

**UNIVERSIDAD PERUANA DEL CENTRO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**DISEÑO GEOMÉTRICO DE TROCHAS CARROZABLES SEGÚN NORMA DG-2014:**

**ANÁLISIS DE CASOS**

Trabajo de investigación

Para obtener el grado académico de:

Bachiller en Ingeniería Civil

Presentado por:

**YANCCE CONDORI JONY**

**ASESOR**

**Dr. José Luis León Untiveros**

Huancayo 2019

**DEDICATORIA**

A mis padres Juan y Luzmila por encaminarme por un buen camino con buenos valores y educación, a mis hermanos por sus consejos constantes y por ser un ejemplo a seguir, a la universidad UPeCEN por acogerme en sus aulas académicas y prepararme para ser un buen profesional, en recompensa a ello sólo les dedico este humilde trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

CARATULA .....	I
DEDICATORIA.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
LISTADO DE CUADROS .....	V
LISTADO DE TABLAS .....	V
LISTADO DE FIGURAS .....	VI
LISTADO DE FOTOGRAFÍAS .....	VI
RESUMEN .....	VII
ABSTRACT .....	VIII
CAPÍTULO 1 .....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.    Situación problemática .....	1
1.2.    Formulación del problema .....	4
1.3.    Justificación teórica .....	4
1.4.    Justificación práctica .....	4
1.5.    Objetivos.....	5
1.6.    Hipótesis.....	5
CAPÍTULO 2 .....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1.    Marco filosófico o epistemológico de la investigación .....	6
2.2.    Antecedentes de investigación .....	7
2.3.    Bases teóricas .....	19
CAPÍTULO 3 .....	32
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	32

3.1.	Realizar el estudio de tráfico para determinar el IMDA de diseño .....	33
3.2.	Determinar la clasificación por orografía .....	33
3.3.	Definir la velocidad de diseño .....	34
3.4.	Elegir el vehículo de diseño .....	35
3.5.	Definir de derecho de vía.....	36
3.6.	Diseñar el eje y alineamiento horizontal (diseño en planta).....	37
3.7.	Diseñar el perfil longitudinal.....	45
3.8.	Diseñar la sección transversal .....	47
3.9.	Tipo y diseño de investigación.....	50
3.10.	Técnica de recolección de datos .....	50
CAPÍTULO 4 .....		51
DESCRIPCIÓN DE PROYECTOS ELABORADOS EN RELACIÓN AL DISEÑO GEOMÉTRICO DG-2014 .....		51
4.1.	Proyecto N° 01 .....	51
4.2.	Proyecto N° 02 .....	66
CAPÍTULO 5 .....		82
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		82
5.1.	ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	82
5.2.	PRUEBAS DE HIPÓTESIS .....	86
5.3.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	86
CONCLUSIONES.....		87
RECOMENDACIONES .....		88
Bibliografía .....		89
ANEXOS .....		91

## LISTADO DE CUADROS

Cuadro 1: Datos de coordenadas UTM del ámbito del proyecto .....	59
Cuadro 2: Datos del IMDA corregido en el tramo I del ámbito del proyecto .....	60
Cuadro 3: Datos del IMDA corregido en el tramo II del ámbito del proyecto .....	60
Cuadro 4: Datos de proyección del tráfico generado con proyecto .....	61
Cuadro 5: Datos de ubicación de obras de arte y muros de contención del proyecto ...	65
Cuadro 6: Datos de ubicación de obras de arte y muros de contención en el proyecto	80

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Tabla de rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía (según DG-2014) .....	35
Tabla 2: Tabla de 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) (según DG-2014).....	36
Tabla 3: Tabla de anchos mínimos de derecho de vía (según DG-2014) .....	36
Tabla 4: Tabla de longitud mínima de una curva horizontal (según DG-2014) .....	37
Tabla 5: Tabla de deflexión máxima para general curva horizontal (según DG-2014)..	37
Tabla 6: Tabla de distancia de visibilidad de parada (metros), (según DG-2014).....	38
Tabla 7: Tabla de longitudes de tramos en tangente (según DG-2014).....	39
Tabla 8: Tabla de radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras (según DG-2014) .....	40
Tabla 9: Tabla de radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras (según DG-2014) .....	41
Tabla 10: Tabla de valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción (según DG-2014).....	42
Tabla 11: Tabla de longitud mínima de curva de transición (según DG-2014).....	43
Tabla 12: Tabla de longitudes mínimas de transición de bombeo y peralte (según DG-2014) .....	44
Tabla 13: Tabla de holguras teóricas para vehículos comerciales de 2,60 m de ancho (según DG-2014) .....	44

Tabla 14: Tabla de pendiente máximas (%) (según DG-2014) .....	45
Tabla 15: Tabla de valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de tercera clase (según DG-2014).....	46
Tabla 16: Tabla de valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de tercera clase (según DG-2014).....	46
Tabla 17: Tabla de anchos mínimos de calzada en tangente (según DG-2014).....	47
Tabla 18: Tabla de ancho de bermas (según DG-2014).....	48
Tabla 19: Tabla de valores del bombeo de la calzada (según DG-2014) .....	48
Tabla 20: Tabla de valores de peralte máximo (según DG-2014).....	48
Tabla 21: Tabla de peralte mínimo (según DG-2014) .....	49
Tabla 22: Tabla de tramos mínimos en tangente entre curvas del mismo sentido (según DG-2014) .....	49
Tabla 23: Tabla de anchos mínimos de derecho de vía (según DG-2014) .....	49
Tabla 24: Tabla de valores referenciales para taludes en corte (relación H:V) (según DG-2014).....	49
Tabla 25: tabla de taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes) (según DG-2014).....	50

## **LISTADO DE FIGURAS**

Figura 1: Detalles de elementos que conforman un camino vecinal. ....	23
Figura 2: Ubicación de la Provincia de la Mar en el mapa de Ayacucho.....	52
Figura 3: Ubicación de la Comunidad de Huecchues en el mapa de Chungui.....	53
Figura 4: Ubicación de la Provincia de Huanta en el mapa de Ayacucho .....	67
Figura 5: Ubicación del Distrito de Santillana en el mapa de Huanta.....	68

## **LISTADO DE FOTOGRAFÍAS**

Fotografía 1: Accidente de tránsito por mal diseño de visibilidad.....	2
Fotografía 2: Camino inseguro, no cumple los parámetros técnicos de diseño. ....	3
Fotografía 3: Diseño inadecuado, fuera de los lineamientos normativos .....	3
Fotografía 4: Camino seguro y adecuado. ....	5

## RESUMEN

Este estudio se llevó a cabo con el propósito de realizar investigación y desarrollar un trabajo descriptivo sobre el diseño geométrico aplicado en trochas carrozables, profundizando en el análisis de casos relacionados al tema, con la aplicación de la normativa DG-2014 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

La investigación pertenece a la línea de ingeniería de transportes, encontrándose dentro de los lineamientos exigidos por la Universidad Peruana del Centro UPeCEN, para la escuela profesional de ingeniería civil, facultad de ingeniería de esta prestigiosa casa de estudios.

El diseño geométrico de trochas carrozables es la técnica de ingeniería civil que consiste en situar el trazado de una trocha en el terreno, considerando la topografía del terreno, minimizando el impacto ambiental y el costo del proyecto.

Según la norma DG-2014 las trochas carrozables son vías clasificadas como las de menor categoría que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 Veh/día y la superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar y están dentro del mayor porcentaje de la red vial existente en el Perú.

Se presenta este proyecto teniendo en consideración que esta investigación servirá para lograr conocer los parámetros exigidos por la normativa DG-2014 para un diseño adecuado, teniendo en cuenta que con un buen diseño se brindará seguridad y el confort a los usuarios; formando así un sistema de transporte seguro y eficiente.

**Palabras claves:** Investigación, Diseño geométrico, DG-2014, Trocha carrozable, Ingeniería civil.

## ABSTRACT

This study was carried out in order to carry out research and develop a descriptive work on geometric design applied in motorized trails, deepening the analysis with both projects as case related to the topic, taking into It has with the DG-2014 of the Ministry of transport and communications rules.

The research belongs to the line of engineering of transport, finding within the guidelines required by the University Peruvian of the Center UPeCEN, for the professional school of civil engineering, Faculty of engineering of this prestigious House of studies.

The geometric design of roads trails is the technique of civil engineering which consists in placing the route of a trail on the ground, whereas the topography of the terrain, minimizing the environmental impact and the cost of the project.

According to DG-2014 the passable trail are classified as lower-level roads that do not reach the geometric characteristics of a road, which usually have one less than 200 Veh/day IMDA. The running surface can be affirmed or not say and are within the greater percentage of the road network in the Peru.

This project is presented taking into consideration that this research will serve to meet the parameters required by the normative DG-2014 for a proper design, taking into account that a good design will be provided safety and comfort to users; thus forming a safe and efficient transportation system.

**Key words:** Investigation, Geometric design, DG-2014, Trail passable, Civil engineering

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Situación problemática

La gran mayoría de trochas carrozables en nuestro país carecen de un buen diseño geométrico incumpliendo a la norma técnica de diseño de carreteras, incluso algunas son ejecutadas sin ninguna dirección técnica a falta de presupuesto y apoyo por parte del gobierno. Generando accidentes de manera frecuente, muchas veces fatales en todo el entorno del país. Ante esto el gobierno en la actualidad es más exigente en la aplicación obligatoria de la normativa en los proyectos de carreteras, siendo evaluados por los funcionarios competentes en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones; dando viabilidad a los proyectos de uso público, según corresponda. A fin de preservar la seguridad en las estructuras viales, todos los proyectos privados realizados deben fundamentarse mínimamente en normas actuales.

El presente trabajo de investigación pretende sintetizar de manera coherente los criterios técnicos, estableciendo parámetros para garantizar la consistencia y conjugación armoniosa de todos sus elementos, unificando los procedimientos y documentación requeridos para la elaboración y el desarrollo del trabajo de investigación titulado “DISEÑO GEOMETRICO DE TROCHAS CARROZABLES SEGÚN NORMA DG – 2014: ANALISIS DE CASOS”. El trabajo se ha dividido en cinco capítulos.

En el capítulo 1 se desarrollara el planteamiento del problema, los objetivos que se pretenden alcanzar al desarrollar el trabajo e hipótesis, en el Capítulo 2 se ha desarrollado el Marco Teórico donde se define el marco filosófico o epistemológico, los

antecedentes de la investigación y bases teóricas, en el Capítulo 3 se determinaron la metodología aplicada identificando el tipo y diseño de investigación, población de estudio, tamaño de muestra y técnicas de recolección de datos, en el Capítulo 4 se describe el plan de trabajo en dos proyectos como ejemplo, finalmente en el Capítulo 5 se desarrolla los resultados y discusión, describiendo el análisis, interpretación, discusión de resultados y pruebas de hipótesis, finalizando con las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas utilizadas y anexos.

*Fotografía 1: Accidente de tránsito por mal diseño de visibilidad*



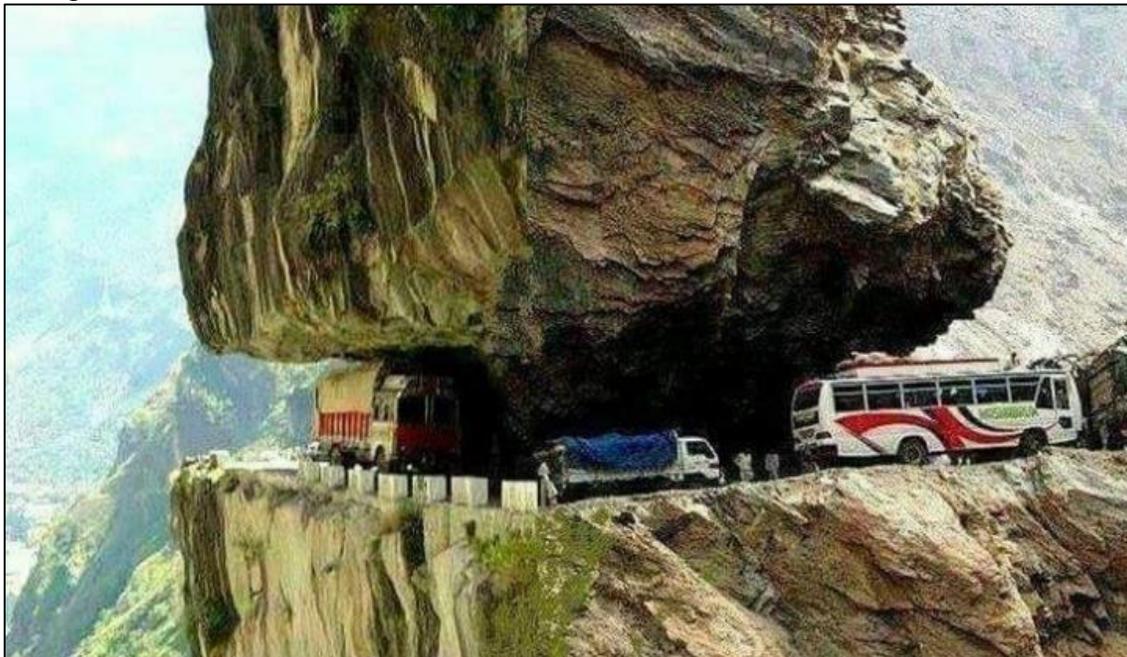
Fuente: Internet

*Fotografía 2: Camino inseguro, no cumple los parámetros técnicos de diseño.*



Fuente: Internet

*Fotografía 3: Diseño inadecuado, fuera de los lineamientos normativos*



Fuente: Internet

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Será la normativa DG-2014 la más adecuada para realizar un diseño geométrico empleado en trochas carrozables?

## **1.3. Justificación teórica**

La presente investigación logrará aportar sobre el conocimiento de diseño geométrico empleado en trochas carrozables, conforme a la aplicación de la normativa DG-2014, siendo de mucha importancia para la mejora de diseños viales y posterior construcción de los mismos; intervienen directamente en la seguridad de los usuarios y además con ello una vida útil más duradera para los automotores que transiten por las mismas.

Consecuentemente existe la necesidad de contar con información confiable sobre diseño geométrico aplicados en trochas carrozables, según la normativa DG-2014, esto contribuirá para realizar un adecuado diseño de camino seguro, confiable y económico.

Todo ingeniero debe tener conocimiento de la normativa, pues como se mencionó anteriormente contribuye a una buena parte del éxito de proyectos de carreteras.

## **1.4. Justificación práctica**

La presente investigación aportará en lograr adecuados diseños geométricos en trochas carrozables, proyectados con la aplicación estricta de la normativa, cumpliendo en el diseño con las pendientes máximas y mínimas, la velocidad de diseño, radios de curvatura, ancho mínimo de calzada, secciones de drenaje, diseño de visibilidad, etc.

Poniendo como ejemplo un caso, el mejoramiento de la trocha carrozable, en el distrito de Chilcas, provincia de La Mar – Ayacucho, tramo Chilcas – Retama; ejecutada bajo el estricto cumplimiento de las normas técnicas. Es importante hoy en día debido a que, aparte de mejorar en el tema de comercialización de productos frutícolas de la zona a los mercados locales y regionales convirtiéndose en un potencial agrícola en producción de paltos, mejorar el acceso a la educación y servicios de atención médica, mejorando así las condiciones de vida en el aspecto económico y social; también es importante

debido a que se logró un camino seguro, transitable, distinto a lo existente anteriormente donde hubo accidentes fatales a causa de varios factores técnicos.

## 1.5. Objetivos

### 1.5.1. Objetivo general

Lograr conocer y realizar el diseño geométrico en trochas carrozables conforme a la normativa DG-2014, realizar diseños adecuados y aportar en la mejora del sistema vial de transporte seguro y económico.

*Fotografía 4: Camino seguro y adecuado.*



Fuente: Internet

## 1.6. Hipótesis

### 1.6.1. Hipótesis general

La normativa DG-2014 ayudará a realizar el diseño geométrico aplicados en trochas carrozable, conforme a los lineamientos y parámetros técnicos normados en este manual, siendo beneficio para lograr un mejor diseño vial, seguro, adecuado y económico.

## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Marco filosófico o epistemológico de la investigación**

Elvis D. Ticona C. (2016), manifiesta que comúnmente se han definido filosofías de diseño geométrico que tienden a ser simplistas y que ignoran los aspectos mencionados anteriormente; éstas filosofías de diseño persiguen una seguridad que deposita de manera excesiva sus argumentos en los modelos derivados de la dinámica de Newton. La filosofía actual, se basa en la suposición de que cualquier diseño geométrico que se ajusta a las políticas establecidas para el Diseño Geométrico de la vía, es seguro y que aquellas que no, serían inseguras (Ticona & Choque,M,P;A, 2016).

Este planteamiento que a menudo es asumido por los diseñadores, es aceptado por los tribunales cuando se trata de toma de decisiones sobre cuestiones de responsabilidad. A pesar de que han transcurrido varias décadas de investigación de la compleja relación entre vehículo, carretera, conductor y seguridad de funcionamiento, esta temática no siempre es bien comprendida. Existen numerosos investigadores que han estudiado las relaciones entre las tasas de accidentes y los elementos específicos del diseño geométrico, los resultados obtenidos no siempre han sido suficientes para la aplicación práctica (Ticona & Choque,M,P;A, 2016).

Este aspecto se debe concretamente a la limitada visión de las investigaciones realizadas, las cuales, al examinar la relación entre los accidentes y los elementos de diseño individual, no toman en cuenta los efectos interactivos de otros parámetros, especialmente el factor humano, lo que podría conducir a la desvalorización de

relaciones importantes, tomando en cuenta lo anteriormente expuesto, podemos concluir que se justifica la implementación de nuevas filosofías de diseño. (Ticona & Choque,M,P;A, 2016)

Esta nueva filosofía deberá tomar en cuenta dos niveles fundamentales. El primero, debe estar relacionado con la planificación geométrica, aspecto que pocas veces es expuesto en los Manuales de Diseño Geométrico de Carreteras, el segundo, nivel del diseño geométrico es el que trata sobre la seguridad operacional en detalle (Ticona & Choque,M,P;A, 2016).

Este es el nivel en el que se centran los manuales, poniendo la misma atención en la eficacia y la seguridad de los elementos de la carretera. Se propone que, en la nueva filosofía, la seguridad debe ser considerada como primordial. Sacrificar la seguridad en aras de la eficiencia y la economía no es una práctica aceptable (Ticona & Choque,M,P;A, 2016).

Por lo tanto, una filosofía más integral, debe basarse en el concepto de reducir la probabilidad de errores al nivel más bajo posible y además debe tratar de reducir las consecuencias de estos errores que se producen. Para lograr este objetivo, los diseños deben comenzar con un claro entendimiento del propósito y funcionalidad de la vía, seguida de una apropiada selección de los elementos de diseño geométrico y su consecuente integración con la forma del terreno y su uso actual y futuro. Una marca particular de la capacidad del Profesional en Diseño debe basarse en su capacidad de prever y optimizar los objetivos en conflicto que son inherentes a cualquier proyecto (Ticona & Choque,M,P;A, 2016).

## **2.2. Antecedentes de investigación**

Desde muchos años atrás, las normas técnicas de diseño geométrico en carreteras han sufrido modificaciones, actualizaciones cada vez en mejora de la seguridad, comodidad economía y de preservación del medio ambiente. También con la finalidad de reducir los riesgos de accidentes viales, en carreteras mal diseñadas, con el mejoramiento adecuado de las vías por la seguridad de los usuarios.

### **2.2.1. A nivel internacional**

A nivel internacional podemos mencionar algunas antecedentes de otros países:

1. (Lopez & Echeverry,A,C,A, 1999), el año de 1970 el Ministerio de Obras Públicas y Transporte de Colombia implementó las normativas oficiales para definir los principios de diseño, así como el perfil de carretera de 2 carriles.

El desarrollo experimentado en todo el mundo respecto al diseño geométrico, implica adaptarse a la necesidad creciente del usuario de carreteras, respecto a las condiciones de seguridad, movilidad, confort y responsabilidad con el medio ambiente, que obligue a mejorar el diseño geométrico, considerando las tendencias actuales en el mundo, que se fundamentan en principios geométricos de los años 70', cuya autoría ostenta el Ing. Jaime Falla Lozano; asimismo, se menciona al texto preliminar del año 95' del Ing. Rubén Darío Olarte, y posteriormente la evaluación y complementación de un comité técnico tomando como base la experiencia en Colombia y la revisión de las tendencias mundiales de Alemania, Australia, Bélgica, Canadá, Estados Unidos, España, Francia, Italia, Reino Unido, Suecia y Suiza. (Lopez & Echeverry,A,C,A, 1999). Transcurrieron más de 20 años desde la publicación realizada por el Ministerio de Obras Públicas de Colombia, que se titula "Criterio Geométrico para Diseño de Carreteras". Las unidades vehiculares a motor han presentado una evolución creciente en los últimos años, con un incremento en velocidad y capacidad de carga, así como mejoras en la seguridad y el aspecto económico de usuarios, considerando la protección del medio ambiente, lo que impone el cumplimiento de normas de carácter técnico, que implicar mayor rigurosidad en el diseño (Lopez & Echeverry,A,C,A, 1999)

Con la presentación del "Manual de Diseño Geométrico para Carreteras" a los especialistas en el ámbito vial colombiano, el "Instituto Nacional de Vías" confía que el uso de sus principios por docentes, estudiantes, consultores, proyectistas, contratistas y funcionarios del sector público, dedicados a construir, mejorar, rehabilitar y mantener las estructuras viales, de tal forma que se desarrolle una red de carreteras en todo el país, acorde a las exigencias y necesidades de la población (Lopez & Echeverry, 1999).

2. (Comité de seguimiento de la Política de Comunicación de la Asociación Española de la Carretera, 2006), en la segunda mitad de la década de los 80, cuando da comienzo el esfuerzo inversor en carreteras con el propósito de reducir el déficit histórico acumulado hasta ese momento.

El Plan General de Carreteras 1984-1991 fue el origen de las actuaciones en autovías, en un momento en que la estructuración autonómica del país necesitaba una actuación coherente y coordinada del Estado y de las Comunidades Autónomas, dentro de un marco de escasez de recursos. (Comité de seguimiento de la Política de Comunicación de la Asociación Española de la Carretera, 2006)

A continuación, vino el “Plan Director de Infraestructuras 1993-1997” (PDI), en el que, por primera vez, se planifican conjuntamente todas las infraestructuras, no sólo las de carreteras, materia en la que contempla una inversión pública del 0,62% del PIB anual. (Comité de seguimiento de la Política de Comunicación de la Asociación Española de la Carretera, 2006)

En el siguiente Plan, el “Plan de Infraestructuras de Transporte 2000-2007” (PIT) se aumentó esta inversión en carreteras al 0,78% del PIB anual. (Comité de seguimiento de la Política de Comunicación de la Asociación Española de la Carretera, 2006)

Por último, en el “Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte 2005-2020” (PEIT), aprobado recientemente, la tendencia creciente para carreteras se rompe, planteando, en palabras del propio PEIT, “un cambio de rumbo”, que tiene como consecuencia en lo que se refiere a carreteras; reducir el esfuerzo inversor al 0,5% del PIB, incluyendo en esta cifra la participación privada. (Comité de seguimiento de la Política de Comunicación de la Asociación Española de la Carretera, 2006)

No obstante, y pese a esta considerable mejora, en las carreteras españolas se observan aún importantes carencias y deficiencias que sitúan la malla viaria detrás del grupo de nuestros vecinos comunitarios más avanzados. Por ello, la Asociación Española de la Carretera considera un error reducir el esfuerzo inversor, ya que nuestro objetivo debería ser igualar e incluso superar los

estándares de calidad y diseño de los países más avanzados de Europa, y por lo tanto más directamente competidores con nosotros, para continuar nuestro desarrollo económico, que todavía está detrás de los primeros. (Comité de seguimiento de la Política de Comunicación de la Asociación Española de la Carretera, 2006)

Pero más allá de su estructura y de sus prioridades, la Asociación Española de la Carretera (AEC) no puede por menos que considerar muy positiva la elaboración y presentación de este Plan, pues toda planificación es, en sí misma, un difícil ejercicio, sin el cual no habría obras ni, por ende, infraestructuras. A ello habría que añadir que el PEIT, que es en su conjunto una puerta abierta a la participación de toda la sociedad civil, lo cual resulta loable. (Comité de seguimiento de la Política de Comunicación de la Asociación Española de la Carretera, 2006).

3. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013), la infraestructura de carreteras en Ecuador son un elemento transcendental para impulsar la productividad fundamentada en el principio de excelencia, equivalencia, equidad, competitividad y responsabilidad ambiental, que permite cumplir con el “Plan Nacional de Desarrollo y los principios del buen vivir o *sumak kawsay*”.

En este marco el gobierno nacional del Ecuador, respetando los mandatos de su constitución política mediante el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, desarrolló e implementó un plan para mejorar la calidad en planificar, diseñar, construir y mantener los proyectos de infraestructura vial, considerando la aplicación recurrente en Ecuador de los conocimientos científicos desarrollados en la normativa internacional y experiencia tecnológica ecuatoriana, mediante el proceso de creación de la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12, que formula como objetivos revisar, actualizar y complementar las especificaciones de carácter técnico en el rubro de transporte, que garantice el desarrollo del país (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013)

El NEVI-12 está estructurado de tal forma que pueda prestar el soporte tecnológico necesario en campo y en gabinete para la solución de los problemas viales, aun para los más complejos; en el ámbito del conocimiento científico preciso para impulsar las intervenciones de expertos en la materia. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas del Ecuador, 2013)

Asimismo, como los conocimientos vigentes sobre la ingeniería vial se encuentran en constantes cambios, producto de la necesidad de mejorar la seguridad y servicio brindado, el NEVI-12 permite innovar en el conocimiento de ingeniería, incrementando, actualizando, reemplazando y mejorando los principios contenidos en la normativa, que fueron desarrollados en interacción constante con la práctica, con las especificaciones y normas técnicas vigentes a nivel mundial (Ministerio de Transporte y Obras Publicas del Ecuador, 2013)

### **2.2.2. A nivel nacional**

Muchos años atrás en 1896 se da origen del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, durante el gobierno de Nicolás de Piérola, órgano rector a nivel nacional en materia de transporte y tránsito terrestre; quien elabora, actualiza y aprueba los manuales para la gestión de la infraestructura vial.

Con el gobierno de Augusto B. Leguía (1919-1930), se experimenta un desarrollo en la infraestructura vial de Lima y provincias, impulsado por el Ministerio de Fomento con la participación y asesoría de ingenieros especialistas, que intervinieron de manera activa para diseñar, ejecutar y supervisar las obras de infraestructura vial, con el amparo de la “Ley de Conscripción Vial” de fecha 6 de abril de 1920. (Transportes, s.f.)

En los últimos años del siglo anterior, se prosiguió con la ejecución de obras de infraestructura vial en todo el país según lo indicado en el Plan Vial (donde se realiza una clasificación y priorización para el desarrollo de proyectos de carreteras y programación de mantenimientos) (Transportes M., s.f.)

“Aun así no se contaba con un manual completo en el Perú, tal es así que en los años 1979 se aplicaba nomenclaturas y características físicas de la red de carreteras de Venezuela” (mtc, s.f.)

“En 1985 todavía se recomendaba utilizar metodologías consideradas en el Highway Capacity Manual del TRB (USA)”, (MTC-Peru, s.f.), Luego en 1997 se da vigencia a “la normas para proyectos de carreteras MTC-1997, así fueron modificados y actualizados distintos manuales entre los años 2001, 2008, DG-2013, hasta que en la actualidad está vigente el manual DG-2014”. (MTC, Historia del MTC, s.f)

También cabe mencionar que el 25 de enero de 2018 ha sido presentado a la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, la última actualización del manual de carreteras Diseño geométrico DG-2018.

A nivel nacional podemos enumerar algunas investigaciones de tesis tales como:

1. Este trabajo de investigación presenta una propuesta: el diseño de la trocha carrozable que une tres caseríos: San Juan, San Francisco y Tunal, ubicados en el distrito y provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca. Se realizó este proyecto con la meta de minimizar los efectos negativos que genera la falta de comunicación por carencia de vías de acceso, en los ámbitos económico, cultural, de salud y educación. (Roncal, 2018)

Se ha desarrollado una información teórica, así como la normativa vigente para este tipo de investigaciones, así mismo los estudios realizados para el diseño de la trocha. Posteriormente, se describe la metodología utilizada para este fin, se dan a conocer los resultados luego de haber realizado los procedimientos necesarios para el diseño de la trocha carrozable San Juan – San Francisco - Tunal. Y, por último, en los capítulos cinco y seis se fundamenta el porqué de la elección de ciertos resultados y se da a conocer la solución del proyecto a través de las conclusiones. Una vez obtenidos los resultados se procesaron y con ello se terminó el diseño con ayuda de programas de ingeniería: AutoCAD 2D, AutoCAD Civil 3D, S10 2000, Sistemas RW7, Ms Project, Google Earth, Microsoft Excel, Microsoft Word. (Roncal, 2018)

2. El proyecto, se focalizó en la ruta LM -122 considerada la única que permite conexión con el centro poblado de Tanta, que se ubica en el distrito de Yauyos,

desde los demás puntos de la provincia. El pueblo de Tanta posee gran capacidad turística, producto de su cercanía con el Parque Natural Nor-Yauyos, lo cual no se aprovecha completamente por las dificultades de acceso que presenta (Morales, 2017).

El trabajo realizado trata de solucionar este problema, diseñando el tramo más accidentado de la ruta y estimando el nivel de servicio de la sección de la ruta en el futuro. De acuerdo con el manual actual de diseño DG - 2014, las vías son consideradas carreteras de tercera clase, porque ostentan un orografía accidentada con un índice IMDA inferior a cuatrocientas unidades vehiculares por día. A partir de esta información se definen los parámetros de diseño, que considera: radio mínimo, velocidad, longitud, etc. Como propuesta se presentó 3 alternativas para diseñar la vía, seleccionándose a la tercera, dado que es el menor presupuesto que se requiere para su ejecución, respecto de las otras opciones. (Morales, 2017).

A partir de dicho diseño se formuló el pre-dimensionamiento de 7 alcantarillas en la extensión de la vía, así como los muros de contención necesarios, dado que se definió previamente el alcance del proyecto, no se realizaron estimaciones de costos en esta porción del mismo. Finalmente, se estimó el nivel de servicio en un periodo de veinte años, con lo que se alcanzó un resultado favorable para la vía (nivel A), contando con un diseño adecuado que permita cumplir con el objetivo principal del proyecto, que es aportar un diseño para la ruta LM – 122 para mejorar su accesibilidad. (Morales, 2017).

La ruta LM-122 es una vía proyectada en la Red Vial Nacional; sin embargo, la misma no se encuentra transitable. Los usuarios de las poblaciones al ver esta problemática se ven en la necesidad de utilizar otras rutas, las cuales tienen una mayor longitud dando como resultado el incremento del tiempo de viaje. (Morales, 2017).

La deficiente comunicación entre centros urbanos en provincias es un problema que continua hasta nuestros días por la falta de carreteras transitables a lo largo y ancho del Perú. La ruta LM-122 es un ejemplo de esta deficiencia dentro del

país. Realizar el diseño geométrico de esta vía sería un gran avance para el desarrollo de las poblaciones que une. (Morales, 2017).

Debido a la gran longitud de esta ruta, se ha decidido tomar un tramo de la misma para iniciar con el diseño. Esta parte de la ruta, se ubica en la zona crítica del camino; se define como zona crítica a la que tiene mayores dificultades topográficas. Además del diseño de la vía, se debe tomar en cuenta factores como protección de los taludes y un drenaje eficiente, los cuales ayudaran a mantener operativo el camino en caso de un derrumbe o un exceso de lluvias. También se ha considerado en la propuesta velar por el usuario, manteniendo su seguridad y comodidad en todo momento al transportarse. (Morales, 2017).

3. (Chirinos & Neyra,C,S,P,, 2016), El estudio de la presente tesis que lleva como título “MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DE LA TROCHA CARROZABLE DEL TRAMO RECUAYCITO – CARRETERA LUCMA – DISTRITO DE LUCMA, PROVINCIA DE GRAN CHIMU – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD” se desarrolla en el Distrito de Lucma, Provincia de Gran Chimú, Departamento de la Libertad.

La presente investigación inicia con la recolección de datos sobre la zona estudiada, sus características topográficas, características culturales y sociales, así como económicas. (Chirinos & Neyra,C,S,P,, 2016).

Posterior al a consecución de datos en campo, se realizaron las labores de gabinete, donde se empleó un soporte de software para diseñar la carreteras, siendo éste el AutoCAD Civil3D, con que se obtuvo en total 12 km. con 50 mts. (Chirinos & Neyra,C,S,P, 2016).

Hecho el estudio Socio Económico y Técnico, se pudo clasificar como: CARRETERA DE TERCERA CLASE. (Chirinos & Neyra,C,S,P,, 2016).

La evaluación topográfica tuvo como base una poligonal abierta, con el uso del mínimo de equipos necesarios: nivel de ingeniero , estación total, wincha de 50 metros, prisma; acorde con el “Manual de Diseño Geométrico para Carreteras DG-2014”. En el perfil Longitudinal se trazó la sub-rasante, para estudiar el suelo y canteras se realizaron doce calicatas, que se sitúan en toda la extensión

del eje vial, utilizándose una en la evaluación de material de cantera, mediante el correspondiente ensayo en laboratorio. (Chirinos & Neyra,C,S,P,, 2016).

Las capas para el revestimiento granular, se diseñaron con el método de CBR, considerando un espesor de 20cm en el nivel afirmado. El material para la conformación de la Sub-base y la base a usar, será extraído de la cantera ubicada en el Km. 1+240 lado izquierdo del eje proyectado de la carretera, cuyo suelo es un A-1-b (0) y tiene un CBR de 82.30%. (Chirinos & Neyra,C,S,P,, 2016).

Similar a los proyectos del mismo tipo, se realizaron estudios hidrológicos con la finalidad de canalizar el agua pluvial, mediante el diseño de alcantarillas de paso, de alivio y también cunetas. Los cálculos realizados emplearon el Método Racional, lo cual resulta adecuado en cuencas de reducida dimensión, resultando en cunetas de 0.60 m de espejo con 0.30 m de altura y alcantarillas de tipo MARCO. (Chirinos & Neyra,C,S,P,, 2016).

El proyecto considera también una señalización para la vía, con la evaluación de costos, presupuesto, especificaciones técnicas, planos y registro fotográfico (Chirinos & Neyra,C,S,P,, 2016).

Se complementó el proyecto con la evaluación del impacto medio-ambiental, aportando pautas para el mantenimiento del ecosistema y consolidando el diseño de la vía desde una perspectiva paisajística. (Chirinos & Neyra,C,S,P,, 2016).

### **2.2.3. A nivel local**

A nivel local se enumera algunas investigaciones tales como:

1. (Mozombite, 2018), el detrimento en las vías implica dificultades para las actividades de transporte de pasajeros y de carga, en dirección a los caseríos que tienen conexión con la carretera principal, tomando como referencia el Centro Poblado San José II Etapa en dirección al Caserío San Juan, que corresponde a la jurisdicción del distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo y departamento de Ucayali.

Los caseríos ubicados al interior del Distrito de Yarinacocha, considerados en el presente proyecto, se vincularon a la Red Vial Nacional (Carretera Federico Basadre), y con la Av. Yarinacocha, que presenta proximidad con caminos de naturaleza rural, que se ubican al interior del territorio perteneciente al distrito de Yarinacocha, en la jurisdicción provincial de Coronel Portillo, representa un vínculo relevante con los caseríos aledaños a la zona, que se ubican en las inmediaciones de la red nacional de vías, que representa un impacto positivo a nivel socioeconómico. (Mozombite, 2018).

Los pobladores de los diferentes Caseríos que hacen uso de esta vía son los que se encargan de su mantenimiento esporádico hasta la fecha; sin embargo, los factores climáticos con precipitaciones frecuentes tienen un efecto nocivo sobre las vías apresurando su deterioro, por ello resulta importante ejecutar la presente investigación titulada: “MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL (DESDE EL CENTRO POBLADO SAN JOSE HASTA EL CASERIO SAN JUAN), A.H AMPLIACION SAN JOSE II ETAPA, DISTRITO DE YARINACocha, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI”, cuyo objetivo es aportar una infraestructura vial que permita la comunicación entre la carretera principal y los caseríos aledaños, en el Distrito de Yarinacocha. (Mozombite, 2018).

Las carreteras son el enlace y eje de desarrollo entre los pueblos del Perú, principalmente las de penetración hacia los pueblos alejados y las áreas eminentemente agrícolas, como es el caso de la selva alta a baja, por tal razón; la Municipalidad Distrital de Yarinacocha, como ente responsable de promover el desarrollo en la Localidad y obedeciendo a lineamientos de una política de mejoramiento de las vías de accesos principales; debido a la necesidad de la población, ante la difícil Transitabilidad por el tipo de terreno predominante en la zona y por las inclemencias del tiempo que se avecinan donde la mayor frecuencia de precipitaciones pluviales son en los meses de Noviembre – Marzo prolongándose hasta el mes Mayo. (Mozombite, 2018).

2. (Carbajal, 2018), El tema de tesis: “ANÁLISIS DEL NIVEL DE CONSERVACIÓN DE LA CALZADA DE AFIRMADO DEL TRAMO 0+000 KM (SAN JUAN PAMPA) A 24+000 KM (SALCACHUPAN) SEGÚN LA CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN DEL MTC, PROVINCIA Y REGIÓN PASCO – 2018”. Se presenta como una investigación aplicada y descriptiva. La cual considera como objetivo principal la determinación del grado de conservación de calzada en el afirmado correspondiente al tramo 0 + 000 KM, que pertenece a San Juan Pampa a 24 + 000 KM correspondiente a Salcachupan, de acuerdo con la valoración aportada por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones MTC sobre la condición de vía.

Dada la problemática suscitada en las vías departamentales, caminos vecinales y rurales, donde se presenta un proceso de contratación poco transparente, donde se contempla la construcción o rehabilitación de las vías, obviando las especificaciones para el mantenimiento de la vía, que trae como consecuencia su abandono y la dificultad en el tránsito, ello provoca el requerimiento de un nuevo aporte económico para la realización de un mantenimiento continuo. (Carbajal, 2018).

Luego de analizar el resultado obtenido, donde se establece un valor promedio de URCl de 53,89, clasificando como POBRE según la clasificación del MTC; además se identificaron las fallas con más incidencia, siendo provocados principalmente por la tipología de los suelos, el factor climático, inadecuado sistema de drenaje, elevado tránsito de vehículos, por mencionar algunos elementos que inciden de manera relevante en el estado de la vía y conservación. (Carbajal, 2018).

3. Respecto a las vías, es claro que se ha experimentado un crecimiento del volumen vehicular actualmente, lo que incita a su detrimento acelerado de la carretera. Dicha situación trae como consecuencia mayor preocupación por el proceso de mejora y mantenimiento de la infraestructura vial. Continuamente las propuestas de mejoramiento deben contemplar mejores condiciones para incrementar la durabilidad de las vías al menor costo de construcción y mantenimiento. (Matos, 2018).

Por lo descrito previamente se formula el siguiente proyecto titulado “MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL AFIRMADO DE LA CARRETERA BELLA-INTI, DISTRITO DE MARIANO DÁMASO BERAÚN, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO, MEDIANTE EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE MEZCLA BINARIA DE MATERIAL DE CANTERA” de acuerdo a los parámetros definidos en la Norma. (Matos, 2018).

Considerando como elemento referencial la vía Bella–Inti, que actualmente presenta inconvenientes de manera recurrente en el afirmado, con presencia de baches, depresiones y huecos, que genera inconvenientes serios en las unidades vehiculares propiciando su deterioro y manifestándose en posibles accidentes, dificultades en el tránsito e incremento del riesgo para la vida de los ocupantes; lo que involucra el planteamiento de soluciones para dotar de mejores condiciones de transitabilidad e incremento de la seguridad en carretera. (Matos, 2018).

Se presenta una reducida cantidad de depósitos naturales que contengan materiales con ideal gradación, donde los materiales que no poseen procesamiento puedan utilizarse de forma directa, por ello resulta necesario realizar el zarandeo del material hasta lograr la granulometría requerida. Generalmente el material utilizado corresponde a agregados naturales que requieren más de una combinación. (Matos, 2018).

Procurar la constate mejora en la construcción de las carreteras que forma parte de la infraestructura vial, la cual constituye el factor de mayor importancia para el intercambio comercial, económico-social. (Matos, 2018).

De esta manera es como nace la necesidad de plasmar el Mejoramiento de la Capacidad de Soporte del Afirmado de la Carretera Bella-Inti, Distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado, Huánuco, mediante el Análisis y Diseño de Mezcla Binaria de Material de Cantero, y agilice de una manera rápida, eficiente y segura la transición de automotores que requieren trasladarse hacia su lugar de destino, los cuales contribuyen grandemente con el intercambio comercial y crecimiento económico de la región. (Matos, 2018).

La propuesta fue concebida haciendo hincapié en la mejor combinación para afirmado, considerando la problemática actual en la carretera, realizando análisis de mecánica de suelos, en el cual se determinó la baja resistencia del material actual utilizado en dicha vía, en la que se pueden observar los baches generados. (Matos, 2018).

Se realizó la estimación de las cantidades de material a mezclar utilizando el modelamiento matemático de mezclas binarias para material de base y sub base para pavimentos, el cual se comprobó si es apto para diseño de material de afirmado. (Matos, 2018)

Se consideraron los manuales de carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG 2013 (MTC) y Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2013 (MTC). (Matos, 2018).

## **2.3. Bases teóricas**

### **2.3.1. Clasificación de carreteras**

Las carreteras se clasifican por la demanda y orografía:

#### **2.3.1.1. Clasificación por demanda:**

##### **a) Autopistas de primera clase**

Son vías que presentan un Índice Medio Diario Anual (IMDA) superior a 6,000 unidades vehiculares al día, con calzadas aisladas por un separador ubicado en el centro mínimamente de 6 mts, cada calzada deberá considerar 2 o más carriles con un mínimo de 3.6 mts de ancho, con total control de ingresos y salidas, para proporcionar un flujo vehicular continuo, sin considerar pasos a nivel o cruces, incluyendo más de un puente peatonal para la zona urbana. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

##### **b) Autopistas de segunda clase**

Son vías que presentan un Índice Medio Diario Anual (IMDA) de 6,000 a 4,001 unidades vehiculares al día, con calzadas aisladas por un separador ubicado en el centro cuyo ancho varía entre 6 mts y 1 m, que prevé la instalación de un sistema de contención vehicular; cada calzada deberá considerar 2 o más carriles con un mínimo de 3.6 mts de ancho, con parcial control de ingresos y salidas, para proporcionar un flujo vehicular continuo, puede considerar pasos a nivel o cruces, incluyendo más de un puente peatonal para la zona urbana. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

**c) Carreteras de primera clase**

Son vías que presentan un Índice Medio Diario Anual (IMDA) de 4,000 a 2,001 unidades vehiculares al día, cuya calzada deberá considerar 2 carriles con un mínimo de 3.6 mts de ancho. Puede considerar pasos a nivel o cruces, siendo recomendable la adición de puentes peatonales, o de manera complementaria debe incluir dispositivos de seguridad vial, con el aporte que brindan a la seguridad y control de velocidad. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

**d) Carreteras de segunda clase**

Son carreteras con IMDA entre 2000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3,30 m de ancho como mínimo. Puede considerar pasos a nivel o cruces, siendo recomendable la adición de puentes peatonales en zonas urbanas, o de manera complementaria debe incluir dispositivos de seguridad vial, con el aporte que brindan a la seguridad y control de velocidad. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

**e) Carreteras de tercera clase**

Son vías que presentan un Índice Medio Diario Anual (IMDA) inferior a 4,000 unidades vehiculares al día, cuya calzada deberá considerar 2

carriles con un mínimo de 3 mts de ancho. Excepcionalmente, dichas vías pueden incluir carriles con un ancho de 2.5 mts, siempre y cuando cuenten con adecuado sustento técnico. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Se puede considerar soluciones económicas o básicas para su diseño, que consisten en el uso de emulsiones asfálticas, micro-pavimentos o aplicando algún estabilizador de suelo; o en la superficie de rodadura si se trata de afirmado. Si se trata de carretera pavimentada deberá cumplir con los principios geométricos establecidos en el diseño de carreteras de segunda clase. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

#### **f) Trochas carrozables**

Son vías para el tránsito reducido de unidades vehiculares con IMDA inferior a 200 unidades diarias y no cumplen con las condiciones geométricas para considerarse carreteras. Las calzadas deberán considerar como mínimo 4 mts de ancho, para lo cual se construirán ensanches cuya denominación es plazoleta de cruce, al menos por cada 500 mts. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

### **2.3.1.2. Clasificación por orografía:**

#### **a) Terreno plano (tipo 1)**

Presenta más de una pendiente transversal al eje de la vía, menor o igual al 10 %, mientras que su pendiente longitudinal generalmente es inferior a 3 %, demanda mínima movilización de tierra y no implica mayor dificultad para su trazado. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

#### **b) Terreno ondulado (tipo 2)**

Presenta más de una pendiente transversal al eje de la vía, mayor a 11 % y menor a 50 %, mientras que su pendiente longitudinal es superior a 3 % e inferior a 6% , demanda mínima movilización de tierra y no implica

mayor dificultad para su trazado, puesto que permite un alineamiento relativamente recto. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

**c) Terreno accidentado (tipo 3)**

Presenta más de una pendiente transversal al eje de la vía, mayor a 51 % y menor a 100 %, mientras que su pendiente longitudinal es superior a 6 % e inferior a 8%, demanda mayor movilización de tierra, por ello implica mayor dificultad para su trazado. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

**d) Terreno escarpado (tipo 4)**

Presenta más de una pendiente transversal al eje de la vía, que supera el 100 %, mientras que su pendiente longitudinal es superior a 8%, demanda mayor movilización de tierra, por ello implica gran dificultad para su trazado. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

### **2.3.2. Diseño geométrico en planta**

El denominado alineamiento horizontal, se constituye por curvas circulares y de grado con curvatura variable, así como alineamientos rectos, que logran una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa; o también entre dos curvas circulares de curvatura diferente. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

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. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

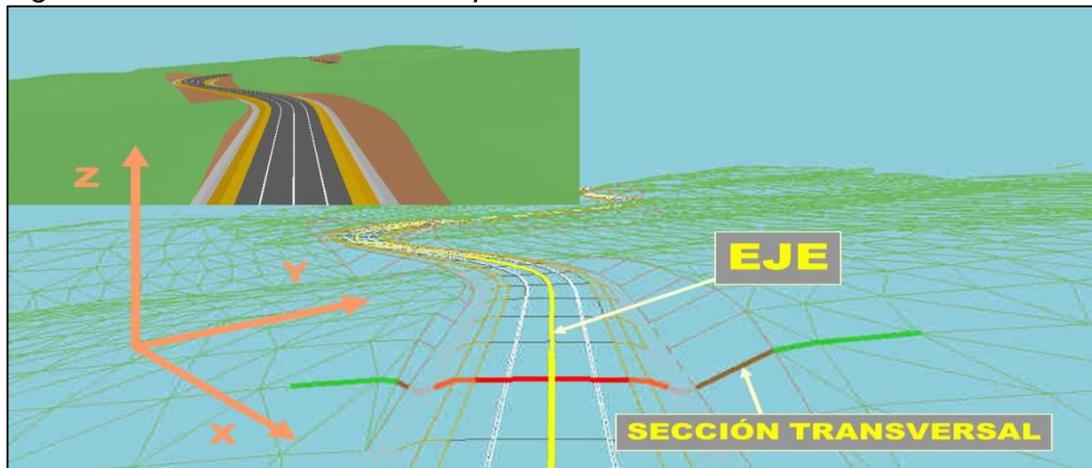
En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad de diseño y a su vez, controla la distancia de visibilidad. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

En proyectos de carreteras de calzadas separadas, se considerará la posibilidad de trazar las calzadas a distinto nivel o con ejes diferentes,

adecuándose a las características del terreno. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

La definición del trazado en planta se referirá a un eje, que define un punto en cada sección transversal. En general, salvo en casos suficientemente justificados, se adoptará para la definición del eje. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

*Figura 1: Detalles de elementos que conforman un camino vecinal.*



*Fuente: Internet*

### **2.3.3. Diseño geométrico en perfil**

El diseño geométrico en perfil o alineamiento vertical, está constituido por una serie de rectas enlazadas por curvas verticales parabólicas, a los cuales dichas rectas son tangentes; en cuyo desarrollo, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, en positivas, aquellas que implican un aumento de cotas y negativas las que producen una disminución de cotas. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

El alineamiento vertical 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. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas verticales que pueden ser cóncavas o convexas, y el de la velocidad de

diseño y a su vez, controla la distancia de visibilidad. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Las curvas verticales entre dos pendientes sucesivas permiten lograr una transición paulatina entre pendientes de distinta magnitud y/o sentido, eliminando el quiebre de la rasante. El adecuado diseño de ellas asegura las distancias de visibilidad requeridas por el proyecto. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

El sistema de cotas del proyecto, estarán referidos y se enlazarán con los B.M. de nivelación del Instituto Geográfico Nacional. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

El perfil longitudinal está controlado principalmente por la Topografía, Alineamiento, horizontal, Distancias de visibilidad, Velocidad de proyecto, Seguridad, Costos de Construcción, Categoría del camino, Valores Estéticos y Drenaje. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

#### **2.3.4. Diseño geométrico de la sección transversal**

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. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

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. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

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. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Constituyen secciones transversales particulares, las correspondientes a los puentes y pontones, túneles, ensanches de plataforma y otros. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

En zonas de concentración de personas, comercio y/o tránsito de vehículos menores, maquinaria agrícola, animales y otros, la sección transversal debe ser proyectada de tal forma que constituya una solución de carácter integral a tales situaciones extraordinarias, y así posibilitar, que el tránsito por la carretera se desarrolle con seguridad vial. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

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

Indica el promedio del volumen diario de tránsito vehicular calculado para cada día del año, de manera estimada o presente para determinado fragmento de una vía. Es un valor cuantitativo que refleja la importancia de la vía evaluada, haciendo posible el cálculo de viabilidad a nivel económico principalmente (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

El valor de IMDA en tramos de la vía, proporciona al profesional los datos necesarios para identificar los atributos del diseño de carreteras, sus clases y el desarrollo de acciones para la mejora y el mantenimiento. Los valores vehículo/día son importantes para evaluar los programas de seguridad y medir el servicio proporcionado por el transporte en carretera. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Las carreteras se diseñan respecto de un volumen específico para el tránsito vehicular, la cual se establece en función a la demanda al día de unidades hasta concluir con el diseño (fin del periodo), especificando una cantidad promedio de vehículos que emplean la vía, cuyo número se incrementa con respecto a un índice anual de crecimiento. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

### **2.3.6. Distancia de visibilidad de parada**

Se considera el mínimo de distancia para que una unidad vehicular se detenga considerando la velocidad de diseño, previo a que alcance un elemento estático ubicado en el trayecto de la misma. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Se considera la reacción de frenado, como un rango de tiempo presente entre el momento donde el conductor identifica la existencia de un objeto, o peligro sobre la plataforma, adelante y el instante en que realmente aplica los frenos. Así se define que el tiempo de reacción mínimo adecuado será por lo menos de 2 segundos. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Se considera obstáculo aquél de una altura a 0,15 m, con relación a los ojos de un conductor que está a 1,07 m sobre la rasante de circulación. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Si en una sección de la vía no es posible lograr la distancia mínima de visibilidad de parada correspondiente a la velocidad de diseño, se deberá señalar dicho sector con la velocidad máxima admisible, siendo éste un recurso excepcional que debe ser autorizado por la entidad competente. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Asimismo, la pendiente ejerce influencia sobre la distancia de parada. Esta influencia tiene importancia práctica para valores de la pendiente de subida o bajada => a 6% y para velocidades de diseño > a 70 km/h. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

### **2.3.7. Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento**

Es la mínima que debe estar disponible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que viaja a una velocidad menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso. Dichas condiciones de comodidad y seguridad, se dan cuando la diferencia de velocidad entre los vehículos que se desplazan en el mismo sentido es de 15 km/h y el vehículo que viaja

en sentido contrario transita a la velocidad de diseño. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

La distancia de visibilidad de adelantamiento debe considerarse únicamente para las carreteras de dos carriles con tránsito en las dos direcciones, dónde el adelantamiento se realiza en el carril del sentido opuesto. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

### **2.3.8. Distancia de visibilidad de cruce**

La presencia de intersecciones a nivel, hace que potencialmente se puedan presentar una diversidad de conflictos entre los vehículos que circulan por una y otra vía. La posibilidad de que estos conflictos ocurran, puede ser reducida mediante la provisión apropiada de distancias de visibilidad de cruce y de dispositivos de control acordes. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

El conductor de un vehículo que se aproxima por la vía principal a una intersección a nivel, debe tener visibilidad, libre de obstrucciones, de la Intersección y de un tramo de la vía secundaria de suficiente longitud que le permita reaccionar y efectuar las maniobras necesarias para evitar una colisión. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

La distancia mínima de visibilidad de cruce considerada como segura, bajo ciertos supuestos sobre las condiciones físicas de la intersección y del comportamiento del conductor, está relacionada con la velocidad de los vehículos y las distancias recorridas durante el tiempo percepción - reacción y el correspondiente de frenado. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

### **2.3.9. Vehículos de diseño**

El Diseño Geométrico de Carreteras se efectuará en concordancia con los tipos de vehículos, dimensiones, pesos y demás características, contenidas en el Reglamento Nacional de Vehículos, vigente. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Las características físicas y la proporción de vehículos de distintos tamaños que circulan por las carreteras, son elementos clave en su definición geométrica. Por ello, se hace necesario examinar todos los tipos de vehículos, establecer grupos y seleccionar el tamaño representativo dentro de cada grupo para su uso en el proyecto. Estos vehículos seleccionados, con peso representativo, dimensiones y características de operación, utilizados para establecer los criterios de los proyectos de las carreteras, son conocidos como vehículos de diseño. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Al seleccionar el vehículo de diseño hay que tomar en cuenta la composición del tráfico que utiliza o utilizará la vía. Normalmente, hay una participación suficiente de vehículos pesados para condicionar las características del proyecto de carretera. Por consiguiente, el vehículo de diseño normal será el vehículo comercial rígido (camiones y/o buses). (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Las características de los vehículos tipo indicados, definen los distintos aspectos del dimensionamiento geométrico y estructural de una carretera. Así, por ejemplo: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

- ✓ El ancho del vehículo adoptado incide en los anchos del carril, calzada, bermas y sobre ancho de la sección transversal, el radio mínimo de giro, intersecciones y gálibo. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).
- ✓ La distancia entre los ejes influye en el ancho y los radios mínimos internos y externos de los carriles. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).
- ✓ La relación de peso bruto total/potencia, guarda relación con el valor de las pendientes admisibles. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Conforme al Reglamento Nacional de Vehículos, se consideran como vehículos ligeros aquellos correspondientes a las categorías L (vehículos automotores con menos de cuatro ruedas) y M1 (vehículos automotores de cuatro ruedas diseñados para el transporte de pasajeros con ocho asientos o menos, sin contar el asiento del conductor). (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Serán considerados como vehículos pesados, los pertenecientes a las categorías M (vehículos automotores de cuatro ruedas diseñados para el transporte de pasajeros, excepto la MI), N (vehículos automotores de cuatro ruedas o más, diseñados y contruidos para el transporte de mercancías), O (remolques y Semirremolques) y S (combinaciones especiales de los M, N Y O). (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

### **2.3.9.1. Vehículos ligeros**

La longitud y el ancho de los vehículos ligeros no condicionan el proyecto, salvo que se trate de una vía por la que no circulan camiones, situación poco probable en el proyecto de carreteras. A modo de referencia, se citan las dimensiones representativas de vehículos de origen norteamericano, en general mayores que las del resto de los fabricantes de automóviles: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Ancho: 2,10 m.

Largo: 5,80 m.

Para el cálculo de distancias de visibilidad de parada y de adelantamiento, se requiere definir diversas alturas, asociadas a los vehículos ligeros, que cubran las situaciones más favorables en cuanto a visibilidad. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

H: altura de los faros delanteros: 0,60 m.

h1: altura de los ojos del conductor: 1,07 m.

R: altura de un obstáculo fijo en la carretera: 0,15 m.

Ha: altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería: 0,45 m.

hs: altura del techo de un automóvil: 1,30 m

El vehículo ligero es el que más velocidad desarrolla y la altura del ojo de piloto es más baja, por tanto, estas características definirán las distancias de visibilidad de sobrepaso, parada, zona de seguridad en relación con la visibilidad en los cruces, altura mínima de barreras

de seguridad y antideslumbrantes, dimensiones mínimas de plazas de aparcamiento en zonas de estacionamiento, miradores o áreas de descanso. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

### **2.3.9.2. Vehículos pesados**

Las dimensiones máximas de los vehículos a emplear en la definición geométrica son las establecidas en el Reglamento Nacional de Vehículos vigente. Para el cálculo de distancias de visibilidad de parada y de adelantamiento, se requiere definir diversas alturas, asociadas a los vehículos ligeros, que cubran las situaciones más favorables en cuanto a visibilidad. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

h: altura de los faros delanteros: 0,60 m.

h3: altura de ojos de un conductor de camión o bus, necesaria para la verificación de visibilidad en curvas verticales cóncavas bajo estructuras: 2,50 m.

h4: altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería: 0,45 m.

h6: altura del techo del vehículo pesado: 4,10 m

### **2.3.10. Estándar 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. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

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: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

- ✓ La Categoría que le corresponde (autopista de primera clase, autopista de segunda clase, carretera de primera clase, carretera de segunda clase, carretera de tercera clase y trochas carrozables).
- ✓ La velocidad de diseño (V).
- ✓ La sección transversal definida.

### **2.3.11. 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. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

### **2.3.12. Economía de carretera**

Una de las características que debe de tener cualquier proyecto es que sea económico, ya que se permite mayor flexibilidad en caso de imprevistos que puedan ocurrir en su elaboración. Es aquí donde se tratara con más énfasis la parte de control del capital cuando diseñamos una carretera.

### **2.3.13. Economía de caminos**

Es el uso de los fondos públicos al mejoramiento de carreteras porque estas benefician a la sociedad, ya sea a toda o bien una parte. Los buenos sistemas de transporte elevan el nivel de toda la economía, proporcionando un transporte expedito de las mercancías; ayudan en mucho a los problemas de la defensa nacional, hacen más semillas la prestación de servicios comunales tales como la policía y la protección contra incendios. Las atenciones médicas, los servicios escolares y la entrega de correo: Además de otras actividades.

## CAPÍTULO 3

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño geométrico de una carretera a nivel de trocha carrozable se realizará siguiendo los criterios del manual de carreteras diseño geométrico **(DG-2014)**, se utilizarán los lineamientos y parámetros técnicos indicados en el manual.

Para la elaboración del diseño geométrico se utiliza el programa en computadora Auto CAD Civil 3D la versión reciente 2018, mediante este programa y los datos de campo del levantamiento topográfico se generará la franja de la trocha carrozable, en el cual se diseñará el eje de la carretera proyectada, también el programa nos muestra el perfil longitudinal, según el eje planteado, en el cual podemos diseñar las curvas verticales y posteriormente las secciones transversales.

El Auto CAD Civil 3D dentro de su programación cuenta por defecto con los criterios de las normas americanas AASHTO, recomendando cuando se realice un diseño modificarlas y adaptarlas a las normas de nuestro país, de acuerdo a la necesidad que se tiene.

Para lograr un buen diseño geométrico se tiene que corroborar manualmente algunos parámetros de diseño en función al estudio de campo y con la aplicación de la normativa. A continuación, se enumera los pasos a seguir para realizar el diseño geométrico de una trocha carrozable, también la aplicación de las normas técnicas según los cuadros adjuntos:

### **3.1. Realizar el estudio de tráfico para determinar el IMDA de diseño**

Se realiza el conteo de vehículos para cuantificar y clasificar por tipo los vehículos motorizados que circulan por la zona del proyecto durante una semana, en un determinado punto o estación de conteo, con el cual se logra conocer el volumen diario de los vehículos que transitan, luego se realiza la proyección de tráfico y obtener el IMDA de diseño.

En proyectos de creación se estima el IMDA en función a los datos del tráfico de carreteras aledañas existentes.

Para determinar que el proyecto será a nivel de trocha carrozable, la norma DG – 2014 indica según la clasificación por demanda que el IMDA tiene que ser menor a 200 vehículos/día.

### **3.2. Determinar la clasificación por orografía**

Se definirá a qué tipo de terreno se asemeja el proyecto, según las características señaladas en la clasificación por orografía de la norma DG-2014, este dato es necesario para determinar la velocidad de diseño, a continuación, se describe los tipos de terreno según la DG-2014.

#### **a) 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. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

#### **b) Terreno ondulado (tipo 2)**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50%, 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. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

#### **c) 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. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

**d) 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, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazado. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

**3.3. Definir la velocidad de diseño**

Para definir la velocidad de diseño, se determina a qué tipo de terreno se asemeja el proyecto, en función a la clasificación por orografía de la norma DG-2014, luego se toma el criterio de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 1: Tabla de rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía (según DG-2014)

OROGRAFIA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)										
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Plano											
Ondulado											
Accidentado											
Escarpado											
Plano											
Ondulado											
Accidentado											
Escarpado											
Plano											
Ondulado											
Accidentado											
Escarpado											
Plano											
Ondulado											
Accidentado											
Escarpado											
Plano											
Ondulado											
Accidentado											
Escarpado											
Plano											
Ondulado											
Accidentado											
Escarpado											

Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico DG-2014

De acuerdo a la **tabla 1**, la clasificación no precisa para trochas carrozables, en este caso se trabajaría con el de menor clase y de acuerdo a la orografía del terreno.

### 3.4. Elegir el vehículo de diseño

Se elige en función al conteo de vehículos del estudio de tráfico, se clasifica por tipo, por lo que el vehículo de diseño normalmente representa la participación suficiente de vehículos pesados y por otra parte estos definen los distintos aspectos del dimensionamiento geométrico y estructural de una carretera, para más detalle analizar la siguiente tabla de la norma DG-2014.

*Tabla 2: Tabla de 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) (según DG-2014)*

Tipo de vehículo	Alto total	Ancho total	Vuelo lateral	Ancho ejes	Largo total	Vuelo delantero	Separacion 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	5,45/5,70/1,40/2,15/5,70	1,40	13,70
Semirremolque simple (T3S3)	4,10	2,60	0,00	2,60	20,50	1,20	5,40/11,90	2,00	1

*Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico DG-2014*

### 3.5. Definir de derecho de vía

El derecho de vía sirve para determinar las áreas de ensanche y mejoramientos de una carretera en el futuro, esto varía en función a la clasificación de la vía. A continuación, se muestra el cuadro con datos de anchos mínimos según la norma DG-2014.

*Tabla 3: Tabla de anchos mínimos de derecho de vía (según DG-2014)*

Clasificación	Anchos mínimos (m)
Autopistas Primera Clase	40
Autopistas Segunda Clase	30
Carretera Primera Clase	25
Carretera Segunda Clase	20
Carretera Tercera Clase	16

*Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico DG-2014*

En la **tabla 3**, la clasificación no precisa para trocha carrozable, entonces se considera el de menor clase de carretera, siendo 16 m. contados a partir del eje de la vía.

### 3.6. Diseñar el eje y alineamiento horizontal (diseño en planta)

Se deberá diseñar en función a los parámetros técnicos para trocha carrozable indicados en las tablas siguientes, en caso que no detalle para trocha carrozable se trabajara en función a los datos de la de menor clase, tercera clase.

El alineamiento horizontal deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de la carretera que sea posible. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Para diseñar el alineamiento horizontal se debe tener en consideración los siguientes parámetros técnicos de la norma DG-2014, a continuación, se muestra las tablas con datos técnicos: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

*Tabla 4: Tabla de longitud mínima de una curva horizontal (según DG-2014)*

Carretera red nacional	L (m)
Autopista de primer y segunda clase	6V
Primera, segunda y tercera clase	3V

*Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico DG-2014*

En la **tabla 4**, indica la longitud mínima que una curva horizontal debería tener en el diseño del alineamiento.

*Tabla 5: Tabla de deflexión máxima para general curva horizontal (según DG-2014)*

Velocidad de diseño km/h	Deflexión máxima aceptable sin curva circular
30	2° 30'
40	2° 15'
50	1° 50'
60	1° 30'
70	1° 20'
80	1° 10'

*Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico DG-2014*

En la **tabla 5**, detalla que no será necesario disponer curva horizontal cuando la deflexión máxima no supere los valores indicados en el cuadro, varía en función a la velocidad de diseño.

*Tabla 6: Tabla de distancia de visibilidad de parada (metros), (según DG-2014)*

Velocidad de diseño (km/h)	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	223	214
130	287	310	338	375	267	252	238

*Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico DG-2014*

En todos los puntos de la carretera, la distancia de visibilidad será  $\geq$  a la distancia de visibilidad de parada, la **tabla 6** muestra las distancias de visibilidad de parada, en función de la velocidad de diseño y de pendiente.

Tabla 7: Tabla de longitudes de tramos en tangente (según DG-2014)

V (km/h)	L mín.s (m)	L mín.o (m)	L máx (m)
30	45	84	500
40	56	111	668
50	69	139	935
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico DG-2014

La **tabla 7**, indica las longitudes admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente, y estas varían en función a la velocidad de diseño.

Tabla 8: Tabla de radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras (según DG-2014)

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	$\beta$ máx (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área urbana	30	4,00	0,17	33,7	35
	40	4,00	0,17	60,0	60
	50	4,00	0,16	98,4	100
	60	4,00	0,15	149,2	150
	70	4,00	0,14	214,3	215
	80	4,00	0,14	280,0	280
	90	4,00	0,13	375,2	375
	100	4,00	0,12	835,2	495
	110	4,00	0,11	1.108,9	635
	120	4,00	0,19	872,2	875
	130	4,00	0,08	1,108,9	1,110
Área rural (con peligro de hielo)	30	6,00	0,17	30,8	30
	40	6,00	0,17	54,8	55
	50	6,00	0,16	89,5	90
	60	6,00	0,15	135,0	135
	70	6,00	0,14	192,9	195
	80	6,00	0,14	252,9	255
	90	6,00	0,13	437,4	335
	100	6,00	0,12	560,4	440
	110	6,00	0,11	755,9	560
	120	6,00	0,09	950,5	755
	130	6,00	0,08	1.187,2	950

Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico DG-2014

Tabla 9: Tabla de radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras (según DG-2014)

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	$\rho$ máx (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área rural plano u ondulada)	30	8,00	0,17	28,3	30
	40	8,00	0,17	50,4	55
	50	8,00	0,16	82,0	90
	60	8,00	0,15	123,2	135
	70	8,00	0,14	175,4	195
	80	8,00	0,14	229,1	255
	90	8,00	0,13	303,7	335
	100	8,00	0,12	393,7	440
	110	8,00	0,11	501,5	560
	120	8,00	0,09	667,0	755
	130	8,00	0,08	831,7	950
Área rural (accidentada o escarpada)	30	12,00	0,17	24,4	25
	40	12,00	0,17	43,4	45
	50	12,00	0,16	70,3	70
	60	12,00	0,15	105,0	105
	70	12,00	0,14	148,4	150
	80	12,00	0,14	193,8	195
	90	12,00	0,13	255,1	255
	100	12,00	0,12	328,1	330
	110	12,00	0,11	414,2	415
	120	12,00	0,09	539,9	540
	130	12,00	0,08	665,4	665

Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico DG-2014

En las tablas 8 y 9, indica los radios mínimos y peraltes máximos que debería tener la carretera en función a la velocidad de diseño y tipo de terreno.

Tabla 10: Tabla de valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción (según DG-2014)

Velocidad específica km/h	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción fmáx.	Calculo radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
20	4,0	0,18	14,3	15
30	4,0	0,17	33,7	35
40	4,0	0,17	60,0	60
50	4,0	0,16	98,4	100
60	4,0	0,15	149,1	150
20	6,0	0,18	13,1	15
30	6,0	0,17	30,8	30
40	6,0	0,17	54,7	55
50	6,0	0,16	89,4	90
60	6,0	0,15	134,9	135
20	8,0	0,18	12,1	10
30	8,0	0,17	28,3	30
40	8,0	0,17	50,4	50
50	8,0	0,16	82,0	80
60	8,0	0,15	123,2	125
20	10,0	0,18	11,2	10
30	10,0	0,17	26,2	25
40	10,0	0,17	46,6	45
50	10,0	0,16	75,7	75
60	10,0	0,15	113,3	115
20	12,0	0,18	10,5	10
30	12,0	0,17	24,4	25
40	12,0	0,17	43,4	45
50	12,0	0,16	70,3	70
60	12,0	0,15	104,9	105

Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico DG-2014

La **tabla 10**, indica los radios mínimos, peraltes máximos y límites de fricción, en función a la velocidad de diseño.

Tabla 11: Tabla de longitud mínima de curva de transición (según DG-2014)

Velocidad km/h	Radio mín. m	J m/ s <sup>3</sup>	Peralte máx. %	A mín. m	Longitud de transición (L)	
					Calculada m	Redondeada M
30	24	0,5	12	26	28	30
30	26	0,5	10	27	28	30
30	28	0,5	8	28	28	30
30	31	0,5	6	29	27	30
30	34	0,5	4	31	28	30
30	37	0,5	2	32	28	30
40	43	0,5	12	40	37	40
40	47	0,5	10	41	36	40
40	50	0,5	8	43	37	40
40	55	0,5	6	45	37	40
40	60	0,5	4	47	37	40
40	66	0,5	2	50	38	40
50	70	0,5	12	55	43	45
50	76	0,5	10	57	43	45
50	82	0,5	8	60	44	45
50	89	0,5	6	62	43	45
50	98	0,5	4	66	44	45
50	109	0,5	2	69	44	45
60	105	0,5	12	72	49	50
60	113	0,5	10	75	50	50
60	123	0,5	8	78	49	50
60	135	0,5	6	81	49	50
60	149	0,5	4	86	50	50
60	167	0,5	2	90	49	50
70	148	0,5	12	89	54	55

Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico DG-2014

La **tabla 11**, indica la longitud mínima en longitudes de transición, en función a la velocidad de diseño.

Tabla 12: Tabla de longitudes mínimas de transición de bombeo y peralte (según DG-2014)

Velocidad de diseño (km/h)	Valor del peralte						Longitud mínima de transición de bombeo (m)**
	2%	4%	6%	8%	10%	12%	
	Longitud mínima de transición de peralte (m)*						
20	9	18	27	36	45	54	9
30	10	19	29	38	48	58	10
40	10	21	31	41	51	62	10
50	11	22	33	44	55	66	11
60	12	24	36	48	60	72	12
70	13	26	39	52	65	79	13
80	14	29	43	58	72	86	14
90	15	31	46	61	77	92	15

Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico DG-2014

La **tabla 12**, indica las longitudes mínimas de transición de bombeo y peralte, en función a la velocidad de diseño y valor de peralte.

Tabla 13: Tabla de holguras teóricas para vehículos comerciales de 2,60 m de ancho (según DG-2014)

Calzada de 7,20 m		Calzada de 6,0 m	
En recta	En curva ensanchada	En recta	En curva ensanchada
$h_1$ 0,5m	0,6m	0,3m	0,45m
$h_2$ 0,4m	0,4m	0,1m	0,05m
$h_{2\text{ ext}}$ 0,4m	0,0m	0,1m	0,0m

Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico DG-2014

La **tabla 13**, indica las holguras en recta y en curva ensanchada consideradas para vehículos comerciales de 2,60 m. de ancho, según el ancho de una calzada.

### 3.7. Diseñar el perfil longitudinal

Se deberá diseñar en función a los parámetros técnicos para trocha carrozable indicados en las tablas siguientes, en caso que no detalle para trocha carrozable se trabajara en función a los datos de la de menor clase, tercera clase.

El alineamiento vertical deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de la carretera que sea posible. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Es conveniente considerar una pendiente mínima del orden de 0.5%, a fin de asegurar un buen drenaje superficial en todo punto de la calzada.

Para diseñar el alineamiento vertical se debe tener en consideración los siguientes parámetros técnicos de la norma DG-2014, a continuación, se muestra las tablas:

*Tabla 14: Tabla de pendiente máximas (%) (según DG-2014)*

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
Vehículos / día	> 6.000				6.000 - 4001				4.000 - 2.001				2.000 - 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																			10,00	10,0
40 km/h																9,00	8,00	9,00	10,00	
50 km/h											7,00	7,00			8,00	9,00	8,00	8,00	8,00	
60 km/h					6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	7,00	8,00	9,00	8,00	8,00		
70 km/h			5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00		7,00	7,00		
80 km/h	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00		6,00	6,00			7,00	7,00		
90 km/h	4,50	4,50	5,00		5,00	5,00	6,00		5,00	5,00			6,00				6,00	6,01		
100 km/h	4,50	4,50	4,50		5,00	5,00	6,00		5,00				6,00							
110 km/h	4,00	4,00			4,00															
120 km/h	4,00	4,00			4,00															
130 km/h	3,50																			

Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico DG-2014

La **tabla 14**, indica las pendientes máximas, en función a la velocidad de diseño.

Tabla 15: Tabla de valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de tercera clase (según DG-2014)

Velocidad de diseño km/h	Longitud controlada por visibilidad de parada		Longitud controlada por visibilidad de paso	
	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de paso	Índice de curvatura K
20	20	0,6		
30	35	1,9	200	46
40	50	3,8	270	84
50	60	6,4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico DG-2014

La **tabla 15**, indica los valores del índice k para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa.

Tabla 16: Tabla de valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de tercera clase (según DG-2014).

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Índice de curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	60	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico DG-2014

La **tabla 16**, indica los valores del índice k para el cálculo de la longitud de curva vertical concava.

### 3.8. Diseñar la sección transversal

La sección transversal varia de un punto a otro de la vía, los tamaños, formas e interrelaciones dependen de la función que van a cumplir y de las características del trazado y del terreno. Los elementos de la sección transversal son bermas, aceras, cunetas taludes y elementos complementarios. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Se deberá diseñar en función a los parámetros técnicos para trocha carrozable indicados en las tablas siguientes, en caso que no detalle para trocha carrozable se trabajará en función a los datos de la de menor clase, tercera clase.

*Tabla 17: Tabla de anchos mínimos de calzada en tangente (según DG-2014)*

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000 - 2.001				2.000 - 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																			6,60	6,60
40 km/h															6,60	6,60	6,60	6,60		
50 km/h											7,20	7,20			6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	
60 km/h					7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60	6,60	6,60	6,60		
70 km/h			7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60		6,60	6,60		
80 km/h	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20			6,60	6,60		
90 km/h	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20	7,20		7,20	7,20			7,20				6,60	6,60		
100 km/h	7,20	7,20			7,20	7,20	7,20		7,20				7,20							
110 km/h	7,20	7,20			7,20															
120 km/h	7,20	7,20			7,20															
130 km/h	7,20																			

Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico DG-2014

Tabla 18: Tabla de ancho de bermas (según DG-2014)

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000 - 2.001				2.000 - 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																			0,50	0,50
40 km/h																1,20	1,20	0,90	0,50	
50 km/h											2,60	2,60			1,20	1,20	1,20	0,90	0,90	
60 km/h					3,00	3,00	2,60	2,60	3,00	3,00	2,60	2,60	2,00	2,00	1,20	1,20	1,20	1,20		
70 km/h			3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,60	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	1,20		1,20	1,20		
80 km/h	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00		2,00	2,00			1,20	1,20		
90 km/h	3,00	3,00	3,00		3,00	3,00	3,00		3,00	3,00			2,00				1,20	1,20		
100 km/h	3,00	3,00	3,00		3,00	3,00	3,00		3,00				2,00							
110 km/h	3,00	3,00			3,00															
120 km/h	3,00	3,00			3,00															
130 km/h	3,00																			

Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico DG-2014

Tabla 19: Tabla de valores del bombeo de la calzada (según DG-2014)

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación < 500 mm/ año	Precipitación > 500 mm/ año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2,0	2,5
Tratamiento superficial	2,5	2,50 - 3,0
Afirmado	3,0 - 3,5	3,0 - 4,0

Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico DG-2014

Tabla 20: Tabla de valores de peralte máximo (según DG-2014)

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)		Ver figura
	Absoluto	Normal	
Atravesamiento de zonas urbanas	6,0 %	4,0 %	302.02
Zona rural (T. Plano, Ondulado p Accidentado)	8,0 %	6,0 %	302.03
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado )	12,0 %	8,0 %	302.04
Zona rural con peligro de hielo	8,0 %	6,0 %	302.05

Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico DG-2014

Tabla 21: Tabla de peralte mínimo (según DG-2014)

Velocidad de diseño km/h	Radios de curvatura
$v \geq 100$	$5.000 \leq R < 7.500$
$40 \leq v < 100$	$2.500 \leq R < 3.500$

Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico DG-2014

Tabla 22: Tabla de tramos mínimos en tangente entre curvas del mismo sentido (según DG-2014)

Velocidad (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Longitud mín. (m)	40	55	70	85	100	110	125	140	155	170	190

Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico DG-2014

Tabla 23: Tabla de anchos mínimos de derecho de vía (según DG-2014)

Clasificación	Anchos mínimos (m)
Autopistas Primera Clase	40
Autopistas Segunda Clase	30
Carretera Primera Clase	25
Carretera Segunda Clase	20
Carretera Tercera Clase	16

Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico DG-2014

Tabla 24: Tabla de valores referenciales para taludes en corte (relación H:V) (según DG-2014)

Clasificación de materiales de corte	Roca fija	Roca suelta	Material			
			Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas	
Altura de corte	< 5m	1:10	1:6 - 1:4	1:1 - 1:3	1:1	2 : 1
	5 - 10m	1:10	1 : 4 - 1 : 2	1:1	1:1	*
	> 10m	1:8	1:2	*	*	*

Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico DG-2014

Tabla 25: tabla de taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes) (según DG-2014)

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	< 5	5 - 10	> 10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1,5	1:1,75	1:2
Arena	1:2	1:2,25	1:2,5
Enrocado	1:1	1:1,25	1:1,5

Fuente: Manual de carreteras, diseño geométrico DG-2014

### 3.9. Tipo y diseño de investigación

#### 3.9.1. Tipo de Investigación

La metodología a seguir es una metodología descriptiva a través de la investigación bibliográfica, el trabajo consistirá en analizar información teórica donde se requiere observación y comprensión relacionado al diseño geométrico para trochas carrozables. En el cual los resultados y conclusiones obtenidos se enmarcan al problema e hipótesis planteados.

#### 3.9.2. Diseño de la investigación

Fue del tipo descriptivo no experimental, realizando la observación, análisis y evaluación teórico de bibliografías para luego validar, procesar la información con el fin de dar cumplimiento al objetivo planteado.

### 3.10. Técnica de recolección de datos

#### 3.10.1. Técnicas

las técnicas que se utilizara en el presente estudio de proyecto es la de observación, descripción, y análisis directo en gabinete de bibliografías y manuales relacionados al diseño geométrico aplicado en trochas carrozables.

#### 3.10.2. Fuentes

Bibliografías, relacionado a diseño geométrico.

## **CAPÍTULO 4**

### **DESCRIPCIÓN DE PROYECTOS ELABORADOS EN RELACIÓN AL DISEÑO GEOMÉTRICO DG-2014**

#### **4.1. Proyecto N° 01**

##### **4.1.1. Nombre del proyecto 01:**

Rehabilitación del Camino Vecinal Chinete – Lucreccasa – Villa Unión en la Comunidad de Santo Domingo de Huecchues, Distrito de Chungui – La Mar – Ayacucho.

##### **4.1.2. Ubicación:**

Región : Ayacucho

Departamento : Ayacucho

Provincia : La Mar

Distrito : Chungui

Localidades : Chinete, Villa Union, Villa Aurora y Lucreccasa.

Figura 2: Ubicación de la Provincia de la Mar en el mapa de Ayacucho



Fuente: Autor del proyecto N° 01

Figura 3: Ubicación de la Comunidad de Hucchues en el mapa de Chungui



Fuente: Autor del proyecto N° 01

#### 4.1.3. Antecedentes

A partir de esta vía se inicia la construcción de accesos hacia los diferentes centros poblados de la margen izquierda del río Apurímac en el ámbito territorial del distrito de Chungui, siendo el presente proyecto parte de esta política de interconexión entre las comunidades del Valle del Río Apurímac en el ámbito de los distritos de Anco y Chungui.

Las poblaciones de las localidades que pertenecen al área de influencia se dedican principalmente a la actividad agrícola y la ganadería, las vías en proyecto representan un Corredor Económico en beneficio distrital y provincial, pues representa una buena oportunidad de intercambio comercial con las ciudades de San Miguel, Santa Rosa, Ayna, Tambo y Huamanga y la capital Lima.

Actualmente el sistema de transporte se realiza mediante vehículos de pequeño tonelaje debido principalmente a la mala condición de las vías. La que en tiempos de lluvia prácticamente se hace imposible de transitar, por lo cual, en términos

económicos existe oferta de transporte en este tramo en condiciones inadecuadas, lo que hace que se tome horas de transporte de manera precaria, y en ocasiones mediante acémilas de carga por los caminos de herradura que están abandonados y deteriorados, condición que genera significativas pérdidas de productos y demoras en la llegada a los mercados más cercanos, lo que traduce en precios e ingresos bajos y en muchos casos la pérdida de los productos, por esta razón se deja de cosechar.

En la actualidad la Municipalidad Distrital de Chungui identificó la problemática, como órgano autónomo e impulsor, viene promoviendo el desarrollo socioeconómico con visión integral. Para ello gestionó su priorización y ejecución del presente proyecto.

#### **4.1.4. Descripción del proyecto**

El proyecto consiste en la Construcción de una trocha Carrozable de 15.20 Km de longitud que comprende el tramo I, Villa Aurora – Chinete, Tramo II Villa Aurora-Lucreccasa en la Comunidad de Santo Domingo de Huecchues). La vía es considerada de una categoría trocha carrozable (una carretera vecinal).

El proyecto contribuirá con el desarrollo integral de la zona, es decir lograr un intercambio comercial más fluido entre la capital del distrito, de la provincia y la región Ayacucho (Huamanga), y las ciudades costeras del Perú. Asimismo, se logrará unir las localidades (con una vía en condiciones adecuadas) de toda la trayectoria que conducirá la vía, beneficiando directamente a la población del área de influencia que por el momento se encuentran aisladas como consecuencia del deterioro de la vía, por las lluvias y la carencia de obras de drenaje y otras estructuras.

Este proyecto comunicará a las localidades de Chinete, Villa Unión, Villa Aurora Lucreccasa, y otros caseríos en el trayecto del proyecto, quienes tendrán una ruta más directa permitiendo así el mayor acceso del poblado a los servicios de educación y Salud y otros servicios básicos por el abaratamiento de los costos de transporte y reducción de tiempos de viaje.

Mejoramiento de la Trocha Carrozable Chinete, Villa Unión, Villa Aurora y Lucreccasa, le permitirá al poblador incrementar el transporte y venta de sus productos en otros mercados a precio razonable, la misma que les permita recuperar lo invertido y obtener ganancias adicionales.

El proyecto consiste en Mejoramiento y rehabilitación de Trocha Carrozable de 15+20 Km., con obras de arte (Alcantarillas, Muros, etc.), con cunetas triangulares de 0.50 x 0.30m. En tierra y revestidos (para evitar erosión por tramo) y sub drenes, con superficie de rodadura a nivel de afirmado. El proyecto tendrá una duración de 06 meses (180 días calendarios).

Específica y resumidamente los trabajos a realizarse en el Proyecto comprenden los siguientes puntos:

- **Obras Provisionales.**

Se realizará la instalación de los Campamentos – almacén y cartel de identificación de obra.

- **Trabajos Preliminares.**

Conformado por la Movilización de equipo, Trazos - Replanteo y Deforestación de toda la longitud, Demarcación de los taludes y el control topográfico durante la ejecución.

Se incide en la deforestación de toda la longitud, pues genera un impacto ambiental negativo; este trabajo consiste en el roce y limpieza del terreno natural en las áreas que ocuparán las obras del proyecto vial y las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, que se encuentren cubiertas de rastrojo, maleza, bosque, pastos, cultivos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.

Los cortes de vegetación boscosa en las zonas próximas a los bordes laterales del derecho de vía, deben hacerse con sierras de mano, a fin de evitar daños considerables en los suelos de las zonas adyacentes y deterioro a otra vegetación cercana. Todos los árboles que se talen, según el trazado de la carretera, deben

orientarse para que caigan sobre la vía, evitando de esa manera afectar a vegetación no involucrada.

Debe mantenerse, en la medida de lo posible, el contacto del dosel forestal, con la finalidad de permitir el movimiento de especies de la fauna, principalmente de primates.

El trabajo incluye, también, la disposición final dentro o fuera de la zona del proyecto, de todos los materiales provenientes de las operaciones de roce y limpieza, previa autorización del Supervisor, atendiendo las normas y disposiciones legales vigentes.

- Movimiento de Tierras.
- Conformación de la Superficie de Rodadura.
- Obras de Arte.
- Drenaje de Aguas Superficiales.
- Señalización.
- Ensayos de Control de Calidad.

#### **4.1.5. Aspectos ambientales y medio ambiente**

##### **- Aspectos ambientales**

Las características de su ubicación geográfica, el relieve y factores geológicos, determinan que Chungui sea un espacio propenso a procesos erosivos permanentes.

Por otro lado el carácter que ha asumido el crecimiento urbano desde el año 1993, además del desarrollo de determinadas actividades económicas, está generando alteraciones en el medio ambiente. Ello está relacionado con el crecimiento poblacional, que ocasiona desequilibrios entre la oferta y la demanda de servicios sociales, entre ellos el de saneamiento básico. Chungui ha optado por la explotación indiscriminada de los recursos forestales y al uso agrícola de suelos de protección. Es por ello de vital importancia delimitar las zonas para un desarrollo ordenado y armónico de la población con el medio ambiente.

##### **- Medio ambiente**

Gran parte de la actividad agrícola de la zona se lleva a cabo en tierras con vocación forestal y de protección, lo cual hace poco sostenible y rentable dicha actividad.

Durante la ejecución del proyecto se dan los mayores impactos negativos como consecuencia del movimiento de tierras, así tenemos.

La calidad del **Aire** se ve afectada por la incorporación de material particulado (Polvo), ruidos y emisión de gases producto de la quema de residuos y uso de explosivo en tramos específicos de la carretera.

La calidad del **Agua** es impactada por la incorporación de material particulado que incrementan las concentraciones de los Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Sólidos Sedimentables (SS), Residuos sólidos (Residuos de concreto, entre otros) y residuos de hidrocarburos. Los impactos sobre los cursos de agua, se dan por las obstrucciones y embalses que puedan suscitarse en los procesos constructivos.

El uso actual de **tierras y potencial agropecuario** es impactado en forma negativa por la inadecuada disposición de residuos, ocupación inadecuada de área, disposición de material de corte sobre áreas cultivadas que facilitan los procesos erosivos y desestabilización de los taludes de corte.

Los **Bosques y la Flora** son Impactado por el desarrollo de las actividades Trabajos Preliminares (Deforestación y Campamento de Obra) donde se estima deforestar en diversos tramos un área aproximada de 15.16 Has, y el Movimiento de Tierras (Corte de Material Suelto), ocasionarán que parte de la cubierta vegetal de los bosques sean afectados. El área de intervención es considerada como sensible.

La **Fauna** local afectado por las actividades de Trabajos preliminares, Movimiento de tierras, Conformación de plataforma de rodadura y obras de arte. Los impactos están relacionados a alteraciones del hábitat terrestres (Zonas de alimentación, anidación, espacios de movilización y otros), y alejamiento de las especies presentes en el área por el ruido constante de los equipos pesados y presencia de personal obrero en el área.

Los riesgos de afectar la **Salud y Seguridad** del personal se presentan en todas las etapas del proyecto, el personal que laborará en la ejecución de esta obra, estará propensa a sufrir accidentes e incidentes en las diferentes etapas del proyecto, también se exponen al riesgo de ser picados por serpientes, insectos, arañas, u otro organismo ponzoñoso.

De la evaluación, se concluye que el proyecto causa impactos ambientales, para lo cual se ha planteado el Plan de Manejo Ambiental, con medidas tendientes a mitigar, controlar y prevenir los impactos en la etapa de ejecución y operación y mantenimiento.

#### - **Plan de manejo ambiental**

Obras consideradas necesarias para la mitigación de los impactos ambientales negativos que pudieran generarse durante la ejecución del Proyecto. Se incluye: Medidas de Mitigación, de Control y Medidas de Prevención, las mismas que contienen actividades tales como la construcción de pozos de residuos sólidos para el tratamiento apropiado de los desechos propios de la construcción y del personal que labora. Reforestación de los taludes inferiores más afectados y reforestación de banquetas, encauzamiento de corrientes de agua, así como programas de capacitación y sensibilización en el manejo y cuidado del medio ambiente.

Igualmente se incluye la realización de eventos de capacitación al personal de mantenimiento y beneficiarios en general en temas de conservación del medio ambiente. El detalle se puede encontrar en el respectivo Estudio de Impacto Ambiental.

#### **4.1.6. Topografía y diseño geométrico**

Para el desarrollo del presente proyecto se ha realizado el trazo topográfico del proyecto integral, que tiene como inicio en la comunidad de Chinete en la progresiva 0+000.00 y como fin del proyecto en la comunidad de Villa Aurora 15+200.00, para la etapa del estudio definitivo se ha considerado la geometría de la vía de acuerdo a la normatividad vigente, lo que redundará en aspectos de comodidad y seguridad para los usuarios de la vía.

El punto de inicio del presente estudio se encuentra al final de la zona Urbana de la comunidad de Lucreccasa (Ultima Casa), en la cual se estableció el PI – 0, en el Km. 0+000.00.

Las coordenadas UTM del tramo carretero es el siguiente:

*Cuadro 1: Datos de coordenadas UTM del ámbito del proyecto*

N <sup>a</sup>	Coordenadas UTM		Altitud	Pueblo
	ESTE	NORTE		
1	661370	8558976	0861.34	Chinete
2	658199	8555176	1330.00	Villa Aurora
3	661521	8551098	1325.00	Villa Unión
4	662999	8550445	1160.00	Lucreccasa

*Fuente: Autor del Proyecto N° 01*

El Proyecto se encuentra a una altitud que varía de 1,061 msnm en el Km. 0+000.00 hasta 1330.00 msnm para el Km. 15+20.

#### **4.1.6.1. Parámetros y elementos básicos de diseño**

El diseño del camino responde a una demanda de tránsito de vehículos de carga y de pasajeros para establecer las características técnicas y físicas del camino, así como la importancia de la vía, definir la velocidad de diseño, la sección transversal y el tipo de superficie de rodadura.

##### **- Demanda de tránsito**

En el presente estudio comprende la totalidad del tramo entre Chinete, Villa Unión, Villa Aurora y Lucreccasa se genera la demanda del tráfico previsto como consecuencia del tráfico generado por la mejor calidad de la vía, donde se describe los indicadores de tráfico y su comportamiento.

Para la estimación de la demanda de vehículos de pasajeros, se ha considerado el tránsito del número de personas del ámbito del proyecto IMD tomada de campo, principalmente de los vehículos de carga y pasajeros que transitan en la zona (Chinete, Villa Unión, Villa Aurora y Lucreccasa) con la capital del distrito, la provincia y la región Ayacucho; por la interrelación socioeconómica natural que existe.

*Cuadro 2: Datos del IMDA corregido en el tramo I del ámbito del proyecto*

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>IMDa</b>	<b>Distribución (%)</b>
Automóvil	3	33.33
Camioneta	2	22.22
Camioneta rural	3	33.33
Micro	0	0.00
Bus Grande	0	0.00
Camión 2E	1	11.11
Camión 3E	0	0.00
<b>IMD</b>	<b>9</b>	<b>100.00</b>

*Fuente: Autor del Proyecto N° 01*

*Cuadro 3: Datos del IMDA corregido en el tramo II del ámbito del proyecto*

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>IMDA</b>	<b>Distribución (%)</b>
Automóvil	3	33.33
Camioneta	1	11.11
Camioneta rural	2	22.22
Micro	0	0.00
Bus Grande	0	0.00
Camión 2E	1	11.11
Camión 3E	0	0.00
<b>IMD</b>	<b>7</b>	<b>77.78</b>

*Fuente: Autor del Proyecto N° 01*

#### - **Proyecciones del tráfico**

Con la rehabilitación y mejoramiento de la vía en el Tramo Chinete, Villa Unión, Villa Aurora y Lucreccasa, se prevé que existirá un flujo apreciable de tráfico generado desde las zonas agrícolas de Santo Domingo de Huecchues hacia la capital del distrito (tanto de carga como de pasajeros), hacia el VRAE y hacia la Ciudad de San Miguel y Ayacucho.

El tráfico futuro, en el área de influencia del proyecto, está compuesto por:

- a) El tráfico generado motivado por la ejecución de la vía y la producción agrícola de la zona.

b) El tráfico derivado o desviado que puede ser atraído hacia o desde otra carretera.

Para la estimación de la demanda de vehículos para carga y pasajeros, se ha el tráfico generado por la mejor prestación de la vía (IMD).

*Cuadro 4: Datos de proyección del tráfico generado con proyecto*

Tráfico Generado	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Automovil	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Camioneta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C.R.	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Micro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bus Grande	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Camión 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>IMD TOTAL</b>	<b>16.00</b>	<b>18.00</b>	<b>18.00</b>	<b>18.00</b>	<b>20.00</b>	<b>21.00</b>	<b>21.00</b>	<b>25.00</b>	<b>25.00</b>	<b>26.00</b>	<b>27.00</b>

Fuente: Autor del Proyecto N° 01

#### - Elementos del diseño geométrico

Categoría de la Vía : Trocha Carrozable (Vías Vecinales)

Velocidad Directriz : 30 Km. por hora

Índice Medio Diario : < 20 Vehículos /día

Radio Mínimo Normal : 25 m

Radio Mínimo Excepcional : 10 m (en curvas de volteo)

Ancho Superficie Calzada : 4.00 m

Bermas : Sin Bermas.

Pendiente Mínima : 0.50 %

Pendiente Máxima Normal : 10.00%

Pendiente Máxima Excepcional : 12.0 %

Peralte Mínimo Normal : 2.5%

Peralte Máximo Normal : 6.0%

Peralte Máximo Excepcional : 8.0%

Bombeo : 2%

Cunetas Laterales : 0.50 x 0.30 m.

Plazoletas para estacionamiento : 6.50 x 30 m a cada 500m.

Taludes de corte

Roca fija	: 10:1
Roca suelta	: 4:1
Conglomerado	: 3:1
Tierra compacta	: 2:1
Tierra suelta	: 1:1
Arena	: 1:2
Taludes de relleno	
Enrocado	: 1:1
Material Suelto	: 1:1.5

#### **4.1.7. Estudio hidrológico**

El presente estudio tiene como objetivo principal determinar las características hidrológicas e hidráulicas del riachuelo de Villa Unión en el emplazamiento del eje del Badén; con la finalidad de determinar: el ancho del badén, las cotas de los máximos niveles de agua esperados, la profundidad de cimentación por efectos de socavación general y local y las protecciones necesarias que no permitan el asentamiento o volteo de la estructura del Badén asentada sobre el lecho del riachuelo de Villa Virgen, ante la ocurrencia de caudales máximos normales y eventualmente extraordinarios de un determinado periodo de retorno y probabilidad de ocurrencia.

El estudio se inicia con la recopilación de información básica disponible tanto en gabinete como en campo relacionada a aspectos hidrometeorológicos, hidráulicos, topográficos, morfológicos, sedimentológicos y otros, que permitan plantear una metodología de trabajo adecuada con el objeto de determinar los procesos hidrológicos y de mecánica fluvial del riachuelo de Villa Unión y Lucreccasa en el área de interés.

El trabajo de campo desarrollado ha permitido apreciar la probabilidad de ocurrencia de diversos caudales en función a indicadores físicos presentes en el área de interés, tales como marca de máximos niveles de agua ocurridos, variación del cauce del río, etc.; asimismo, ha permitido caracterizar las bondades

del lecho del río ante procesos de mecánica fluvial y erosión y finalmente el recojo de información relacionada a aspectos topográficos y sedimentológicos.

Con los datos disponibles colectados, tanto en campo como en gabinete se procedió al cálculo de los principales indicadores hidráulicos y de mecánica fluvial de un riachuelo, tales como: caudales máximos, velocidades medias, velocidades erosivas, socavación general, socavación local, socavación total, capacidad de arrastre, capacidad de transporte de sedimentos y determinación del cauce de equilibrio

Con los indicadores antes citados y el criterio adquirido por el Consultor en el desarrollo de trabajos similares y sustentado con la visita de campo efectuada al riachuelo de Villa Unión, se procede a seleccionar: el espesor del badén, y el ancho mínimo por efectos de socavación, la protección necesaria en el lecho del río para disminuir los efectos de erosión.

#### **4.1.8. Estudio de geología y geotecnia**

Para los efectos del desarrollo del presente se ha recurrido al uso de información proveniente del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú (INGEMMET), relativa a la geología a nivel regional de los Departamentos de Ayacucho y Cusco; cuadrángulo 26-O y 27-O (Anco- Chungui), complementada con la información recogida durante la prospección geológica de campo efectuada por el consultor en su visita al área en estudio en el mes de abril.

Por exposición la mayor unidad geográfica del área de estudio, presenta prominencias topográficas, constituye la margen occidental de la Cordillera Oriental.

El área en estudio presenta un relieve cordillerano, con mesetas en los relieves intermedios, así presenta también, un relieve moderado de terreno en evolución presentando ríos rejuvenecidos, dando lugar a profundización de valles por acción de los ríos existentes en la zona.

Sobre el área de estudio en las condiciones actuales se encuentra una geografía estable, por lo tanto, también el bosque se halla en condiciones inalteradas. Este medio durante los trabajos de construcción de la carretera será sometido a rotura,

el mismo que deberá ser estabilizado con las recomendaciones dadas para los diferentes tipos de suelos y roca.

#### **4.1.9. Obras de arte y muros de contención**

Consiste en la construcción de 60 ml. De muro contención de concreto ciclópeo en total, construcción de 02 badenes de 6m x 4.5 m y un badén de 10m x 4.5, construcción de 20 alcantarillas Tipo I Tubería Perfilada PVC Rib Stell de 24" (600 mm), 02 alcantarillas Tipo II Tubería Perfilada PVC Rib Stell de 36" (900 mm); y señalizaciones con la finalidad de pasar los cauces naturales de cursos de agua superficial y drenar las aguas de lluvia provenientes de las cunetas.

La ubicación y características técnicas de estas obras de arte, están detalladas en los planos y especificaciones técnicas.

Comprende las partidas de construcción de alcantarillas para dotar a la vía de un drenaje superficial adecuado.

En general, las alcantarillas se construirán de concreto armado (estructura de ingreso y salida) muros y alas con concreto armado  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ , con aletas de entrada y salida y con estructuras de protección en base a emboquillados, según los diseños propuestos en los planos.

Las alcantarillas deberán de colocarse, siempre que sea posible, en el cauce natural y con pendiente hidráulica de conformidad con la del canal natural; para conseguir una disminución en la interrupción del flujo natural; así como una merma en la erosión y desagüe del camino.

Entre los factores a tener en cuenta para la ubicación de las alcantarillas es la pendiente ideal, definida como aquella que no ocasiona sedimentos ni velocidad excesiva, evita la erosión y exige menor longitud. La pendiente recomendada es de 2% a 5%. Para evitar la sedimentación, se aconseja que se adopte como mínimo una pendiente de 0.5 %, ya que de lo contrario, se ocasionará la obstrucción paulatina del drenaje.

Igualmente se ha contemplado la construcción de alcantarillas de concreto para el cruce de pequeños cursos de agua con presencia de caudales temporales.

Cuadro 5: Datos de ubicación de obras de arte y muros de contención del proyecto

<b>CUADRO DE UBICACIÓN DE OBRAS DE ARTE Y MUROS DE CONTENCIÓN</b>					
PROYECTO: "REHABILITACIÓN DEL CAMINO VECINAL CHINETE - LUCRECCASA -VILLA UNION EN LA COMUNIDAD DE SANTO DOMINGO DE HUECCHUES, DISTRITO DE CHUNGUI – LA MAR - AYACUCHO "					
UBICACIÓN :DISTRITO DE CHUNGUI, PROVINCIA LA MAR - AYACUCHO					
<b>ALCANTARILLAS</b>					
Nº	PROGRESIVA	DESCRIPCION	DIMENSIONES	TIPO DE DRENAJE	OBSERVACIONES
<b>TRAMO I VILLA AURORA - CHINETE</b>					
01	0+700	ALCANTARILLA PERFILADA RIB STEEL	36 "	TIPO II	DESFOGUE DE HUAYCO SECO
02	1+540	ALCANTARILLA PERFILADA RIB STEEL	36 "	TIPO II	DESFOGUE DE HUAYCO SECO
03	1+760	ALCANTARILLA PERFILADA RIB STEEL	24 "	TIPO I	DESFOGUE CUNETAS
04	2+440	ALCANTARILLA PERFILADA RIB STEEL	24 "	TIPO I	DESFOGUE CUNETAS
05	2+680	ALCANTARILLA PERFILADA RIB STEEL	24 "	TIPO I	DESFOGUE CUNETAS
06	3+100	ALCANTARILLA PERFILADA RIB STEEL	24 "	TIPO I	DESFOGUE CUNETAS
07	3+520	ALCANTARILLA PERFILADA RIB STEEL	24 "	TIPO I	DESFOGUE CUNETAS
08	4+260	ALCANTARILLA PERFILADA RIB STEEL	24 "	TIPO I	DESFOGUE CUNETAS
09	4+480	ALCANTARILLA PERFILADA RIB STEEL	24 "	TIPO I	DESFOGUE CUNETAS
10	4+760	ALCANTARILLA PERFILADA RIB STEEL	24 "	TIPO I	DESFOGUE CUNETAS
11	5+020	ALCANTARILLA PERFILADA RIB STEEL	24 "	TIPO I	DESFOGUE CUNETAS
12	5+420	ALCANTARILLA PERFILADA RIB STEEL	24 "	TIPO I	DESFOGUE CUNETAS
13	5+620	ALCANTARILLA PERFILADA RIB STEEL	24 "	TIPO I	DESFOGUE CUNETAS
<b>TRAMO II VILLA AURORA - LUCRECCASA</b>					
14	0+700	ALCANTARILLA PERFILADA RIB STEEL	24 "	TIPO I	DESFOGUE CUNETAS
15	1+340	ALCANTARILLA PERFILADA RIB STEEL	24 "	TIPO I	DESFOGUE CUNETAS
16	1+640	ALCANTARILLA PERFILADA RIB STEEL	24 "	TIPO I	DESFOGUE CUNETAS
17	1+940	ALCANTARILLA PERFILADA RIB STEEL	24 "	TIPO I	DESFOGUE CUNETAS
18	2+500	ALCANTARILLA PERFILADA RIB STEEL	24 "	TIPO I	DESFOGUE CUNETAS
19	5+660	ALCANTARILLA PERFILADA RIB STEEL	24 "	TIPO I	DESFOGUE CUNETAS
<b>TRAMO III LUCRECCASA - VILLA UNION</b>					
20	0+480	ALCANTARILLA PERFILADA RIB STEEL	24 "	TIPO I	DESFOGUE CUNETAS
<b>BADENES</b>					
Nº	PROGRESIVA	DESCRIPCION	DIMENSIONES (m)	TIPO	OBSERVACIONES
<b>TRAMO II VILLA AURORA - LUCRECCASA</b>					
01	2+100.00	BADEN DE CONCRETO CICLÓPEO	6.00	TIPO I	QUEBRADA SECO
02	3+600.00	BADEN DE CONCRETO CICLÓPEO	10.00	TIPO II	QUEBRADA SECO
<b>TRAMO III LUCRECCASA - VILLA UNION</b>					
03	0+940.00	BADEN DE CONCRETO CICLÓPEO	6.00	TIPO I	QUEBRADA SECO
<b>MUROS DE CONTENCIÓN</b>					
Nº	PROGRESIVA	DESCRIPCION	DIMENSIONES (m)	ALTURA (m)	OBSERVACIONES
01	1+960.00	MURO DE CONCRETO CICLOPEO	20.00	3.00	SOPORTE DE RELLENO
02	3+820.00	MURO DE CONCRETO CICLOPEO	20.00	3.00	SOPORTE DE RELLENO
03	3+200.00	MURO DE CONCRETO CICLOPEO	10.00	3.00	SOPORTE DE RELLENO
04	5+000.00	MURO DE CONCRETO CICLOPEO	10.00	3.00	SOPORTE DE RELLENO

Fuente: Autor del Proyecto N° 01

#### **4.1.10. Conclusiones del proyecto N° 01**

- La ciudadanía total favorecida actual se estima en 108 familias, los mismos que están entendidos dentro del grupo socioeconómico pobre.
- Las opciones planteadas para la solución del problema, desde el punto de vista técnico son adecuadas para la zona, y para el tipo de tráfico que debe soportar, y cumple con las exigencias y estándares establecidos en el Reglamento Nacional de Construcciones.
- Los costos de mantenimiento periódico y rutinario estarán a cargo de la Municipalidad Distrital de Chungui y comunidades.
- Los resultados de la evaluación social del proyecto con la Metodología Costo Beneficio, establecen que la Alternativa 1 es la de menor costo, tanto a nivel de componentes como a nivel global.
- El proyecto es factible desde el punto de vista técnico, económico, social, institucional ambiental.
- En conclusión, el Proyecto, permite elevar el nivel socioeconómico de los pobladores de área de influencia y demás anexos, fomentando el auto sostenimiento de los pobladores que se dedican a la actividad agropecuaria, permitiéndoles mejora del intercambio comercial de su producción a los mercados locales y regionales. Además, permitirá a la excluida población de extrema pobreza acceder a los servicios básicos y públicos que brinda el Estado.

## **4.2. Proyecto N° 02**

### **4.2.1. Nombre del proyecto**

“Creación Camino Vecinal Ismuñay Belén – Chocay – Lleccapata – Mancacuta, Distrito de Santillana, Huanta - Ayacucho”

### **4.2.2. Ubicación**

Región : Ayacucho  
Departamento : Ayacucho  
Provincia : Huanta

Distrito : Santillana  
Lugar : Ismuñay Chocay – Lleccapata

Figura 4: Ubicación de la Provincia de Huanta en el mapa de Ayacucho



Fuente: Autor del proyecto N° 01



ancho de superficie de rodadura estándar. Al finalizar la obra de 4.50 mts, más 0.30 cm. de berma lateral a nivel de afirmado, Compactado y de más Obras de Arte (03 alcantarillas, 03 badenes y 05 muros de concreto ciclópeo; que se encuentra a lo largo del tramo programado, con plazoleta de cruce cada 500 metros de longitud aproximadamente; ubicadas en lugares visibles y donde permita el terreno ( 50 metros de largo y 6.50 metros de ancho de la superficie de rodadura ), permitiendo la circulación vehicular en ambos sentidos, desarrolladas de acuerdo a las especificaciones descritas; cuya progresiva 00+000 km se encuentra en el sector comunidad de Ismuñay hacia la localidad de Chocay – Lleccapata – Mancacuta distante a 17+924.27 Km.; asimismo, la evaluación del Impacto Ambiental que es determinante para no alterar el ecosistema de la zona, minimizando de ésta manera durante la ejecución y operación del proyecto.

A continuación, se detallan las obras a ejecutar en el tramo: Ismuñay Belén – Chocay – Lleccapata - Mancacuta L=17.924 Km

- Construcción de alcantarillas tipo I-A	01 Und.
- Construcción de alcantarillas tipo II-A	01 Und.
- Construcción de alcantarillas tipo I-C	01 Und.
- Badén de C° C°	03 Und.
- Muros de C° C° (dif. long.)	01 Und.
- Corte de talud y plataforma	17+924.27.

#### **4.2.5. Impacto ambiental**

El análisis de impacto a los medios físicos, biológicos y socioeconómicos como resultado de la ejecución y puesta en servicio del proyecto, por las características particulares de la obra y la mediana envergadura física de la infraestructura, no generara efectos negativos tan relevantes. Sin embargo, se han identificado los impactos que podrían presentarse en la etapa de construcción principalmente, así como se ha planteado las medidas de mitigación de dichos impactos, los que se detallan a continuación:

##### **a) Impactos negativos**

- Incremento de emisión de partículas de polvo, por acciones como movimiento de tierras, voladuras, transporte de materiales, maniobras de vehículos y equipos, entre otros.
- Inhabilitación del tránsito en la zona donde se ejecutará el proyecto.
- Perturbación de los habitantes de la zona, por ruidos, maniobra de vehículos y trabajos.

**b) El medio físico natural**

- La contaminación del agua de los riachuelos será temporal y solamente por disolución de tierra producto de las explanaciones de la carretera
- Las excavaciones de los terrenos, así como la voladura de rocas fijas se harán lo necesario como para conseguir el ancho ideal de la plataforma de la carretera.
- La contaminación del aire a través de los humos que votan las maquinarias será temporal, debiéndose utilizar combustible como el Petróleo D2.

**c) El medio biológico**

- La deforestación se realizará en lo posible teniendo en consideración el ancho de 6 metros a cada lado del eje de la carretera, culminado los trabajos se reforestarán las zonas críticas.
- Su tratamiento de espacios reforestados posibilitará la existencia de fauna principalmente de aves.

**d) El medio social**

- Posibilitará un mayor desarrollo en la agricultura y pecuaria.
- Generará fuente de trabajo temporal lo cual posibilitará un incremento económico en los pobladores de la zona y del ámbito Distrital de Santillana.

**e) Plan de mitigación de los impactos adversos**

Realizar riegos constantes de los accesos a la obra, con el fin de evitar la emisión de partículas de polvo.

- Los materiales excedentes serán evacuados a botaderos.
- Toda la maquinaria, vehículos motorizados, funcionarán con los silenciadores en buen estado.

Se tratará las canteras después de haber culminado su extracción, nivelando las zonas extraídas. El costo de mitigación ambiental se considerado dentro del costo directo.

**f) Plan de manejo ambiental**

Se entiende como el conjunto de medidas técnicas, para evitar o mitigar los impactos ambientales negativos que se originarían durante la construcción operación y cierre de los proyectos, así como para potenciar el aprovechamiento de los medios generados.

En este sentido luego de haber identificado y cuantificado los impactos adversos sobre el ambiente y la salud, por las actividades propias del proyecto en estudio, se aplicarán medidas que estén orientados a prevenir, controlar, atenuar y compensar las alteraciones que se originen y pongan en riesgo la estabilidad de los ecosistemas, teniendo al hombre como elemento destructor más importante.

De esta manera, la ejecución del proyecto sin duda generará la deforestación de áreas debido al movimiento de tierras, voladura de rocas y cortes de taludes, así como la contaminación del medio ambiente por el uso y derrame de elementos dañinos como combustibles, lubricantes y acumulamiento de material sobre el canal de riego existente adyacente al eje de Camino Vecinal. Estos daños constituyen los efectos negativos del proyecto, que serán mitigados con la implementación de acciones de forestería y reforestación de las áreas contiguas de la obra propuesta, medidas de control y programas de educación ambiental y de seguridad.

**4.2.6. Topografía y diseño geométrico**

El Proyecto se desarrolla entre los 3,165.12 y 3,499.78 m.s.n.m. el tramo es trocha carrozable con anchos de plataforma entre 2.80 – 3.50 m. con pérdida de la capa de afirmado, los cuales presentan un estado de destrucción de plataforma, agrietamiento en proceso de deslizamiento, desplome de talud sobre plataforma y por consiguiente destrucción de plataforma por humedecimiento y fuerza de empuje. El trazo de los caminos se determinó siguiendo el trazo actual de los mismos, mejorando la sección a través de la proyección sobre anchos de sección

de vía, que implica trabajos de corte de talud y plataforma en todo el tramo. Considerando que desde la comunidad de Ismuñay hasta la comunidad de Chocay Lleccapata, se debe realizar movimiento de tierra para conseguir plataforma en el ancho indicado en los planos, toda vez que este tramo carece de trocha carrozable.

El punto de inicio del presente estudio se encuentra al final de la zona Urbana de la localidad de Ismuñay (punto de inicio del tramo), en la cual se estableció el PI de inicio denominado PI-0, ubicado en el Km. 0+000.00, con las siguientes coordenadas:

$$N = 8587249.05$$

$$E = 581636.79$$

En los anexos del presente estudio se adjunta la fotografía de la cota de inicio la misma que ha sido marcado sobre el pavimento de concreto a lado derecho de la vía existente, como se muestra en el croquis.

A continuación, se realizará una descripción de los trabajos efectuados, indicando las características generales y particulares del Diseño geométrico en planta y elevación.

#### **4.2.6.1. Trazo y topografía**

Con el objeto de obtener la información topográfica del tramo de la carretera materia del estudio, se iniciaron las labores correspondientes con la recopilación de la información existente, relacionada con la ubicación de los puntos básicos, que sirvieron de apoyo para la realización del proyecto, elaborándose los planos Topográficos de Planta, Perfil y de Secciones Transversales de la vía existente.

El inicio del tramo se encuentra en la localidad de Ismuñay, ubicándose el Km. 0+000; de la carretera Huanta – Santillana enlazando a las comunidades Ismuñay Belén –Chocay – Lleccapata Mancacuta; haciendo una longitud total de 17+924.27 Km.

Para la obtención de las coordenadas iniciales de la poligonal del trazo se utilizó el equipo GPS de marca GARMIN modelo GPS 315, con coordenadas tipo UTM referenciado al elipsoide WGS 1984.

Las coordenadas del vértice inicial denominado PI-1, de la poligonal de apoyo es N 581583.0025 y E 8587349.9096 Igualmente, se calculó el PI-226 final tramo, cuyas coordenadas son N 8584997.4712 y E 582209.7195 Este tramo se caracteriza por presentar una topografía ascendente y descendente a lo largo del tramo partiendo de los 3,165.12 msnm llegando a ascender a una cota aproximada de 3,499.78 msnm en la parte final del tramo, con una topografía de cambios de pendiente y algunos tramos ondeados. Los radios mínimos y máximos de este primer tramo oscilan entre 8.00 m y 117.27 m respectivamente. La pendiente mínima es de 0.60% y la máxima es de 13.10%.

Se colocaron 226 puntos de intersección (PIs), los mismos que han servido de base para el levantamiento topográfico y poder ubicar los lugares estratégicos, para no entorpecer los trabajos posteriores dentro de lo posible.

El trazo directo, se ha efectuado tomando como base la sección típica de 4.5 m. de ancho de calzada, 0.30 de ancho de berma y cunetas de 0.50 m. x 0.30 m.

En los planos de Secciones Transversales del proyecto se muestran los tramos que se van a ejecutar cortes a media ladera. El trazo se ha efectuado tomando como criterio realizar los cortes al detalle en los tramos obligatorios con alturas diversas.

El tramo está constituido por un solo eje que parte del punto de inicio Ismuñay y termina en lugar llamado Mancacuta, presenta una topografía variada con algunas ondulaciones en tramos cortos.

El tramo presenta una pendiente mínima de 0.60% y una máxima de 13.10%, sus radios oscilan de 8.00 m a 117.27 m

Este sector presenta una topografía bastante accidentada, de continuo ascenso desde los 3,165.12 m.s.n.m. del Km. 0+000, llegando a una altitud de 3,499.78 m.s.n.m. en la progresiva final 17+924.27 km.

El tramo se caracteriza por presentar una serie de quebradas secas, que en épocas de lluvia son peligrosas para la vía, por el tipo de material que arrastra.

Se colocaron 226 puntos de intersección (PIs) los mismos que se han ubicado en lugares visibles y estratégicos. Además, dichos puntos han servido de base para el levantamiento topográfico del proyecto en estudio.

- **Nivelación**

A partir del BM del IGN se dio posición altimétrica a todos los vértices de la poligonal de apoyo de la zona del primer tramo. Para los siguientes tramos se hizo una nivelación con cierres; en un recorrido de ida y vuelta en 500.00 m y se colocaron BMs en lugares fijos (rocas) no muy lejanos al eje de la carretera, en los lugares que no se encontró roca fija se procedió a monumentar los mismos.

- **Seccionamiento**

Para el estudio se han tomado las secciones transversales del terreno en cada una de las estacas del eje en un ancho de 8 m. a cada lado del eje. Las secciones se tomaron en todas las progresivas del eje. Además, se sacaron secciones de puntos críticos a lo largo de la carretera, vale decir en quebradas, zonas de derrumbes, alcantarillas existentes, etc.

- **Replanteo**

A partir del diseño del eje de la carretera, hecho en gabinete, se procederá a materializar la poligonal en sus vértices, con la conformidad de la Municipalidad Distrital de Santillana, para luego referenciarlos a puntos inamovibles del sector.

Los vértices (PIs) de la poligonal definitiva se han señalado en lugares fijos y otras se han monumentado con estacas de madera y/o fierro, los cuales

están referenciados, para permitir una fácil ubicación durante el replanteo respectivo.

Con el eje definido en el campo se procedió a hacer la nivelación longitudinal en todo el tramo. Las secciones transversales se tomaron con nivel cada 20 m. en tangente y cada 10 m. en curva, además de puntos críticos a lo largo de la vía.

#### **4.2.6.2. Diseño geométrico**

El diseño geométrico del proyecto se plantea de acuerdo a la necesidad social y económica, las que se correlacionan para establecer las características técnicas y físicas que debe tener el camino que se proyecta, para que los resultados buscados sean óptimos, en beneficio de la comunidad que requiere del servicio.

Para alcanzar el objetivo buscado, se evaluó y seleccionó los siguientes parámetros que definirán las características del proyecto. La metodología seguida fue la siguiente:

##### **- Estudio de la demanda de tránsito**

El diseño de la vía, parte del estudio realizado y del cálculo del número de vehículos promedio que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual, normalmente determinada por el MTC.

Realizado el Estudio de Tráfico del Proyecto Definitivo de Ingeniería para CREACION CAMINO VECINAL ISMUÑAY BELEN- CHOCAY – LLECCAPATA MANCACUTA DISTRITO SANTILLANA – HUANTA - AYACUCHO, L= 17+924.27 Km.), se ha determinado que el volumen de tráfico proyectado es de 56 veh/día en ambos sentidos (Ver Estudio de Tráfico). En base a ello; los parámetros a tomarse en cuenta en el diseño geométrico son para una Carretera Vecinal a nivel de trocha carrozable.

##### **- La velocidad de diseño en relación al costo del camino**

La velocidad de diseño es muy importante para establecer las características del trazado en planta, elevación y sección transversal del camino. La misma que guarda relación con los tipos de vehículos predominantes, la configuración topográfica de la zona que atraviesa la carretera y las condiciones climatológicas.

La velocidad de diseño a considerar en el proyecto es de 30 Km. /h, dato que se obtiene del Manual de diseño geométrico DG-2014, a su vez el proyecto contempla mantener en lo posible el alineamiento actual de la carretera. Una reducción de curvas o un mejoramiento de radios conducirían a un excesivo movimiento de tierras y que podría comprometer la estabilidad de los taludes.

- **La sección transversal de diseño**

Para dimensionar la sección transversal, se ha tenido en cuenta que la vía de bajo volumen de tránsito, es de dos carriles de circulación. El ancho de la plataforma contendrá la calzada, bermas y para la ubicación de guardavías, muros o muretes de seguridad, señales y cunetas de drenaje. El área en estudio presenta una topografía variada con zonas onduladas y accidentadas, por lo que se ha restringido lo máximo posible la sección transversal resultante para evitar los altos costos de construcción.

- **Perfil longitudinal**

El perfil longitudinal está formado por la rasante constituida por una serie de rectas tangentes enlazadas por arcos verticales parabólicos. Para fines del proyecto, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, siendo positivas aquellas que implican un aumento de cota y negativas las que producen una pérdida de cota.

Las curvas verticales entre dos pendientes sucesivas permiten lograr una transición paulatina entre pendientes de distinta magnitud y/o sentido, eliminando el quiebre de la rasante. De acuerdo a las características topográficas del proyecto se ha adecuado el diseño de las curvas verticales con la finalidad de asegurar las distancias de visibilidad requeridas para el

proyecto. La vía se ha diseñado manteniendo el alineamiento y la rasante actual existente de la carretera.

Los datos de cotas del proyecto se referirán, en lo posible, al nivel medio del mar, para lo cual se enlazarán los puntos de referencia del estudio con los BMs de nivelación del Instituto Geofísico Nacional.

#### **4.2.7. Estudio hidrológico**

Los primeros trabajos se realizaron a nivel de campo "in situ", ejecutando trabajos especializados y a detalle sobre aspectos relevantes al proyecto; como las evaluaciones de cada estructura proyectada de drenaje, para lo cual se ha contado con información de los estudios básicos; como el estudio topográfico y de diseño y trazo vial, el estudio de mecánica de suelos y los antecedentes del proyecto. En la zona de influencia del proyecto se ha observado que solamente se tiene sub cuencas y micro cuencas, en este caso la Sub cuenca de mayor tamaño es de 4.32 km<sup>2</sup>, que corresponde al río Chocay a, donde se ha proyectado el badén 1. Por lo tanto, el mayor caudal de 60m<sup>3</sup>/s se produce en el tramo 1 de la carreta Chocay - Lleccapata. Juntamente con el equipo de especialistas durante el recorrido de campo se ha decidido obras de arte y drenaje a considerarse en todo el tramo de la carretera desde un punto de vista geológico, geotécnico hidráulico y topográfico; por lo que en este caso solamente se ha proyectado cunetas, alcantarillas el registro de trazas máximas en cada río y riachuelo se han medido durante en el trabajo de campo.

La inexistencia y/o insuficiente de la información hidrometeorológicos en los puntos de interés, nos ha obligado al empleo de metodologías que apoyándose lo máximo posible en la información existente en cuencas vecinas y en los factores físicos, ecológicos e hidrológicos que afectan al clima y la producción de escurrimiento, permitan determinar en forma indirecta los diversos parámetros hidrológicos. Se estima que los resultados obtenidos son confiables para los fines del estudio, aún más, si en las diversas fases del análisis se aplicaron criterios conservadores.

Se ha recurrido a toda información existente tanto primaria y secundaria en la cartografía nacional, mapas digitales y software de visualización de modelos digitales de terreno como Google Earth, ArcGIS, ArcHydro, AutoCAD y otros para la contratación y procesamiento de la información referida al proyecto de la carretera Chocay-Lleccapata. Así mismo, se ha utilizado softwares de cálculo numérico como Excel, Mathcad, Matlab para la programación de las formulas y ecuaciones gobernantes de los fenómenos físicos involucrados en la formulación de este proyecto. Finalmente se utiliza también programas comerciales como el HEC-HMS, HEC-RAS, HY8 y otros del campo de la hidrología e hidráulica.

#### **4.2.8. Estudio de geología y geotecnia**

Dentro de la geología local del área de influencia del proyecto de carretera denominado "CREACIÓN CAMINO VECINAL ISMUÑAY BELEN – CHOCAY – LLECCPATA – MANCACUTA DEL DISTRITO SANTILLANA – HUANTA – AYACUCHO se tuvo por objeto determinar las diferentes formaciones geológicas de la zona de influencia del proyecto de carretera, presenta principalmente formaciones geológicas o grupos geológicos de origen marino caracterizado principalmente por sedimentos calcáreos como calizas grises oscuras e intercalación de lutitas con lentes de areniscas calcáreas, que pertenecen al Carbonífero Superior – Pérmico Inferior del eristema Paleozoico.

Estas rocas datadas del Paleozoico se encuentran principalmente cubiertas por depósitos cuaternarios como los suelos coluviales y fluviales que se encuentran en los flancos de las laderas de montañas y a lo largo del río Pacchanga respectivamente.

#### **4.2.9. Obras de arte y muros de contención**

Consiste en la construcción de 01 unidad de muro contención de concreto armado en total, construcción de 03 badenes de 6m x 5.00 m, de 6m x 5.00, y de 6m x 6.00, construcción de 01 alcantarilla Tipo I-A (0.80x0.80 m.) de concreto armado, 01 alcantarillas Tipo I-B (0.60x0.60 m.) de concreto armado; 02 alcantarilla Tipo

II-A (1.50x1.50 m.) de concreto armado, y señalizaciones con la finalidad de pasar los cauces naturales de cursos de agua superficial y drenar las aguas de lluvia provenientes de las cunetas.

La ubicación y características técnicas de estas obras de arte, están detalladas en los planos y especificaciones técnicas.

Comprende las partidas de construcción de alcantarillas para dotar a la vía de un drenaje superficial adecuado.

En general, las alcantarillas se construirán de concreto armado (estructura de ingreso y salida) muros y alas con concreto armado  $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ . Con aletas de entrada y salida y con estructuras de protección en base a emboquillados, según los diseños propuestos en los planos.

Las alcantarillas deberán de colocarse, siempre que sea posible, en el cauce natural y con pendiente hidráulica de conformidad con la del canal natural; para conseguir una disminución en la interrupción del flujo natural; así como una merma en la erosión y desagüe del camino.

Entre los factores a tener en cuenta para la ubicación de las alcantarillas es la pendiente ideal, definida como aquella que no ocasiona sedimentos ni velocidad excesiva, evita la erosión y exige menor longitud. La pendiente recomendada es de 2% a 5%. Para evitar la sedimentación, se aconseja que se adopte como mínimo una pendiente de 0.5 %, ya que, de lo contrario, se ocasionará la obstrucción paulatina del drenaje.

Igualmente se ha contemplado la construcción de alcantarillas de concreto para el cruce de pequeños cursos de agua con presencia de caudales temporales.

Cuadro 6: Datos de ubicación de obras de arte y muros de contención en el proyecto

CUADRO DE UBICACIÓN DE ALCANTARILLAS TIPOS: I-A , II-A , I-B					
PROYECTC: CREACION DE CAMINO VECINAL ISMUÑAY BELEN - CHOCAY - LLECCAPTA - MANCACUTA DISTRITO SANTILLANA - HUANTA - AYACUCHO					
OBRA : CREACION DE CAMINO VECINAL ISMUÑAY BELEN - CHOCAY - LLECCAPTA - MANCACUTA DISTRITO SANTILLANA - HUANTA - AYACUCHO					
UBICACIÓN: SAN JOSE DE SECCE - ISMUÑAY BELEN - CHOCAY - LLECCAPTA - MANCACUTA DISTRITO SANTILLANA - HUANTA - AYACUCHO					
Nº	PROGRESIVA	DESCRIPCION	DIMENSIONES (m)	TIPO	OBSERVACIONES
01	9+160.00	ALCANTARILLA DE CONCRETO A°	1.50x1.50x20m.	TIPO II - A	TRAMO UNICO: ISMUÑAY BELEN CHOCAY - LLECCAPATA - MANCACUTA 0+000.00 Al 17+924.00
02	9+310.00	ALCANTARILLA DE CONCRETO A°	0.60x0.60x8m.	TIPO I - B	
03	9+665.00	ALCANTARILLA DE CONCRETO A°	0.80x0.80x6.20m.	TIPO I - A	
CUADRO DE UBICACIÓN DE BADENES DE CONCRETO					
PROYECTC: CREACION DE CAMINO VECINAL ISMUÑAY BELEN - CHOCAY - LLECCAPTA - MANCACUTA DISTRITO SANTILLANA - HUANTA - AYACUCHO					
OBRA : CREACION DE CAMINO VECINAL ISMUÑAY BELEN - CHOCAY - LLECCAPTA - MANCACUTA DISTRITO SANTILLANA - HUANTA - AYACUCHO					
UBICACIÓN: SAN JOSE DE SECCE - ISMUÑAY BELEN - CHOCAY - LLECCAPTA - MANCACUTA DISTRITO SANTILLANA - HUANTA - AYACUCHO					
Nº	PROGRESIVA	DESCRIPCION	DIMENSIONES (m)	TIPO	OBSERVACIONES
01	4+900	BADEN DE CONCRETO	6.00x5.00	LOSA CONCRETO C°	TRAMO UNICO: ISMUÑAY BELEN CHOCAY - LLECCAPATA - MANCACUTA 0+000.00 Al 17+924.00
02	7+750.00	BADEN DE CONCRETO	6.00x5.00	LOSA CONCRETO C°	
03	7+090.00	BADEN DE CONCRETO	6.00x6.00	LOSA CONCRETO C°	
CUADRO DE UBICACIÓN DE MUROS DE CONCRETO ARMADO					
PROYECTC: CREACION DE CAMINO VECINAL ISMUÑAY BELEN - CHOCAY - LLECCAPTA - MANCACUTA DISTRITO SANTILLANA - HUANTA - AYACUCHO					
OBRA : CREACION DE CAMINO VECINAL ISMUÑAY BELEN - CHOCAY - LLECCAPTA - MANCACUTA DISTRITO SANTILLANA - HUANTA - AYACUCHO					
UBICACIÓN: SAN JOSE DE SECCE - ISMUÑAY BELEN - CHOCAY - LLECCAPTA - MANCACUTA DISTRITO SANTILLANA - HUANTA - AYACUCHO					
PROG. INICIO	PROG. FINAL	DESCRIPCION	LONGITUD (m)	ALTURA	OBSERVACIONES
4+880	4+900	Construccion de muro de C°A°	20.00	3.00	

Fuente: Autor del proyecto

#### 4.2.10. Conclusiones del Proyecto N° 02

- El estudio técnico del Proyecto de Inversión Pública “ESTUDIO DE PRE INVERSION: “CREACION DEL CAMINO VECINAL ISMUÑAY - BELEN – CHOCAY – LLECCAPATA - MANCACUTA, DISTRITO DE SANTILLANA - HUANTA - AYACUCHO””, tiene como finalidad ofrecer y facilitar el acceso a los servicios públicos y Comercialización de los diferentes productos de las comunidades de Ismuñay, Chocay y Lleccapata.
- La ciudadanía total favorecida actual se estima en 34 familias, los mismos que están entendidos dentro del grupo socioeconómico pobre.

- Las opciones planteadas para la solución del problema, desde el punto de vista técnico son adecuadas para la zona, y para el tipo de tráfico que debe soportar, y cumple con las exigencias y estándares establecidos en el Reglamento Nacional de Construcciones.
- El monto de inversión del proyecto a precios privados y precios sociales de la Alternativa 1 (seleccionada) es: S/. 5.086.540,33 y S/. 4.019.469,13 respectivamente.
- Los costos de mantenimiento periódico y rutinario estarán a cargo de la Municipalidad Distrital de Santillana y comunidad.
- Los resultados de la evaluación social del proyecto con la Metodología Costo Beneficio, establecen que la Alternativa 1 es la de menor costo, tanto a nivel de componentes como a nivel global.
- El proyecto es factible desde el punto de vista técnico, económico, social, institucional ambiental.
- En conclusión, el Proyecto, permite elevar el nivel socioeconómico de los pobladores de área de influencia y demás anexos, fomentando el auto sostenimiento de los pobladores que se dedican a la actividad agropecuaria, permitiéndoles mejora del intercambio comercial de su producción a los mercados locales y regionales. Además, permitirá a la excluida y población de extrema pobreza acceder a los servicios básicos y públicos que brinda el Estado.

## **CAPÍTULO 5**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **5.1. ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

##### **5.1.1. Análisis de resultados**

El propósito fundamental de esta investigación fue observar, analizar y realizar una evaluación teórica de bibliografías relacionados al diseño geométrico aplicado en trochas carrozable, en especial el manual de diseño geométrico DG–2014, que viene a ser un documento de carácter normativo que rige a nivel nacional y su cumplimiento es obligatorio para la gestión de proyectos de infraestructura vial.

En esta investigación se logró conocer todos los parámetros sobre carreteras desde su clasificación, criterios y controles básicos para el diseño geométrico, bases teóricas y parámetros de diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal.

También se logró conocer sobre los datos complementarios, primordiales para iniciar procesar el diseño geométrico de una vía, muy aparte del estudio topográfico de campo, entre ello podemos mencionar:

- Determinación del IMDA de diseño, calculado mediante el estudio de tráfico realizado en el lugar del proyecto, dato importante para de definir el vehículo de diseño.
- Determinar la clasificación de la carretera en función a la demanda y orografía del terreno, dato importante para definir la velocidad de diseño.

- Determinar la velocidad de diseño.
- Determinar el vehículo de diseño.

Además, en el análisis del manual DG-2014, se logró conocer a cerca del diseño geométrico en planta, perfil longitudinal y sección transversal, puntos importantes que un ingeniero civil inmerso en diseño de carreteras debe conocer.

A continuación, se detalla estos puntos a tener en cuenta, muy aparte de las tablas que detallan las normas.

**a) En diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal:**

- Deben evitarse tramos con alineamiento rectos demasiado largos es preferible reemplazar por curvas de grandes radios.
- No son deseables dos curvas sucesivas en el mismo sentido cuando entre ellas existe un tramo de tangente. Será preferible sustituir por una curva extensa única. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).
- Las longitudes mínimas admisibles en trocha carrozable será de 42 m. y las máximas deseables de 500 m.
- Los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).
- En las curvas compuestas, el radio de una de las curvas no será mayor de 1.5 veces el radio de la otra. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).
- En curvas de radio pequeño y mediano, según sea el tipo de vehículos que circulan por la carretera, esta debe tener un sobre ancho, con el objeto de asegurar espacios libres adecuados. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).
- El relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y de la velocidad de diseño. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

**b) En diseño geométrico en perfil o alineamiento vertical:**

- En terreno plano, por razones de drenaje, la rasante estará sobre el nivel del terreno. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).
- En terreno ondulado, por razones de economía, en lo posible la rasante seguirá las inflexiones del terreno. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).
- En terreno accidentado, en lo posible la rasante deberá adaptarse al terreno, evitando los tramos en contrapendiente, para evitar alargamientos innecesarios. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).
- Es conveniente proveer una pendiente mínima del orden de 0.5 % a fin de asegurar un drenaje de las aguas superficiales. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).
- La pendiente máxima excepcional podrá incrementarse hasta en 1%, para todos los casos. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).
- Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas, cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor de 2 % en trochas carrozables. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

**c) En diseño geométrico de sección transversal:**

- 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 de acuerdo a las características del trazado y del terreno. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).
- Los elementos que conforman la sección transversal de la carretera son: Carriles, calzada o superficie de rodadura, bermas, cunetas, taludes y otros que se encuentran dentro del derecho de vía del proyecto. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).
- El ancho de calzada se determinará tomando como base el nivel de servicio deseado al finalizar el periodo de diseño. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).
- Las bermas tendrán una inclinación de 4 % en tramos de tangente y al lado inferior del peralte. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).
- El peralte mínimo será 2%. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

- La sección transversal de las cunetas puede ser triangular, trapezoidal, rectangular o de otra geometría que se adapte mejor a la sección transversal de la vía y que prevea la seguridad vial, revestidas o sin revestir; abiertas o serradas. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).
- Las pendientes longitudinales mínimas absolutas serán 0.2 %, para cunetas revestidas y 0.5 % para cunetas sin revestir. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Si la cuneta es de material fácilmente erosionable se protegerá con un revestimiento resistente a la erosión. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

### **5.1.2. Interpretación de resultados**

El resultado fue la información obtenida en distintos textos bibliográficos relacionados al diseño geométrico, donde se enfocó más; es en el “Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2014”, elaborado y empleado por el MTC como ente rector, es netamente teórico, describiendo como ejemplos gráficos detallados, tablas señalando los parámetros a seguir en cada tipo de diseño. Son manuales correctamente elaborados, que brindan información necesaria para los profesionales inmersos en esta especialidad que viene a ser el diseño de carreteras de toda magnitud, también en bienestar de un transporte vial seguro, adecuado y económico.

### **5.1.3. Discusión de resultados**

Una vez concluido el trabajo de investigación se puede afirmar que se alcanzó el objetivo de lograr conocer sobre el Diseño Geométrico de Trochas Carrozables aplicando los parámetros técnicos establecidos en el Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2014.

De acuerdo a los resultados encontrados en esta presente investigación, se puede decir que el manual contempla toda la información necesaria sobre los parámetros técnicos para un diseño vial, el cual sirve como guía y su aplicación es obligatoria para poder realizar proyectos de carreteras. Se aprecia conceptos y tablas con

valores distintos para cada tipo de carretera que se desea diseñar, se tiene entendido que este manual es elaborado conforme a constantes evaluaciones, realizadas a la realidad nacional en el aspecto social, económico y necesidad de caminos seguros, siendo mejorados cada vez más, con la finalidad de reducir los accidentes de tránsito y brindar mayor seguridad a los usuarios.

Se logró conocer acerca de diseño geométrico en planta, perfil longitudinal y sección transversal en trochas carrozables.

## **5.2. PRUEBAS DE HIPÓTESIS**

Según los resultados obtenidos durante la investigación, se puede decir que; con el análisis e investigación de textos bibliográficos, en especial del manual de diseño geométrico DG-2014, se logró conocer sobre el diseño geométrico de trochas carrozables según la norma DG-2014; además, los parámetros técnicos están especificados por completo en el manual, no existe otro manual aparte del DG-2014 que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones establezca para su aplicación en diseños viales en el Perú.

Entonces se puede deducir que la hipótesis establecida inicialmente es válida.

## **5.3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

Los resultados obtenidos fueron positivos, pudiendo deducir que se logró dar cumplimiento a los objetivos propuestos del presente trabajo de investigación.

En esta investigación se logró conocer todos los parámetros sobre trochas carrozables desde su clasificación, criterios y controles básicos para el diseño geométrico, bases teóricas y parámetros en los diferentes tipos de diseño geométrico:

- Conocer sobre diseño geométrico en planta.
- Conocer sobre diseño geométrico en perfil.
- Conocer sobre diseño geométrico en sección transversal.

En el manual DG-2014 también se pudo identificar y recopilar las técnicas y procedimientos a emplear para el diseño geométrico de trochas carrozables, donde existe la información necesaria de los diferentes procedimientos para la elaboración de diseño geométrico de los proyectos de este tipo.

Cabe mencionar que, en el presente manual se detallan gráficos y distintos cuadros donde se señalan los valores a considerar para cualquier tipo de carretera que se desea realizar, debiendo dar cumplimiento de manera estricta y obligatoria con la finalidad de lograr un mejor diseño vial que sea seguro y económico.

## CONCLUSIONES

- ✓ El trabajo realizado tuvo como objetivo principal, conocer y realizar el diseño geométrico de trochas carrozables con la aplicación de la norma DG-2014, realizar diseños adecuados, económicos y seguro.
- ✓ Para iniciar el diseño geométrico de una trocha carrozable, se requiere el estudio topográfico, datos donde se diseñará el eje de la carretera.
- ✓ Para realizar un proyecto de diseño geométrico de trochas carrozables se tiene que tener en cuenta algunos aspectos importantes, tener datos de estudios básicos complementarios, entre ellos podemos enumerar los siguientes; la determinación del IMDA de estudio, clasificación de la carretera según su demanda y orografía del terreno, definir la velocidad de diseño en función a la topografía del terreno, definir el vehículo de diseño.
- ✓ Para el diseño geométrico de una carretera se requiere datos del estudio hidrológico que determine la sección de las cunetas y demás obras de arte, dentro de ellos los datos de precipitación, con la ayuda de registros de SENAMHI de estaciones meteorológicas más cercanas a la zona del proyecto.
- ✓ Para definir el diseño geométrico de taludes en el diseño de sección transversal de la carretera, se requiere datos del estudio geológico, que determine el tipo de material en el tramo del proyecto, pueden ser material suelto, roca suelta o roca fija.
- ✓ El manual DG-2014, es un documento normativo elaborado por el MTC quien es el ente supervisor que exige su aplicación obligatoria en proyectos viales de toda magnitud, además es el único documento completo que contempla todos los parámetros técnicos a seguir en diseños geométricos de vías en el país.

## RECOMENDACIONES

- ✓ Para lograr un buen diseño geométrico de trocha carrozable, se recomienda utilizar y diseñar conforme a los parámetros técnicos y lineamientos normados en la DG-2014.
- ✓ Para garantizar un buen trabajo topográfico se recomienda utilizar un GPS DIFERENCIAL, por ser equipos de gran precisión en estos trabajos de diseño de trochas carrozables.
- ✓ Para obtener el IMDA de diseño de la vía, se recomienda realizar el estudio de tráfico, ubicando las estaciones en puntos estratégicos.
- ✓ Para determinar la sección de las cunetas y demás obras de arte de la vía, se recomienda realizar el estudio hidrológico y obtener datos de precipitación de la zona en estudio.
- ✓ Se recomienda la participación de un especialista para el estudio geológico y geotécnico, para determinar el tipo de material que conforma la zona donde se proyecta la trocha carrozable.
- ✓ Se recomienda estar actualizado en la aplicación de la normativa, porque cada vez se modifica en mejora de la transitabilidad y seguridad de las vías, de acuerdo a la demanda de vehículos y con el objetivo de reducir los constantes accidentes de tránsito en nuestro país.

## Bibliografía

- Carbajal, T. (2018). *Análisis del Nivel de Conservación de la Calzada de Afirmado del Tramo 0+000 km (San Juan Pampa) a 24+000 km (Salcachupan) Según la Calificación de Condición del MTC, Provincia y Region Pasco*. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/802>
- Chirinos, A., & Neyra, C, S, P,. (2016). *Mejoramiento a Nivel de Afirmado de la Trocha Carrozable del Tramo Recuaycito-Carretera Lucma-Distrito de Lucma, Provincia de Gran Chimú-La Libertad*. Obtenido de [repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/20611](http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/20611)
- Comité de seguimiento de la Política de Comunicación de la Asociación Española de la Carretera. (2006). *La Carretera en la Sociedad del Siglo XXI*. Obtenido de <https://www.aecarretera.com/Libro%20definitivo.pdf>
- Dirección Caminos, F. (2017). *DG-2014*. Lima: Macro.
- Dirección Caminos, F. (2017). *Manual Carreteras DG-2014*. Lima: Macro.
- Dirección de Caminos, F. (2014). *Manual de Carreteras DG-2014*. Lima: Macro.
- Lopez, A., & Echeverry, A, C, A. (1999). *Manual de Diseño Geométrico para Carreteras*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5313915.pdf>
- Matos, V. (2018). *Mejoramiento de la Capacidad de Soporte del Afirmado de la Carretera Bella-Inti, Distrito de Mariano Dámaso Beraún, Leoncio Prado-Huánuco*. Obtenido de <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/1359>
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013). *Volumen N° 2-Libro A, Norma para Estudios y Diseños Viales*. Obtenido de [https://www.obraspublicas.gob.ec/.../01-12-2013\\_Manual\\_NEVI-12\\_VOLUMEN\\_2A.p...](https://www.obraspublicas.gob.ec/.../01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.p...)
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *MANUAL DE CARRETERAS - MTC*. Obtenido de [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_3580.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3580.pdf)
- Ministerio de Transportes, c. (2008). *Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito*. Lima: Macro.

- Morales, A. (2017). *Diseño geométrico y Medición de Niveles de Servicio Esperado del Tramo Crítico de la Ruta N° LM-122*. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/8643>
- Mozombite, T. (2018). *Mejoramiento del Camino Vecinal (Desde el centro Poblado San José hasta el Caserío San Juan), A.H Ampliación San José II Etapa, Distrito de Yarinacocha-Coronel Portillo-Ucayali*. Obtenido de <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/1405>
- MTC. (2015). *DG-2014*. Obtenido de <http://es.slideshare.net>
- MTC. (2015). *Diseño geometrico 2014*. Obtenido de <http://es.slideshare.net>
- MTC. (2015). *Diseño Geometrico 2014*. Obtenido de <http://es.slideshare.net>
- MTC. (2015). *Manual de Carreteras* . Obtenido de <http://es.slideshare.net>
- MTC. (2017). *DG-2014*. Lima: Macro.
- MTC. (2017). *Diseño Geometrico - 2014*. Lima: macro.
- MTC. (2017). *Diseño Geometrico de Carreteras DG-2014*. Lima: Macro.
- MTC. (2017). *Manual Carreteras*. Lima: Macro.
- MTC. (2017). *Manual de Carreteras*. Lima: Macro.
- MTC. (2017). *Manual de Carreteras DG-2014*. Lima: Macro.
- MTC. (2017). *Manual Diseño Geometrico 2014*. Lima: Macro.
- MTC. (s.f.). *Historia del MTC*. Obtenido de <http://www..mtc.gob.pe>
- MTC. (s.f.). *Historia - MTC*. Obtenido de <http://www.mtc.gob.pe/nosotros.html>
- MTC-Peru. (s.f.). *Historia mtc*. Obtenido de <http://www.mtc.gob.pe>
- Roncal, E. (2018). *Diseño de la Trocha Carrozable San Juan-San Francisco-Tunal, Distrito y Provincia de San Ignacio, Departamento de Cajamarca* . Obtenido de <http://tesis.usat.edu.pe/handle/usat/1397>
- Ticona, C., & Choque, M,P;A. (2016). *Evaluación del Diseño Geometrico del Camino de Carga Pesada (Heavy Haul Road) Proyecto Minero las Bambas-Paquete 03*. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3290>
- Transportes, M. d. (s.f.). *Historia-Ministerio de Transportes y Comunicaciones*. Obtenido de <https://www.mtc.gob.pe/nosotros>
- Transportes, M. (s.f.). *Historia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones*. Obtenido de <http://mtc.gob.pe>

## ANEXOS

## Matriz de consistencia

Título	Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensión
Diseño Geométrico de Trochas Carrozables Según Norma DG-2014: Análisis de Casos	<p><b>Problema General:</b> Escaso conocimiento sobre diseño geométrico empleado en trochas carrozables conforme a la normativa DG-2014</p>	<p><b>Objetivo General:</b> Lograr conocer sobre el diseño geométrico en trochas carrozables conforme a la normativa DG-2014, con la finalidad de realizar diseños adecuados y aportar en la mejora del sistema vial de transporte seguro y económico.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b> La presente investigación ayudara conocer sobre el diseño geométrico aplicados en trochas carrozables, conforme a los lineamientos y parámetros técnicos normados en el manual de diseño geométrico DG-2014, siendo beneficio para lograr un mejor diseño vial, seguro, adecuado y económico.</p>	<p><b>Variable Independiente:</b> Norma Técnica DG-2014.</p>	<p><b>Dimensión Lógica:</b> Establece los parámetros técnicos para diseño geométrico.</p>
				<p><b>Variable Dependiente:</b> Diseños adecuados</p>	<p><b>Dimensión Lógica:</b> Norma el uso obligatorio de los lineamientos y parámetros técnicos establecido.</p>

## Resolución de aprobación del DG-2014 publicado en el diario EL PERUANO

556008


**NORMAS LEGALES**
El Peruano  
Sábado 27 de junio de 2015

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veintiséis días del mes de junio del año dos mil quince.

OLLANTA HUMALA TASSO  
Presidente de la República

DANIEL MAURATE ROMERO  
Ministro de Trabajo y Promoción del Empleo

1256678-2

## TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

### Aprueban la nueva versión, a octubre del 2014, del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG 2014

(Se publica la presente resolución a solicitud del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, mediante Oficio N° 0885-2015-MTC/04, recibido el día 25 de junio de 2015)

#### RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 028-2014-MTC/14

Lima, 30 de octubre del 2014

#### CONSIDERANDO:

Que, el artículo 16° de la Ley N° 27181-Ley General del Transporte y Tránsito Terrestre establece que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, es el órgano rector a nivel nacional en materia de transporte y tránsito terrestre, teniendo, entre otras, competencias normativas;

Que, en ese marco, el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, aprobado por Decreto Supremo N° 034-2008-MTC, ha señalado en el Numeral 4.1 de su artículo 4°, que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, es la autoridad competente para dictar las normas correspondientes a la gestión de la infraestructura vial, fiscalizar su cumplimiento e interpretar las normas técnicas contenidas en dicho reglamento. Asimismo; su artículo 19°, en concordancia con la Primera Disposición Complementaria Final de la misma norma, señala que este Ministerio, a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, elabora, actualiza y aprueba los manuales para la gestión de la infraestructura vial;

Que, el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, ha previsto en su artículo 18°, que los manuales son documentos de carácter normativo y de cumplimiento obligatorio, que sirven como instrumentos técnicos a las diferentes fases de gestión de la infraestructura vial;

Que, en la relación de manuales consignados en el artículo 20° del mencionado reglamento, se encuentra el Manual de Diseño Geométrico. Dicho manual, según el artículo 21° del mismo Reglamento, contiene las normas, guías y procedimientos para el diseño de carreteras conformando un elemento que organiza y recopila las técnicas de diseño vial desde el punto de vista de su concepción y desarrollo, en función a determinados parámetros, considerando aspectos de conservación ambiental y seguridad vial, coherentes con las especificaciones técnicas de construcción, así como, incluye planos tipo;

Que, en virtud a ello y en ejercicio de sus competencias, la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, a través del artículo 1° de la Resolución Directoral N° 31-2013-MTC/14, de fecha 18 de diciembre del 2013, aprobó el Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG 2013. Dicha resolución fue publicada en el Diario Oficial "El Peruano", en fecha 16 de enero del 2014;

Que, de acuerdo a lo previsto en el artículo tercero de la Resolución Directoral N° 31-2013-MTC/14, dicho manual entró en vigencia al día siguiente de su publicación en el diario oficial; es decir, el día 17 de enero del 2014;

Que, con posterioridad a la aprobación del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG 2013, se han producido los siguientes hechos: i) la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, mediante Resolución Directoral N° 019-2014-MTC/14 de fecha 01 de agosto del 2014, incorporó en dicho manual, la Sección 207 A "Instalaciones fuera del derecho de vía de la carretera", así como, incluyó definiciones en el Glosario de Términos del mismo manual, ii) la Dirección de Normatividad Vial recibió la sugerencia de considerar en el citado manual, valores de clasificación de carreteras en función a factores orográficos, así como, agregar criterios de aplicación de conceptos de capacidad y niveles de servicio en el diseño geométrico, iii) se detectó que los cuadros que definen los rangos de velocidad para una combinación de clase de vía con tipo de terreno, no son compatibles con los identificados como T 204.01 y T 303.01, y iv) se estableció la existencia de errores materiales;

Que, en atención a ello, la Dirección de Normatividad Vial realizó un proceso de revisión integral del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG 2013, a fin de determinar las modificaciones y correcciones que de inmediato debían efectuarse. Una vez concluido tal proceso, la citada dirección procedió a formular una nueva versión del manual, al mes de octubre del 2014;

Que, en la nueva versión, se ha consignado, entre otros aspectos, a la Sección 207 A (incorporada a través de la Resolución Directoral N° 019-2014-MTC/14), la cual ha sido considerada, ahora, como la Sección 208. Por tal razón, la R.D. N° 019-2014-MTC/14, deberá quedar sin efecto;

Que, la Dirección de Normatividad Vial ha emitido el Informe N° 034-2014-MTC/14.04, de fecha 28 de octubre del 2014, mediante el cual alcanza a la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, la nueva versión del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG 2014 y solicita su aprobación correspondiente. Asimismo, en dicho informe ha considerado que, de conformidad con lo previsto en el Numeral 3.2 del artículo 14° del "Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad, publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General" aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS, resulta innecesaria la prepublicación de dicha actualización ya que las modificaciones que prevé solo se contraen a incorporaciones puntuales y a correcciones en aspectos formales;

Que, en virtud de lo expuesto, resulta pertinente dictar el acto administrativo de aprobación correspondiente;

De conformidad con la Ley N° 29370-Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Decreto Supremo N° 021-2007-MTC, y en uso de las facultades conferidas por Resolución Ministerial N° 506-2008-MTC/02;

#### SE RESUELVE:

**Artículo Primero.-** Aprobar la nueva versión, a octubre del 2014, del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG 2014, el cual obra en Anexo que consta de trescientos veintiocho (328) páginas, y cuyo original forma parte integrante de la presente Resolución Directoral.

De conformidad con el artículo 18° del Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, el manual aprobado constituye un documento de carácter normativo y de cumplimiento obligatorio.

**Artículo Segundo.-** Disponer la publicación de la presente Resolución Directoral en el Diario Oficial "El Peruano". Asimismo, disponer la publicación de esta resolución y de su Anexo, en la página web del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (<http://www.mintc.gob.pe>).

**Artículo Tercero.-** La norma aprobada por el artículo primero de la presente resolución, entrará en vigencia a partir del día siguiente de su publicación en el Diario Oficial "El Peruano".

**Artículo Cuarto.-** Dejar sin efecto, a partir de la fecha y por las razones expuestas en la parte considerativa de la presente resolución: i) el artículo primero de la Resolución Directoral N° 31-2013-MTC/14, y ii) la Resolución Directoral N° 019-2014-MTC/14.

**Artículo Quinto.-** Disponer la remisión a la Dirección General de Desarrollo y Ordenamiento Jurídico del Ministerio de Justicia y Derechos Humanos, en un plazo

no mayor de tres (3) días hábiles de la publicación de la resolución directoral en el Diario Oficial "El Peruano", copia autenticada y el archivo electrónico del Anexo respectivo.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

WALTER N. ZECENARRO MATEUS  
Director General  
Dirección General de Caminos y Ferrocarriles

1255911-1

## **Aprueban el Documento Técnico "Soluciones Básicas en Carreteras No Pavimentadas"**

### **RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 003-2015-MTC/14**

Lima, 6 de febrero del 2015

#### **CONSIDERANDO:**

Que, el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, aprobado por Decreto Supremo N° 034-2008-MTC, ha previsto en el Numeral 4.1 de su artículo 4°, que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en su calidad de órgano rector a nivel nacional en materia de transporte y tránsito terrestre, a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, es la autoridad competente para dictar las normas correspondientes a la gestión de la infraestructura vial, fiscalizar su cumplimiento e interpretar las normas técnicas contenidas en dicho reglamento;

Que, igualmente, el Reglamento de Organización y Funciones-ROF del Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha señalado en su artículo 57°, que la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles es un órgano de línea de ámbito nacional, encargado de normar sobre la gestión de la infraestructura de caminos, puentes y ferrocarriles. Asimismo, en su artículo 58° (literal n), ha consignado como una de las funciones específicas de esta Dirección General, la de promover la investigación y desarrollo de tecnologías aplicables a la construcción, rehabilitación, mejoramiento, mantenimiento y administración de la infraestructura vial;

Que, en ese marco, el citado ROF ha previsto en su: i) artículo 60°, que la Dirección de Normatividad Vial es la unidad orgánica encargada de la formulación de normas técnicas y administrativas para la gestión de infraestructura de caminos, y ii) artículo 64°, que la Dirección de Estudios Especiales tiene, entre otras funciones específicas, las de: participar en la formulación de normas y especificaciones técnicas relacionadas con estudios y obras en

infraestructura vial (literal d), y promover la investigación y desarrollo de tecnologías aplicables a los estudios, obras y administración de infraestructura vial (literal f);

Que, ante la necesidad de dotar de mejores condiciones de transitabilidad y durabilidad a las carreteras no pavimentadas del Sistema Nacional de Carreteras; la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles dispuso que la Dirección de Estudios Especiales efectúe trabajos de investigación dirigidos a la aplicación de tecnologías de bajo costo en tales vías;

Que, como resultado de los mencionados trabajos, la Dirección de Estudios Especiales determinó los diferentes materiales estabilizadores de suelos que pueden ser utilizados, y, en ese sentido, formuló el Documento Técnico denominado "Soluciones Básicas en Carreteras No Pavimentadas", con la finalidad de mejorar la vida útil y el nivel de servicio de las superficies de rodadura de las carreteras no pavimentadas, incrementando su periodo de diseño a diez (10) años, y menor frecuencia de mantenimiento periódico;

Que, en atención a ello, y en cumplimiento de lo dispuesto por el "Reglamento que establece disposiciones relativas a la Publicidad, Publicación de Proyectos Normativos y Difusión de Normas Legales de Carácter General", aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS, y la Directiva N° 001-2011-MTC/01-"Directiva que establece el procedimiento para realizar la publicación de proyectos de normas legales" aprobada por Resolución Ministerial N° 543-2011-MTC/01; la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles dispuso, mediante Resolución Directoral N° 024-2014-MTC/14, de fecha 11 de septiembre del 2014, la publicación del proyecto de norma en la Página Web del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, por un plazo de treinta (30) días hábiles, con el objeto de recibir comentarios, observaciones y sugerencias;

Que, luego de recibida la totalidad de los comentarios y sugerencias de entidades, empresas y de la ciudadanía en general, la Dirección de Estudios Especiales y la Dirección de Normatividad Vial han formulado la versión definitiva del Documento Técnico: "Soluciones Básicas en Carreteras No Pavimentadas";

Que, en ese sentido, la Dirección de Estudios Especiales ha presentado el documento normativo con Memorandum N° 006-2015-MTC/14.01.E.gza de fecha 13 de enero del 2015, en tanto, la Dirección de Normatividad Vial ha sustentado el citado documento con Informe Técnico N° 002-2015-MTC/14.04 e Informe N° 003-2015-MTC/14.04 de fecha 05 de febrero del 2015, en el cual solicita a la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, su aprobación correspondiente;

De conformidad con la Ley N° 29370-Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Decreto Supremo N° 021-2007-MTC y en uso de las facultades previstas en la Resolución Ministerial N° 506-2008-MTC/02;

# El Peruano

www.elperuano.pe | DIARIO OFICIAL

## **REQUISITO PARA PUBLICACIÓN DE NORMAS LEGALES Y SENTENCIAS**

Se comunica a las entidades que conforman el Poder Legislativo, Poder Ejecutivo, Poder Judicial, Organismos constitucionales autónomos, Organismos Públicos, Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales, que para efectos de la publicación de sus disposiciones en general (normas legales, reglamentos jurídicos o administrativos, resoluciones administrativas, actos de administración, actos administrativos, etc) con o sin anexos, que contengan más de una página, se adjuntará un diskette, cd rom o USB en formato Word con su contenido o éste podrá ser remitido al correo electrónico [normaslegales@editoraperu.com.pe](mailto:normaslegales@editoraperu.com.pe).

LA DIRECCIÓN