las redes viales nacional y departamental o regional

**REFORESTACIÓN:** Acción que consiste en sembrar o resembrar vegetación con la finalidad de estabilizar taludes, arenamientos y para protección del medio ambiente.

**REGISTRO NACIONAL DE CARRETERAS (RENAC):** Instrumento de gestión de carácter oficial donde se inscriben las vías que conforman el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC).

**REHABILITACIÓN:** Ejecución de las obras necesarias para devolver a la infraestructura vial sus características originales y adecuarla a su nuevo periodo de servicio; las cuales están referidas principalmente a reparación y/o ejecución de pavimentos, puentes, túneles, obras de drenaje, de ser el caso movimiento de tierras en zonas puntuales y otros.

**RELLENO:** Ver TERRAPLÉN.

**REPLANTEO TOPOGRÁFICO:** operación mediante la cual se marcan sobre el terreno a construir los puntos básicos del proyecto.

**ROCE:** Acción de cortar y eliminar todo arbusto, hierba, maleza, vegetación que crezca en ambos lados de la carretera y que impidan o dificulten la visibilidad al conductor.

**RUTA:** Carretera definida entre dos puntos determinados, con origen, itinerario y destino debidamente identificados.

**SECCIÓN TRANSVERSAL:** Representación de una sección de la carretera en forma transversal al eje y a distancias específicas, que nombra y dimensiona los elementos que conforman la misma, dentro del Derecho de Vía. Hay dos tipos de sección transversal: General y Especial.

**SECCIÓN TRANSVERSAL ESPECIAL:** Corresponde a los tramos de carretera que requieren soluciones de carácter integral a situaciones extraordinarias, tales como zonas de concentración de personas, comercio, tránsito de vehículos de transporte local, interconexión con el sistema vial local, puentes, túneles y otros. Está conformada además de algunos elementos de la Sección Transversal General, por vías auxiliares vehiculares o peatonales, ciclovías, veredas, facilidades para el uso de personas discapacitadas, intersecciones vehiculares a nivel o desnivel, puentes peatonales, pasos a desnivel para vehículos menores y/o animales, estaciones de peaje, pesaje, ensanches de plataforma y otros elementos de la misma.

**SECCIÓN TRANSVERSAL GENERAL:** Está conformada por los elementos de la carretera, tales como: calzada o superficie de rodadura (constituida por carriles), bermas, taludes, sistema de drenaje (cunetas, alcantarillas, zanja de coronación badenes y otros) y obras complementarias (muros, ductos y cámaras para fibra óptica, elementos del sistema de señalización, seguridad vial e infraestructura para dispositivo de control de tránsito inteligente y otros).

**SEGURIDAD VIAL:** Conjunto de acciones orientadas a incrementar la seguridad intrínseca y la calidad de protección de las redes viales, en beneficio de los usuarios de las vías.

**SOBREANCHO:** Ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido para maniobrar el vehículo.

**SOCAVACIÓN:** Erosión de la cimentación de una estructura, o del suelo subyacente a la vía por la acción del agua.

**SUBBASE:** Capa que forma parte de la estructura de un pavimento que se encuentra inmediatamente por debajo de la capa de Base.

**SUB DREN:** Obra de drenaje que tiene por finalidad deprimir la napa freática que afecta la vía por efectos de capilaridad.

**SUBESTRUCTURA:** Componente estructural donde se apoya la superestructura y que trasmite al terreno de cimentación las cargas aplicadas al puente, entre ellos los estribos y pilares.

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

**SUELO ARCILLOSO:** Conformado por arcillas o con predominancia de éstas. Por lo general, no es adecuado para el tránsito vehicular.

**SUELO ARENOSO:** Conformado por arena o con predominancia de ésta. Por lo general, no es adecuado para el tránsito vehicular.

**SUELOS EXPANSIVOS:** Suelos arcillosos inestables ante la presencia de agua y experimentan cambios de volumen, por expansión o contracción, poniendo en peligro a las estructuras.

**SUELOS INALTERADOS (No disturbados):** Generalmente son cohesivos que conservan su estructura y humedad.

**SUPERESTRUCTURA:** Componente estructural que recibe en forma directa las cargas vehiculares que circulan por el puente; conformada por diferentes tipos de elementos metálicos, de concreto, madera y otros.

**SUPERFICIE DE RODADURA:** Plano superficial del pavimento, que soporta directamente las cargas del tráfico.

**TALUD:** Paramento o superficie inclinada que limita lateralmente un corte o un terraplén.

**TERRAPLÉN:** Parte de la explanación situada sobre el terreno original. También se le conoce como relleno.

**TRAMO:** Parte continúa de una carretera.

**TRANSICIÓN DEL PERALTE:** Es la traza del borde de la calzada, en la que se desarrolla el cambio gradual de la pendiente del borde de la calzada, entre la que corresponde a la zona tangente, y el que corresponde a la zona peraltada de la curva.

**TROCHA CARROZABLE:** carretera sin afirmar a nivel de subrasante o aquella donde la superficie de rodadura ha perdido el afirmado.

**USUARIO:** Persona natural, pública o privada que utiliza la infraestructura vial pública.

**VARIANTE:** Bifurcación de una carretera en el que se fija su punto de inicio, siendo su punto final, necesariamente, otro punto de la misma carretera.

**VEHÍCULO:** Todo medio capaz de desplazarse que sirve para transportar personas o mercancías y que se encuentra comprendido dentro de la clasificación vehicular del Anexo I del Reglamento Nacional de Vehículos.

**VEHICULO LIVIANO:** Vehículo automotor de peso bruto mayor a 1,5 t hasta 3,5 t.

**VEHICULO LIVIANO DE USO PRIVADO (Ligero):** Vehículo automotor de peso bruto hasta 1,5 t.

**VEHICULO PESADO:** Vehículo automotor de peso bruto mayor a 3,5 t.

**VELOCIDAD DE DISEÑO:** Máxima velocidad con que se diseña una vía en función a un tipo de vehículo y factores relacionados a: topografía, entorno

ambiental, usos de suelos adyacentes, características del tráfico y tipo de pavimento previsto.

**VELOCIDAD DE OPERACIÓN:** Es la velocidad máxima a la que pueden circular los vehículos en un determinado tramo de una carretera, sin sobrepasar la velocidad de diseño de tramo homogéneo.

**VELOCIDAD DIRECTRIZ:** Ver VELOCIDAD DE DISEÑO.

**VEREDA:** Ver ACERA

**VÍA:** Camino, arteria o calle, que comprende la plataforma y sus obras complementarias.

**VÍA DE ACCESO RESTRINGIDO:** Son aquellos tramos o partes de una carretera en donde la autoridad competente ha impuesto restricciones de acceso al tránsito y/o transporte para aislar externalidades negativas generadas por las actividades relacionadas con el transporte y tránsito. Dichas restricciones pueden ser aplicadas en forma permanente, temporal o periódica.

**VULNERABILIDAD VIAL:** Grado de exposición de una infraestructura vial frente a un determinado riesgo vial.

**ZANJA DE CORONACIÓN:** Canal abierto en terreno natural, en la parte superior de un talud de corte, destinado a captar y conducir las aguas de escorrentía y evitar la erosión del talud.

## **CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

### **2.1. Descripción del Problema.**

El distrito de San Juan Bautista es uno de los cuatro distritos urbanos de Iquitos, y uno de los 11 distritos de la provincia de Maynas, departamento de Loreto. San Juan Bautista está considerado en el rango de distritos pobres de Maynas, con varias familias viviendo en pobreza extrema, con



un gran porcentaje sin contar una adecuada conexión eléctrica y de agua potable.

La zona de estudio corresponde al tramo del camino vecinal Ángel Cárdenas, ubicado transversalmente en la margen izquierda de la Carretera Iquitos – Nauta, a la altura del km 35+360, el mismo que tiene una longitud de 1,995 km. y presenta una topografía con pendientes mínimas, tanto longitudinales como transversales, configurando un terreno relativamente semiplano.

El acceso desde el distrito de San Juan Bautista, es por la carretera asfaltada Iquitos – Nauta, a una distancia de 35+360 km, que inicia desde el Aeropuerto Secada Vigneta, y pasa por el Centro Poblado de Quistococha, y las comunidades de Peña Negra, Varillal, Cruz del Sur, hasta llegar al tramo en estudio, el Camino vecinal Ángel Cárdenas, en un tiempo de 30 minutos en auto y 1 hora en motokar (vehículo común de la zona).

Esta carretera, según la Jerarquización de Vías que, conforman el Sistema Nacional de Carreteras – SINAC, corresponde a la Red Vial Vecinal o Rural. El tramo se encuentra implantado en un terreno de topografía casi plana, con leves ondulaciones; desde su construcción, por efecto de las lluvias se encuentra en mal estado de conservación. En épocas de máxima pluviosidad esta vía se inunda por tramos, porque en su margen derecho existe una quebrada natural.

En esta etapa inicial de la investigación, antes de evaluar las siguientes, corresponde determinar la condición de la vía existente en el área en estudio. En toda su extensión, el tramo de la Vía Ángel Cárdenas, según el clasificador de carreteras corresponde a una trocha Carrozable, implantada en un terreno natural arcilloso limoso, contaminado en su totalidad (MTC, 2018). El ancho promedio de la vía es de 5.00 m, mientras que los sobre anchos en las curvas tienen una sección promedio de 6.00 m.

La carretera en estudio se encuentra en mal estado de conservación, observándose la existencia de algunos ahuellamientos y baches

(diámetro máximo de 2.00 m) en los tramos tangentes en un 30 % del ancho de la vía y encalaminados en las curvas que presentan cambio de pendiente o gradiente. Además, se observa que el material de la superficie de rodadura está compuesto por material arcillo limoso, procedente del corte propio de su ejecución.

La sub rasante (terreno natural o relleno), denominado también terreno de fundación tiene características diferentes para cada sección o sub tramo evaluado, los suelos componentes son finos, existiendo grandes áreas de arcillas limosas observados en los taludes superiores y a diferentes profundidades, predominando los suelos arcillo limosos CL y también OH.

Los suelos finos (CL) son suelos que tienen capacidad de soporte bajos que se han encontrado en todo el tramo, Km 0+000 al Km 1+995. Los suelos finos (OL) son suelos que también tienen capacidad de soporte bajos y se ubican en pequeñas zonas puntuales de la vía.

La fecha de visita de campo a la vía fue en época de verano; sin embargo, se ha localizado un tramo largo que contiene agua de filtración desde las terrenos aledaños, siendo parte de acuíferos formados en la margen izquierda de las quebradas y aguajales existentes que se alimentan por las sucesivas avenidas que siempre ha existido en el área. Actualmente, la vía ocupa el cauce del curso de agua superficial, en gran parte de su extensión.

El nivel freático aparece desde la progresiva Km. 0+200 hasta la progresiva Km. 0+500, entre una profundidad de 0.50 m a 1.40 m.

Se realizó una investigación hidrológica histórica, en el área de estudio, confirmada con la información obtenida del Agente Municipal y moradores del Centro Poblado Ángel Cárdenas, encontrándose que estas zonas, en época de invierno, se inundan por efectos de lluvias torrenciales y máxima creciente de los ríos amazónicos, razón que justifica elevar la rasante de la vía, principalmente, en el tramo

comprendido entre la Progresiva 0+140 a la 0+600, tramo que se inunda, a una altura mínima de 1.50 m, recomendándose la conformación de una plataforma, usando relleno con material de préstamo A-2-4 y en los taludes utilizar bolsacreto y geotextil para confinar e impermeabilizar el terraplén a construir. Asimismo, en el tramo comprendido entre la Progresiva 1+820 a la 1+995, también se recomienda elevar la rasante de la vía a una altura mínima de 1.20 m, cuyo terraplén se podría conformar con material de préstamo A-2-4 y en los taludes utilizar bolsacreto y geotextil, como entre las progresivas ya indicadas.

El tramo en estudio tiene una longitud de 1km + 995m. La vía se encuentra conformada mayormente por suelos finos, cohesivos plásticos de baja capacidad de soporte, a los que se les asocia una resistencia de baja a media para fines de diseño de la estructura de pavimentos. Se aprecia sectores dispersos de arcillas limosas y limos arenosos. Sin embargo, los materiales con volúmenes importantes, producto del corte debido al mejoramiento de la vía podrán ser utilizados para la conformación de terraplenes y/o rellenos siempre que éstos sean adecuados. Los materiales para estos fines deberán estar libres de cantidades perjudiciales de materia orgánica, como hojarasca, hierbas, raíces y aguas negras, para ello antes de su utilización deberá eliminarse una capa no menor a 0.30m de espesor, que garantice la eliminación de los materiales contaminantes, producto del corte.

El caserío de Ángel Cárdenas, se encuentra a la margen izquierda del río Amazonas, tiene un centro educativo y los moradores se dedican a la agricultura de subsistencia y a su comercialización en periodos de creciente. Los productos contribuyen al abastecimiento de los mercados de Iquitos, por tal motivo surge la necesidad de determinar el nivel de operatividad y optimización del Diseño Geométrico de esta vía, desde el caserío Ángel Cárdenas, en el distrito de San Juan Bautista - Maynas hasta el cruce con la carretera Iquitos – Nauta. La mejora de sus características geométricas para las modificaciones de la actual trocha, deberán estar en conformidad con las normas vigentes, como las

previstas en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.

La mejora de las condiciones actuales de la vía, permitirá un mejor tráfico, cómodo y seguro. Un diseño geométrico de calidad está basado en un buen estudio topográfico, geológico, geotécnico, hidrológico e hidráulico de la zona, de cuyo conocimiento previo, depende en buena medida, el éxito del proyecto global; de allí la importancia de que siempre se lleve a cabo un estudio exhaustivo para garantizar que las obras construidas sean consistentes según los requerimientos establecidos.

Para resolver esta situación problemática, se plantea la pregunta general y los problemas específicos que contribuyen a esclarecerlo, de la siguiente manera:

## **2.2. Formulación del Problema.**

### **2.2.1. Problema General.**

¿Cómo se presenta el actual nivel de operatividad y cuáles son los criterios, factores y elementos que se requieren adoptar para la optimización del Diseño Geométrico de la vía Ángel Cárdenas, en el distrito de San Juan Bautista – Maynas, 2023?

### **2.2.2. Problemas Específicos**

¿Cómo se presenta la situación actual de operatividad de la vía Ángel Cárdenas, en el distrito de San Juan Bautista – Maynas, 2023?

¿Cuáles son los criterios, factores y elementos que se requieren adoptar para la optimización del Diseño Geométrico de la vía Ángel Cárdenas, en el distrito de San Juan Bautista – Maynas, 2023?

¿Cómo varían los elementos del Diseño Geométrico antes y después de la propuesta de optimización de la vía Ángel Cárdenas, en el distrito de San Juan Bautista – Maynas, 2023?

## **2.3. Objetivos**

### **2.3.1. Objetivo General**

Determinar el nivel actual de operatividad y los criterios, factores y elementos que se requieren adoptar para la optimización del Diseño Geométrico de la vía Ángel Cárdenas, en el distrito de San Juan Bautista – Maynas, 2023.

### **2.3.2. Objetivos Específicos**

- Elaborar el diagnóstico de la situación actual de operatividad de la vía Ángel Cárdenas, en el distrito de San Juan Bautista – Maynas, 2023.
- Determinar los criterios, factores y elementos que se requieren adoptar para la optimización del Diseño Geométrico de la vía Ángel Cárdenas, en el distrito de San Juan Bautista – Maynas, 2023.
- Determinar la variación de los elementos del Diseño Geométrico antes y después de la propuesta de optimización de la vía Ángel Cárdenas, en el distrito de San Juan Bautista – Maynas, 2023.

## **2.4. Hipótesis.**

### **2.4.1. Hipótesis general.**

Ha El Diseño geométrico de la actual vía vecinal del tipo trocha carrozable Ángel Cárdenas en el distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, al año 2023, permite un alto nivel de operatividad.

**H<sub>0</sub>** El Diseño Geométrico de la actual vía vecinal del tipo trocha carrozable Ángel Cárdenas en el distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, al año 2023, no permite un alto nivel de operatividad.

#### **2.4.2. Hipótesis específicas.**

No pertinente.

### **2.5 Variables**

#### **2.5.1. Identificación de las variables.**

**Variable independiente:**

X: Diseño geométrico de vía

**Variable dependiente:**

Y: Nivel de operatividad.

**Variable Interviniente:**

Z: Propuesta de Optimización del Diseño Geométrico de la vía.

#### **2.5.2. Definición conceptual y operacionalización de variables**

##### **2.5.2.1. Definición Conceptual de variables**

- **Variable independiente:** Diseño Geométrico de Vía, es la determinación de la ruta, eje de la carretera, sección transversal, plataformas, pendientes, perfiles, curvas y elementos de curvas, peraltes, bermas, sobre-anchos, alcantarillas de pase, cuneta, taludes, que se encuentran expresados o representados gráficamente en planos. El Diseño Geométrico de Vía, consiste en el empleo de técnicas e instrumentos normados, para establecer la ruta adecuada desde el punto de partida hasta el punto de llegada o de destino.

- **Variable dependiente:** Nivel de operatividad, está dado por indicadores que califican y cuantifican el estado de servicio de una vía, que normalmente se utilizan como límites admisibles hasta los cuales pueden evolucionar, su condición superficial, funcional, estructural, y de seguridad, que se expresan en la satisfacción del usuario, desde el punto de vista de su comodidad, oportunidad, seguridad y economía.

- **Variable Interviniente:** Propuesta de Optimización del Diseño Geométrico de la vía Ángel Cárdenas en el distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, al año 2023.

### 2.5.2.2. Operacionalización de las variables

Tabla 16. Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Índice
<b>Variable Independiente:</b>  Diseño geométrico de vía	Trazo Longitudinal.          Plano de Planta y Perfil.	Pendiente longitudinal. Distancia de visibilidad. Distancia de visibilidad de parada.  Secciones transversales: Peraltes de curva. Radio de curvatura. Pendientes Ancho de Bermas Sección de cunetas Taludes Diámetro de alcantarillas Perfil Longitudinal:  Alineamiento Pendiente longitudinal	% m m   m m % m m <sup>2</sup> % Φ  m m
<b>Variable Dependiente:</b>	Características de versatilidad	Viabilidad	Alto Medio Bajo

Nivel de operatividad	del Diseño Geométrico de la vía.	Funcionalidad	Alto Medio Bajo
<b>Variable Interviniente: Propuesta de Optimización de Diseño Geométrico de la vía Ángel Cárdenas.</b>	Categoría de la carretera.  Velocidad de diseño  Vehículo de diseño.  Sección transversal de la vía.  Capacidad y nivel de servicio	Clase de vía  Velocidad  Omnibus  Planta y perfil  Nivel	3ra  60 km/h  Omnibus de dos ejes.  Ancho de calzada. Alineamiento horizontal. Pendiente longitudinal. Distancia de visibilidad. Distancia de visibilidad de parada.  Alto Medio Bajo

## CAPITULO III: METODOLOGÍA

### 3.1. Tipo y diseño de la Investigación.

#### 3.1.1. Tipo de Investigación.

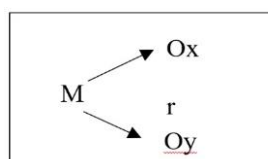
El nivel de investigación se considera descriptivo y explicativo. Descriptivo porque se estudian las características y las condiciones de las variables consideradas en la investigación de acuerdo al espacio y tiempo, en un contexto real. Explicativa, porque se trató de adecuar las condiciones naturales del terreno al diseño geométrico óptimo de la vía. La investigación pertenece a un diseño relacional porque se está buscando hallar la relación entre las condiciones naturales del terreno en el eje de la vía y su



comportamiento en el traslado de pasajeros y carga; así como su optimización de servicio (BORJA, 2014).

### 3.1.2. Diseño de Investigación.

Diseño no experimental: se buscó y recogió información relacionada con el objeto de estudio, estudiándolos tal y como se encuentran en la realidad y no hubo manipulación de variables.



Donde:

M = Muestra en estudio

Ox, Oy = Observación cada variable

r.= Relación entre las variables observadas (Díaz Cerron & Huayhua Achircana, 2014)

## 3.2. Población y muestra.

### 3.2.1. Población.

Para la presente investigación la población está conformada por todas las carreteras de bajo volumen de tránsito y no pavimentadas en la jurisdicción de Loreto.

### 3.2.2. Muestra.

La muestra está referida a la vía vecinal caserío Ángel Cárdenas I Zona, distrito de San Juan Bautista – Maynas – Loreto.

## 3.3. Técnicas, Instrumentos y procedimientos de recolección de datos.

### 3.3.1. Técnicas.

Para la obtención de información idónea, que sirvió en el proceso de la investigación, como técnica de recolección de datos se empleó fuentes secundarias como: Expediente Técnico incluyendo Memoria Descriptiva y

Planos existentes. Asimismo, textos, libros, folletos, Internet y otros (consultas a profesionales). Se complementó con el uso de información primaria, obtenida utilizando la Observación, básicamente del levantamiento topográfico y prospección de suelos; y, el uso de encuestas a través del cuestionario.

### **3.3.2. Instrumentos de recolección de datos.**

Los instrumentos que se emplearon para la obtención de la información fue la revisión del acervo documentario, así como el cuestionario.

En la recolección de los datos del relieve y topografía, se usó un equipo de estación total; y, su validez fue contrastada con el software de georreferenciación como Global Mapper y Google Earth Pro.

### **3.4. Procesamiento para el análisis de datos**

Para el procesamiento de la data, se organizó los datos procedentes del levantamiento topográfico y la revisión de la información secundaria ordenándose en tablas. En su procesamiento se hizo uso del software AutoCAD CIVIL 3D versión 2021, AUtoCAD versión 2022, Infracad 2018, SketchUp Pro 2022, entre otros.

Los datos obtenidos del cuestionario se procesaron en los paquetes estadísticos del programa estadístico Excell. Los resultados obtenidos se presentan en tablas y en cuadros estadísticos como gráficos de barra, gráficos lineales, entre otros. Para la elaboración del Informe Final de Tesis, también se utilizaron software como el programa Excel y Word, para análisis, interpretación y redacción.

Se elaboró el Informe Final de Tesis, obteniendo su aprobación posterior.

## CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Resultados

CARACTERISTICAS DE LA TOCHA CARROZABLE EXISTENTE		MEJORAS PROPUESTAS EN LA TESIS
1. DISEÑO GEOMETRICO		1. DISEÑO GEOMETRICO
<ul style="list-style-type: none"> <li>El trazo de la trocha carrozable existente, ha seguido las curvas a nivel del terreno natural, posiblemente para que al momento de su construcción se hiciera con puro cortes cerrados y a media ladera tratando de evitar los rellenos, porque los moradores de la zona manifiestan que solo utilizaron una tractor de oruga para su construcción.</li> <li>Al momento del levantamiento topográfico y replanteo del eje de la trocha carrozable se ubicaron 28 curvas horizontales, 2 deflexiones y 17 curvas verticales, que se muestran en la relación líneas abajo y en el plano topográfico.</li> <li>La longitud de la trocha carrozable es de 1,996 m., hasta llegar al caserío de Ángel Cárdenas. Ver plano topográfico</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Para mejorar el trazo de la trocha carrozable se aplicó lo establecido en el <b>Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, RD N° - 2018 MTC/14.</b></li> <li>En la propuesta de diseño se estableció tres (3) curvas horizontales, 1 deflexión y doce (12) curvas verticales, que se muestran en la relación líneas abajo y en el plano Arquitectónico General. Se mejora ampliamente el trazo de la trocha carrozable existente.</li> <li>La longitud de la carretera diseñada es de 1,956 m., hasta llegar al caserío de Ángel Cárdenas, reduciéndose su longitud en 40 m., para llegar a la misma meta, que implica ahorro considerable en el costo de su construcción. Ver plano Arquitectónico General de la vía.</li> </ul>
1° Curva H a la derecha 12°  Prog = 0+031.32	16° Curva H derecha 5°  Prog = 1+215.06	1° Deflexión derecha 1°45'47.7"  PROG. PI =0+342.355.  De acuerdo a la <b>tabla del numeral 302.2 Consideraciones de diseño del Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, RD N° - 2018 MTC/14</b> , que se muestra, No se requieren curva horizontal para pequeños ángulos de deflexión; en el presente caso para una velocidad de diseño de 50 Km/h el ángulo de inflexión máximos para los cuales no es requerida la curva horizontal es de 1° 50', como el ángulo de inflexión del presente caso es menor entonces no requiere curva horizontal.
2° Curva H a la derecha 3°  Prog =0+123.50	17° Curva H Izquierda 5°  Prog = 1+312.14	
3° Curva H a la izquierda 9°  Prog = 0+157.39	18° Curva H izquierda 19°  Prog = 1+358.74	
4° Curva H a la derecha 19°  prog = 0+195.44	19° Curva H derecha 59°  Prog = 1+402.23	

5° Curva H izquierda 12°  Prog = 0+207.01	20° Curva H izquierda 99°  PROG = 1+445.51	2° Curva H a la izquierda 3°14"38.1"  PROG. PI = 0+865.269
6° Curva H a la izquierda 26°  Prog = 0+276.79	21° Curva H izquierda 20°  Prog = 1+495.98	3° Curva H a la derecha 3°05"20.5"  PROG. PI = 1+088.770
7° Curva H derecha 30°  Prog = 0+296.73	22° Curva H derecha 35°  Prog = 1+521.68	4° Curva H a la izquierda 41°29'21"  PROG. PI = 1+407.965
8° Curva H ala izquierda  Prog = 0+363.82	23° Curva H derecha 6°  Prog = 1+562.38	
9° Deflexión 180°  Prog = 0+516.27	24° Curva H izquierda 4°  Prog = 1+585.48	
10° Curva H a la derecha 3°  Prog = 0+658.83	25° Curva H derecha 2°  Prog = 1+629.17	
11° Curva H a la izquierda 5°  Prog = 0+734.50	26° Deflexión 1°  Prog = 1+688.52	
12° Curva H a la derecha 3°  Prog = 0+781.12	27° curva izquierda 3°  Prog = 1+738.65	
13° Curva H ala izquierda 3°  Prog = 0+817.79	28° Curva H a la derecha 6°  Prog =1+785.84	
14° Curva H Izquierda 4°  Prog = 1+001.04	29° Curva H a la derecha 14°  Prog =1+860.55	

15° Curva H derecha 5°  Prog = 1+075.01	30° Curva H ala izquierda 22°  Prog = 1+938.52	
<b>2. ZONA INUNDABLE</b>		<b>2. ZONA INUNDABLE</b>
<b>PRIMER TRAMO PROG. 0+080 A LA PROG. 0+640</b>		<b>PRIMER TRAMO PROG. 0+080 A PROG. 0+640</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>En la trocha carrozable existente, en esta zona inundable, se ha construido considerando un relleno con material arcilloso de aproximadamente 0.60 m. encima del terreno natural, colocando tuberías de PVC corrugado de 24" a 60" en las Progresivas que se indican líneas abajo, que sirven de pase del agua de los pequeños cursos de agua (caños) que mantienen su cauce hasta en época de verano. Ver panel fotográfico anexo.</li> <li>La altura del relleno existente no es suficiente, por lo que cuando ocurren las crecientes los ríos Itaya y Amazonas, impiden la salida de los caños naturales, que por efectos de las torrenciales luvias que ocurren en esta época las aguas pluviales inundan este tramo en aproximadamente 1.50 m. por encima del nivel de terreno natural, cubriendo la trocha carrozable en este tramo, siendo imposible el tránsito de vehículos por la trocha, durante los meses de mayo a julio todos los años.</li> <li>Los moradores de Ángel Cárdenas sacan sus productos hacia el Km. 35 de la carretera Iquitos Nauta, utilizando canoas o a pie con el agua que les llega a la altura de las axilas, como se ve en el panel fotográfico anexo; para luego trasladarse a la ciudad de Iquitos.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Para mejorar este tramo y permitir el tránsito vehicular durante todos los meses del año, se ha diseñado construir un terraplén con material A-2-4(0), por encima del nivel máximo de inundación, que es 104 msnm., con alturas de relleno que varían de 0.60 m. (Prog. 0+080) a 2.80 m. (Prog. 0+470), protegiendo los taludes del relleno con bolsacreto (bolsa de polipropileno con arena - cemento, dosificación 1:8), debidamente apilados con amarre tipo belga con pendiente 1h:1.5v y en el intermedio entre el material de relleno y el bolsacreto se ha previsto colocar geotextil en toda la longitud de la zona inundable, con la finalidad de evitar que el agua de inundación penetre al terraplén (porque si penetra el agua modificaría la humedad de compactación del terraplén y ocasionaría su falla). Ver planos de planta perfil y detalle de pavimento.</li> <li>Así mismo en este tramo, se ha diseñado colocar nueve (09) alcantarillas de metal corrugado de 60" y 48" ubicadas estratégicamente, con la finalidad de disipar la presión del agua sobre el terraplén y no afecte los taludes. Ver Planos y relación de éstas, con la progresiva de ubicación, líneas abajo.</li> <li>Este tipo de soluciones se han realizado en forma exitosa por ENAPU para proteger el talud del puerto en el río Itaya; asimismo, en la ejecución de calles de Moronacocha y Micaela bastidas de la ciudad de Iquitos.</li> </ul>
1. Alcantarilla de Tubo PVC corrugado de Ø 24". Prog. 0+150		1. Alcantarilla de metal corrugado de Ø 60". Prog. 0+144.26

2. Alcantarilla de Tubo PVC corrugado de Ø 30". Prog. 0+205	2. Alcantarilla de metal corrugado de Ø 48". Prog. 0+180
3. Alcantarilla de Tubo PVC corrugado de Ø 60". Prog. 0+285	3. Alcantarilla de metal corrugado de Ø 60". Prog. 0+210
4. Alcantarilla de Tubo PVC corrugado de Ø 60". Prog. 0+510	4. Alcantarilla de metal corrugado de Ø 48". Prog. 0+260
	5. Alcantarilla de metal corrugado de Ø 60". Prog. 0+287.98
	6. Alcantarilla de metal corrugado de Ø 48". Prog. 0+360
	7. Alcantarilla de metal corrugado tipo ARMCO de Ø 48". Prog. 0+460
	8. Alcantarilla de metal corrugado de Ø 48". Prog. 0+0+508.72
	9. Alcantarilla de metal corrugado de Ø 48". Prog. 0+560
<b>SEGUNDO TRAMO PROG. 1+760 A LA PROG. 1+996</b>	<b>SEGUNDO TRAMO PROG. 1+760 A PROG. 1+996</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>La trocha carrozable existente, en esta zona inundable, se encuentra a nivel de terreno natural, colocando pontones de madera que se encuentran en mal estado en las Progresivas que se indican líneas abajo, que sirven de pase del agua de los pequeños cursos de agua (caños) que se delimitan y mantienen en época de verano. Se aprecia de mejor manera en panel fotográfico anexo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para mejorar este tramo y permitir el tránsito vehicular durante todos los meses del año, se ha diseñado construir un terraplén con material A-2-4(0), por encima del nivel máximo de inundación, que es 99 msnm., con alturas de relleno que varían de 0.20 m. (Prog. 1+760) a 2.30 m. (Prog. 1+800), protegiendo los taludes del relleno con bolsacreto (bolsa de polipropileno con arena - cemento, dosificación 1:8), debidamente apilados con amarre tipo belga con pendiente 1h:1.5v y en el intermedio entre el material de relleno y el bolsacreto se ha previsto colocar geotextil en toda la longitud de la zona inundable, con la finalidad de evitar que el agua de inundación penetre al terraplén (porque si penetra el agua modificaría la humedad de compactación del terraplén y ocasionaría su falla). Ver planos de planta perfil y detalle de pavimento.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Así mismo en este tramo, se ha diseñado colocar alcantarillas de metal corrugado de 60" y 48" ubicadas estratégicamente, con la finalidad de disipar la presión del agua sobre el terraplén y no afecte los taludes. Ver Planos y relación de estas indicadas líneas abajo, con la progresiva de ubicación.</li> <li>Este tipo de soluciones se han realizado en forma exitosa por ENAPU para proteger el talud del puerto en el río Itaya, En la ejecución de calles de Moronacocha y Micaela bastidas de la ciudad de Iquitos.</li> </ul>
1. Pontón de madera. Prog. 1+840	1. Alcantarilla de metal corrugado de Ø 48". Prog. 1+805.74
2. Pontón de madera. Prog. 1+915	2. Alcantarilla de metal corrugado de Ø 60". Prog. 1+893.16
<b>3. EN ZONAS DE RELLENO NO INUNDABLES</b>	<b>3. EN ZONAS DE RELLENO NO INUNDABLES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Como se mencionó en el numeral 1, el trazo de la trocha carrozable existente, se adecuó al perfil del terreno natural (ha seguido las curvas a nivel del terreno natural), evitando los rellenos; solo se rellenaron en los pases de agua ubicados en las progresivas; 1+215 en la que se colocó una tubería PVC de 24", 1+440 en la que se colocó una tubería PVC de 24" y en la 1+645 en la que se colocó una tubería PVC de 48", para darle continuidad a la trocha carrozable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El trazo mejorado contempla rellenos, con material de cantera A-2-4(0), talud de 1:1 y protegido por una capa de arcilla orgánica de 1 m. de espesor, que permite el crecimiento de vegetación (Grass), que protegen el talud de la erosión por efecto de las lluvias torrenciales que ocurren en la zona. Estos rellenos se ejecutarán en los tramos siguientes: <ol style="list-style-type: none"> <li>Tramo de la Prog. 0+820 a la 1+050, donde se instalarán 2 alcantarillas metálicas corrugadas de Ø 48", una en la Prog. 0+880 y la otra en la Prog. 0+960.</li> <li>Tramo de la Prog. 1+180 a la 1+240, donde se instalará 1 alcantarilla metálica corrugada de Ø 48", en la Prog. 1+216.</li> <li>Tramo de la Prog. 1+400 a la 1+490, donde se instalará 1 alcantarilla metálica corrugada de Ø 48", en la Prog. 1+430.</li> <li>Tramo de la Prog. 1+580 a la 1+650, donde se instalará 1 alcantarilla metálica corrugada de Ø 48", en la Prog. 1+609.</li> </ol> </li> </ul>

<p align="center"><b>4. EN ZONAS DE CORTE CERRADO</b></p>	<p align="center"><b>4. EN ZONAS DE CORTE CERRADO</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>A lo largo de este tramo, se puede notar que los cortes se realizaron con un tractor oruga, tratando de acomodarse al terreno natural.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El trazo mejorado de la propuesta en la tesis, contempla cortes cerrados del terreno natural, con pendientes del eje del trazo, establecidos en el <b>Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, RD N° - 2018 MTC/14</b>, talud de 1h:2V, en cuya superficie se sembrará gras y vegetación adecuada al material del talud (arcilla), para proteger el talud de la erosión por efecto de las lluvias torrenciales que ocurren en la zona. Estos cortes cerrados se ejecutarán en los tramos siguientes: <ol style="list-style-type: none"> <li>Tramo de la Prog. 0+660 a la 0+820</li> <li>Tramo de la Prog. 1+050 a la 1+180</li> <li>Tramo de la Prog. 1+240 a la 1+400</li> <li>Tramo de la Prog. 1+490 a la 1+580</li> <li>Tramo de la Prog. 1+650 a la 1+755</li> </ol> </li> <li>Con la finalidad de evitar que el material del talud de corte se desprenda y caiga directamente a la cuneta, se ha diseñado un espacio de 0.50 m., con talud 5h:1v (casi horizontal), para que retenga el material desprendido antes de llegar a la cuneta y permita su normal funcionamiento, facilitando así el mantenimiento de éstas.</li> </ul>
<p align="center"><b>5. SUB RASANTE EN ZONAS DE CORTE</b></p>	<p align="center"><b>5. SUB RASANTE EN ZONAS DE CORTE</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>La sub rasante de la trocha carrozable existente en las zonas de corte es la del terreno natural.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>De acuerdo al estudio de suelos, se está proponiendo un mejoramiento de la sub rasante de 0.60 m, en las zonas de corte, por lo que se realizará una sobre excavación del ancho de la vía (9.00 m. menos cunetas), se eliminará el material excavado y reemplazará por un material de cantera A-2-4(0) en el espesor indicado. Ver plano de Detalle de pavimento.</li> </ul>
<p align="center"><b>6. BERMAS</b></p>	<p align="center"><b>6. BERMAS</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>La actual vía solo está construido a nivel de trocha carrozable, no tiene Bermas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la propuesta de diseño geométrico y estructural se ha previsto las dimensiones tomando en cuenta lo</li> </ul>



	<p>establecidos en el <b>Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, RD N° - 2018 MTC/14</b>, y consta de lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Base de e=0.375m, con material de cantera A-2-4(0).</li> <li>2. Ancho de Berma 1.20m. a ambos lados de la vía, imprimado con asfalto RC 250 y una pendiente del 4.0%</li> </ol>
<b>7. CUNETAS</b>	<b>7. CUNETAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La actual vía solo está construido a nivel de trocha carrozable, no tiene cunetas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ha diseñado las dimensiones de las cunetas tomando en cuenta lo establecidos en el <b>Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, RD N° - 2018 MTC/14</b>, y consta de una cuneta triangular de concreto cemento-arena con armadura de refuerzo de 1.15m. de ancho por 0.33m. de altura efectiva.</li> </ul>
<b>8. PAVIMENTO</b>	<b>8. PAVIMENTO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La actual vía solo está construido a nivel de trocha carrozable, no tiene pavimento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ha diseñado las dimensiones tomando en cuenta lo establecidos en el <b>Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, RD N° - 2018 MTC/14</b>, y consta de lo siguiente: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sub base de e=0.20m, con material de cantera A-2-4(0).</li> <li>2. Base de e=0.30m, con material de cantera A-2-4(0).</li> <li>3. Capa de Rodadura, Carpeta Asfáltica en Caliente de e=3.</li> <li>4. Ancho de la via 6.60 m., 2 carriles, con un bombeo de 2.5%</li> </ol> </li> </ul>

Tabla 17. Tabulación de resultados

## 4.2. Discusión de resultados

La trocha carrozable cuyo diseño geométrico es materia de la presente Tesis, tiene una longitud de 1996 m, contiene 28 curvas horizontales, 2 deflexiones y 17 curvas verticales. En la propuesta de mejora en la Tesis la longitud total disminuyó a 1956 m, así como han quedado justificadas solamente 3 curvas horizontales, 1 deflexión y 12 curvas verticales.

Con la optimización del nuevo trazo, ha quedado resuelto el problema de la inundación en el primer tramo progresivas 0+080 a 0+640. La trocha carrozable en el tramo en mención existe un relleno de material arcilloso de aproximadamente 0.60m encima del terreno natural colocando tubería PVC de entre  $\Phi$  24" a  $\Phi$  60", el cual resulta insuficiente en el periodo de creciente, pues se llega a inundar 1.50m por encima del terreno natural. En la propuesta de la Tesis se ha previsto construir un terraplén con material A-2-4(0), por encima del nivel máximo de inundación que es 104 msnm con alturas de relleno que varían de 0.60m en las inmediaciones de la progresiva 0+080 a 2.80m en la progresiva 0+470, protegiéndose los taludes con bolsacreto (arena-cemento dosificación 1:8), debidamente apilados con amarre tipo Belga y pendiente 1h:1.5v, y en la capa intermedia entre el material de relleno y el bolsacreto se ha previsto colocar un geotextil en toda la longitud de la zona inundable.

En el segundo tramo progresivas 1+760 a 1+996, la trocha carrozable está a nivel del terreno natural y las hoyadas ha salvado con pontones de madera (ahora en estado ruinoso), y ha previsto dos tuberías de PVC  $\Phi$  48" en las progresivas 1+840 y 1+915. Por su parte, en la presente investigación de Tesis se ha previsto construir un terraplén con material A-2-4(0), por encima del nivel máximo de inundación que es 99 msnm con alturas de relleno que varían de 0.20m en las inmediaciones de la progresiva 1+760 a 2.30m en la progresiva 1+800, protegiéndose los taludes con bolsacreto (arena-cemento dosificación 1:8), debidamente apilados con amarre tipo Belga y pendiente 1h:1.5v, y en la capa intermedia entre el material de relleno y el bolsacreto se ha previsto colocar un geotextil en toda la longitud de la zona inundable; así como la instalación de dos (02)

alcantarillas de metal corrugado de  $\Phi$  48" en la progresiva 1+805.74 y  $\Phi$  60" en la progresiva 1+893.16.

En la trocha carrozable existente en tramos de zona no inundable, el trazo se adecuó al perfil del terreno natural (el trazo siguió las curvas a nivel del terreno natural), evitando rellenos. Solamente, se rellenó con material arcilloso y niveló las hondonadas en los pases de agua que fueron encausadas para atravesar la vía con tubería PVC  $\Phi$  24",  $\Phi$  24" y  $\Phi$  48", en las progresivas 1+125, 1+440 y 1+645, respectivamente; sin embargo, en el proyecto de mejora, materia de la presente Tesis, para la zona inundable se ha previsto relleno con suelo tipo A-2-4(0), conservando un talud 1:1 y protegido por una capa de arcilla orgánica de 1m de espesor que permite el crecimiento de vegetación para proteger el talud frente a la erosión. El relleno, ha sido considerado para los tramos 0+820 a 1+050 para el cual se previó colocar dos alcantarillas metálicas corrugadas  $\Phi$  48", en la Prog. 0+880 y 0+960; y, similarmente, para el tramo 1+180 a 1+240, en cuyo caso se previó colocar una alcantarilla metálica corrugada  $\Phi$  48", en la Prog. 1+216; asimismo, para los tramos 1+400 a 1+490 y 1+580 a 1+650, para los cuales se ha previsto, alcantarillas metálicas corrugadas  $\Phi$  48" de pase en las progresivas 1+430 y 1+609, respectivamente.

En las zonas de corte cerrado para la trocha carrozable los trabajos se realizaron con un tractor oruga, tratando de acomodarse al terreno natural. En cambio, en el trazo mejorado de la propuesta, para los cortes cerrados del terreno natural, con pendientes del eje del trazo, se aplicó las pendientes de talud establecidos en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, talud de 1h: 2v en cuya superficie se sembrará gras y vegetación adecuada al material arcilloso del talud, para evitar su erosión. El corte cerrado se ha previsto efectuar en los tramos: Prog. 0+660 a la 0+820; Prog. 1+050 a la 1+180; 1+240 a la 1+400; 1+490 a la 1+580; 1+650 a la 1+755. Asimismo, para evita que el material se desprenda y cubra las cunetas se ha diseñado un espacio de 0.50m con talud 5h: 1v, (casi horizontal), para que retenga al material desprendido antes de su llegada a la cuneta de la carretera.

En las zonas de corte la subrasante de la trocha carrozable existente es la que corresponde al terreno natural. En tanto, en la mejora de la propuesta de la tesis se ha previsto, un mejoramiento de suelo de la subrasante en un espesor de 0.60m, por lo que se realizará una sobre excavación del ancho de la vía (9m menos la sección transversal de cunetas), la cual será rellenada con material de préstamo A-2-4(0).

Para la trocha carrozable no se ha previsto bermas y cunetas; en cambio, en la propuesta geométrica y estructural se ha previsto un ancho de bermas de 1.20m a ambos lados, imprimado con asfalto RC 250 y una pendiente de 4.0%, la cual tendrá una base de 0.375 m de espesor con material A-2-4(0). Se ha previsto una cuneta de concreto cemento-arena de sección triangular de 1.35m de ancho por 0.33m de altura efectiva.

En cuanto al diseño geométrico se ha previsto un ancho de vía de 6.60m, 2 carriles, con un bombeo de 2.5%; y, como estructura de la estabilización o tratamiento con una capa de pavimento flexible, la propuesta ha considerado una sub base de  $e=0.20\text{m}$  con material A-2-4(0); una base de  $e=0.30\text{m}$ , con material A-2-4(0) y una capa de rodadura en caliente de  $e=3''$ .

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

A la luz de los resultados se concluye:

- El nivel actual de operatividad de la vía es bajo, negándose la hipótesis alterna y aceptándose la nula; y los criterios, factores y elementos que se requieren adoptar para la optimización del Diseño Geométrico de la vía Ángel Cárdenas, en el distrito de San Juan Bautista – Maynas, corresponden a los parámetros que definió el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el documento Diseño Geométrico de Carreteras DG 2018.
- Según el diagnóstico de la situación actual de operatividad de la vía Ángel Cárdenas, en el distrito de San Juan Bautista – Maynas, al año 2023, su trazo se adecuó al perfil y las condiciones naturales del terreno, por lo que la trocha se inunda en dos tramos, entre las progresivas: 0+080 a 0+640 y 1+760 a 1+996. Las alcantarillas de PVC  $\Phi 24''$  y  $\Phi 48''$  no han sido ubicadas donde correspondía y tampoco el material y los diámetros son los apropiados. Existen demasiadas curvas horizontales y verticales; y, los elementos de curva no están bien corresponden a una vía no pavimentada de bajo volumen de tránsito. No existen cunetas y los cortes de tierra cerrados son verticales, no existen pendientes de taludes. El relleno con material arcilloso y la conformación de la sección transversal de la vía No es aceptable. La vía es transitable, cuando los comuneros hacen mantenimiento, solamente, entre los meses de julio y agosto, por motocicletas o motokars.
- Los criterios, factores y elementos que se requieren adoptar para la optimización del Diseño Geométrico de la vía Ángel Cárdenas, corresponden a las consideraciones de diseño previstas, para este tipo de vía, en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018. Entre éstos: Velocidad de diseño: 60km/h; vehículo de diseño: ómnibus doble eje; ancho de vía: 9m; velocidad máxima: 60km/h;

pendiente máxima: 9%; bermas: 5m; peralte apropiado de curvas; pendiente apropiada de taludes; instalación de alcantarillas de material, diámetro y emplazamiento apropiados; mejoramiento de subrasante con material A-2-4(0) o material estabilizado químicamente; entre otros.

- Los elementos Determinar la variación de los elementos del Diseño Geométrico antes y después de la propuesta de optimización de la vía Ángel Cárdenas, han variado sustancialmente, como se muestra en los cuadros de resultados de la presente investigación.

La optimización del diseño geométrico de la propuesta en la presente tesis ha quedado debidamente justificada.

## **5.2. Recomendaciones**

Se recomienda evaluar las características de los suelos en las inmediaciones del eje de la vía para la selección del material de préstamo del tipo A-2-4(0), o buscar su estabilización a partir del material más apropiado que proceda del corte o de canteras cercanas.

La universidad deberá continuar con esta línea de investigación hasta lograr la optimización de los materiales para el pavimento y con ello equilibrar el diseño geométrico y el diseño estructural del material estabilizante o la estructura del pavimento.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORJA, S. M. (9 de MAYO de 2014). METODOLOGIA DE INVESTIGACION PARA INGENIERIA CIVIL. Obtenido de GOOGLE: <https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-para-ing-civil>
- Correa, K. (2017). Evaluación de las características geométricas de la carretera Cajamarca – Gavilán (Km 173 – km 158) de acuerdo con las normas de diseño geométrico de carreteras DG-2013. Cajamarca, Perú: Tesis Universidad Nacional de Cajamarca.
- Condorena Paredes, D. P. (2021). Propuesta de mejora del diseño geométrico de la carretera vecinal Morales – San Pedro de Cumbaza año 2018. Tarapoto, Perú. Tesis Universidad Científica de Perú.
- Das Braja, M. (2001). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. México D.F. Thomson Learning. 587p.
- Huacho Torres, V., & Mallma Garzón, A. R. (2020). Evaluación de parámetros de diseño en la carretera Lircay - Secclla - Angares - Huancavelica. Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Huaripata, J. (2018). Evaluación del diseño geométrico de la carretera no pavimentada de bajo volumen de tránsito tramo C.P. El Tambo – C.P. Laguna Santa Úrsula con respecto al manual de diseño geométrico de carreteras de bajo volumen de tránsito – MTC. Cajamarca, Perú. Tesis Universidad Nacional de cajamarca

- Morales, A. (2017). Diseño geométrico y medición de niveles de servicio esperado del tramo crítico de la ruta N° LM-122. Lima, Perú. Tesis Pontificia Universidad católica del Perú.
- Pérez Sánchez, Y. (2021). Diseño de la carretera, Santa Cruz - Nueva Santa Rosa - Los Libertadores, distrito de Cajaruro, provincia de Uctubamba, departamento de Amazonas, 2018. Chiclayo - Perú: Universidad Santo Toribio de Mogrovejo.
- Thomson, I., & Bull, A. (2002). La congestión del tránsito urbano: Causas y consecuencias económicas y sociales. CEPAL 76, 120-121.
- Zea, J., Ortiz, G., & Zamudio, P. (2009). Diagnóstico de la vía actual y propuesta de diseño geométrico del tramo comprendido entre el km 0+000 hasta el km 3+000 de la vía municipio de Tena – Los Alpes (Cundinamarca). Cundinamarca, Colombia: Tesis Universidad La Salle.



## Anexo 02: Matriz de Consistencia

**Título:** “Optimización de diseño geométrico de la vía vecinal Caserío Ángel Cárdenas I Zona, distrito de San Juan Bautista – Maynas – Loreto, 2023”.

<b>Problemas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variable</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Índices</b>
<b>General</b>	<b>General</b>	<b>General</b>	<b>Independiente.</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
¿Cómo se presenta el actual nivel de operatividad y cuáles son los criterios, factores y elementos que se requieren adoptar para la optimización del Diseño Geométrico de la vía Ángel Cárdenas I Zona, en el distrito de San Juan Bautista – Maynas, 2023?	Determinar el nivel actual de operatividad y los criterios, factores y elementos que se requieren adoptar para la optimización del Diseño Geométrico de la vía Ángel Cárdenas I Zona, en el distrito de San Juan Bautista - Maynas, 2023.	Hipótesis (Ha): El Diseño Geométrico de la actual vía vecinal del tipo trocha carrozable Ángel Cárdenas I Zona, en el distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, al año 2023, permite un alto nivel de operatividad.	X: Diseño Geométrico de vía.	Ver Operacionalización de Variables	Ver Operacionalización de Variables
<b>Específicos.</b>	<b>Específicos.</b>	<b>Específicos.</b>	<b>Dependiente</b>	<b>Y</b>	<b>Y</b>
<p>¿Cómo se presenta la situación actual de operatividad de la vía Ángel Cárdenas, en el distrito de San Juan Bautista – Maynas, 2023?</p> <p>¿Cuáles son los criterios, factores y elementos que se requieren adoptar para la optimización del Diseño Geométrico de la vía Ángel Cárdenas I Zona, en el distrito de San Juan Bautista – Maynas, 2023?</p> <p>¿Cómo varían los elementos del Diseño geométrico antes y después de la propuesta de optimización de la vía Ángel Cárdenas I Zona, en el distrito de San Juan Bautista – Maynas, 2023?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar el diagnóstico de la situación actual de operatividad de la vía Ángel Cárdenas I Zona, en el distrito de San Juan Bautista- provincia de maynas, 2023.</li> <li>• Determinar los criterios, factores y elementos que se requieren adoptar para la optimización del Diseño geométrico de la vía Ángel Cárdenas I Zona, en el distrito de San Juan Bautista – Maynas, 2023.</li> <li>• Determinar la variación de los elementos de Diseño geométrico antes y después de la propuesta de optimización de la vía Ángel Cárdenas, en el distrito de San Juan Bautista – Maynas, 2023.</li> </ul>	No pertinente	Y: Nivel de operatividad.	Ver Operacionalización de Variables	Ver Operacionalización de Variables



## Anexo 02: PANEL FOTOGRÁFICO

