

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Diseño de Infraestructura Vial en el Camino Vecinal Tramo Sector la Pampa- Centro
Poblado Nuevo Laredo – Laredo –Trujillo – La Libertad

LINEA DE INVESTIGACION: INGENIERIA DE TRANSPORTES

SUB LINEA DE INVESTIGACION: TRANSPORTES

AUTORES:

Vásquez Cienfuegos, Dany Daniel

Zavaleta Bracamonte, José Antonio

JURADO EVALUADOR

Presidente : Henriquez Ulloa, Paul

Secretario : Rodriguez Ramos, Mamerto

Vocal : Burgos Sarmiento, Tito

ASESOR

Vargas López, Segundo Alfredo

Código Orcid: <https://orcid/0000-0001-7631-5226>

TRUJILLO – PERÚ

2023

Fecha de sustentación: 2023/07/21

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Diseño de Infraestructura Vial en el Camino Vecinal Tramo Sector la Pampa- Centro Poblado Nuevo
Laredo – Laredo –Trujillo – La Libertad

LINEA DE INVESTIGACION: INGENIERIA DE TRANSPORTES

SUB LINEA DE INVESTIGACION: TRANSPORTES

AUTORES:

Vásquez Cienfuegos, Dany Daniel

Zavaleta Bracamonte, José Antonio

JURADO EVALUADOR

Presidente : Henriquez Ulloa, Paul

Secretario : Rodriguez Ramos, Mamerto

Vocal : Burgos Sarmiento, Tito

ASESOR

Vargas López, Segundo Alfredo

Código Orcid: <https://orcid/0000-0001-7631-5226>

TRUJILLO – PERÚ

2023

Fecha de sustentación: 2023 / 07 / 21

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL CAMINO VECINAL TRAMO SECTOR LA PAMPA, CENTRO POBLADO NUEVO LAREDO, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD.

INFORME DE ORIGINALIDAD

15 %

INDICE DE SIMILITUD

11 %

FUENTES DE INTERNET

0 %

PUBLICACIONES

4 %

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

6 %

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

2

Trabajo del estudiante

4 %

repositorio.puce.edu.ec

3

Fuente de Internet

2 %

repositorio.upla.edu.pe

4

Fuente de Internet

2 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 2%

Excluir bibliografía

Activo



DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL CAMINO VECINAL TRAMO
SECTOR LA PAMPA, CENTRO POBLADO NUEVO LAREDO, LAREDO,
TRUJILLO, LA LIBERTAD.

INFORME DE GRADEMARK

NOTA
FINAL

COMENTARIOS GENERALES

Instructor

/0

PÁGINA 1

PÁGINA 2

PÁGINA 3

PÁGINA 4

PÁGINA 5

PÁGINA 6

PÁGINA 7

PÁGINA 8

PÁGINA 9

PÁGINA 10

PÁGINA 11

PÁGINA 12

PÁGINA 13

PÁGINA 14

PÁGINA 15

PÁGINA 16

PÁGINA 17

PÁGINA 18

PÁGINA 19

PÁGINA 20

PÁGINA 21

PÁGINA 22

PÁGINA 23

PÁGINA 24

PÁGINA 25

PÁGINA 26

PÁGINA 27

PÁGINA 28

PÁGINA 29

PÁGINA 30

PÁGINA 31

PÁGINA 32

PÁGINA 33

PÁGINA 34

PÁGINA 35

PÁGINA 36

PÁGINA 37

PÁGINA 38

PÁGINA 39

PÁGINA 40

PÁGINA 41

PÁGINA 42

PÁGINA 43

PÁGINA 44

PÁGINA 45

PÁGINA 46

PÁGINA 47

PÁGINA 48

PÁGINA 49

PÁGINA 50

PÁGINA 51

PÁGINA 52

PÁGINA 53

PÁGINA 54

PÁGINA 55

PÁGINA 56

PÁGINA 57

Declaración de originalidad

Yo, Vargas López, Segundo Alfredo, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada **“DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL CAMINO VECINAL TRAMO SECTOR LA PAMPA,CENTRO POBLADO NUEVO LAREDO, LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD.”**, autores VÁSQUEZ CIENFUEGOS DANY DANIEL y ZAVALETA BRACAMONTE JOSÉ ANTONIO, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de similitud de 15%, así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 02 DE JULIO DEL 2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Lugar y fecha: 10/07/2023



Vásquez Cienfuegos, Dany Daniel

DNI: 42139034



Zavaleta Bracamonte José Antonio

DNI: 42618627



Vargas López, Segundo Alfredo

DNI: 18180684

ORCID: <https://orcid/0000-0001-7631-5226>

DEDICATORIAS

Este trabajo se lo dedico a Dios primeramente, porque sin él, nada es posible; seguidamente en manera muy especial a mis padres, que siempre han sido mi mayor motivación y ejemplo para seguir adelante, me enseñaron a ser perseverante para hacer las cosas; a mi esposa e hijas, quienes con su apoyo fueron un pilar muy importante para mí y me ayudaron mucho en estos años de estudio y trabajo duro, a mis suegros y mi cuñado, que siempre estuvieron impulsándome con su apoyo moral y dándome buenas vibras ,pero además de manera aún muy especial se lo dedico a mi padre, porque gracias a él , pude seguir adelante con mis estudios y lograr ser un profesional .

BACH. ZAVALA BRACAMONTE, JOSE ANTONIO

Esta tesis se la dedicado a mi Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se me presentaban, encarando las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

Para mis queridos padres por brindarme su amor, apoyo, comprensión y consejos para ser un hombre de bien. A mi esposa e hijo por ser una fortaleza en mi vida e inspirarme en mejorar cada día para dar siempre lo mejor a mi familia, esta etapa de mi vida se las dedico a todas las personas que amo.

BACH. VASQUEZ CIENFUEGOS, DANY DANIEL

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a Dios por bendecirnos con la vida y poder continuar con nuestras actividades, por darnos salud y así concluir un episodio más en nuestras vidas.

Gracias a la Universidad Privada Antenor Orrego por los años de estudio, a la facultad de Ingeniería, a los docentes por brindar sus conocimientos y enseñanzas.

Así mismo nuestro reconocimiento y gratitud muy especial a nuestro asesor Ing. Vargas López Alfredo, por compartir sus conocimientos y consejos para concluir nuestra tesis.

Bach. Vásquez Cienfuegos, Dany Daniel

Bach. Zavaleta Bracamonte, José Antonio

RESUMEN

El presente proyecto denominado **DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL CAMINO VECINAL TRAMO SECTOR LA PAMPA- CENTRO POBLADO NUEVO LAREDO – LAREDO –TRUJILLO – LA LIBERTAD**, plantea desarrollar un camino vecinal que sirva de comunicación directa ante las condiciones actuales que presenta este sector para así mejorar la transitabilidad para los pobladores.

La presente tesis, tiene como objetivo principal realizar el Diseño de Infraestructura Vial para mejorar en el Camino Vecinal tramo Sector La Pampa-Centro Poblado Nuevo Laredo – Laredo –Trujillo – La Libertad (Longitud de tramo 5,072.72 km).

Se procedió a tomar datos de campo como el estudio topográfico y la recolección de muestras para los ensayos respectivos en laboratorio como es estudio de suelos, posteriormente se procedió al trabajo en gabinete, procesados con software AutoCAD Civil 3D.

De acuerdo al análisis se clasifico a la vía como Trocha Carrozable, y siguiendo el “Manual de Diseño Geométrico para Carreteras DG-2018”. Para el diseño de pavimento, se determinó un revestimiento granular con espesor de 15 cm a nivel de afirmado, colocado sobre la subrasante, siendo perfilado y compactado al 95% de la MDS.

Palabras claves: trocha carrozable, diseño geometrico,cbr

ABSTRACT

The present project called DESIGN OF ROAD INFRASTRUCTURE IN THE NEIGHBORHOOD ROAD SECTOR LA PAMPA-CENTRO POBLADO NUEVO LAREDO - LAREDO -TRUJILLO - LA LIBERTAD section, proposes to develop a neighborhood road that serves as direct communication before the current conditions that this sector presents for thus improving trafficability for residents.

The main objective of this thesis is to carry out the Road Infrastructure Design to improve the La Pampa Sector-Centro Poblado Nuevo Laredo – Laredo –Trujillo – La Libertad section of the Neighborhood Road (5,072.72 km section length).

We proceeded to take field data such as the topographic study and the collection of samples for the respective tests in the laboratory, such as the soil study, later we proceeded to work in the office, processed with AutoCAD Civil 3D software.

According to the analysis, the road was classified as Carrozable Trail, and following the "Geometric Design Manual for Highways DG-2018". For the design of the pavement, a granular coating with a thickness of 15 cm at the affirmed level was determined, placed on the subgrade, being profiled and compacted to 95% of the MDS.

Keywords: ,carriage Trail,diseñn geometric, cbr

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Dando cumplimiento y conforme a las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos y Reglamento de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, se pone a vuestra consideración el Informe del Trabajo de Investigación Titulado “DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL CAMINO VECINAL TRAMO SECTOR LA PAMPA- CENTRO POBLADO NUEVO LAREDO – LAREDO – TRUJILLO – LA LIBER TAD”, con la convicción de alcanzar una justa evaluación y dictamen, excusándonos de antemano de los posibles errores involuntarios cometidos en el desarrollo del mismo.

Trujillo, 21 de julio de 2023.

Br. Vásquez Cienfuegos, Dany Daniel

Br. Zavaleta Bracamonte, José Antonio

ÍNDICE

Contenido

DEDICATORIAS.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT	VII
PRESENTACIÓN.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Realidad Problemática	11
1.2. Objetivos	14
1.3. Justificación del estudio	15
II. MARCO DE REFERENCIA	15
2.1. Antecedentes del estudio	15
2.2. Marco Teórico	19
2.3. Marco Conceptual.....	23
2.4. Sistema de Hipótesis	26
III. METODOLOGÍA EMPLEADA.....	28
3.1. Tipo y nivel de investigación	28
3.2. Población y muestra de estudio.....	28
3.3. Diseño de investigación.....	28
3.4. Técnicas e instrumentos de Investigación	29
3.5. Procesamiento y análisis de datos	30
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	31
4.1. Análisis e interpretación de resultados.....	31
4.2. Docimasia de Hipótesis	50
V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	50
CONCLUSIONES.....	51
RECOMENDACIONES	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
ANEXOS	55
1. Instrumentos de recolección de datos: Encuesta	55
2. Evidencias de la ejecución de la propuesta.....	57
Galería de Fotos del Sector	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	21
Tabla 2	22
Tabla 3	27
Tabla 4	29
Tabla 5:	30
Tabla 6:	31
Tabla 7:	32
Tabla 8:	46
Tabla 9:	47
Tabla 10:	47
Tabla 11:	48

I. INTRODUCCIÓN

1.1. *Realidad Problemática*

Los países de Latinoamérica con las mejores construcciones de carreteras se pueden relacionar con su desarrollado crecimiento económico lo que conlleva a mejores oportunidades, hay también naciones con economías muy exitosas las cuales no se ven reflejados en mantener en óptimas condiciones su infraestructura vial. Mientras que otros países con menos recursos han logrado mejores resultados al construir carreteras que le den mayor posibilidad de desarrollo a sus ciudadanos y aumenten la productividad de sus negocios.

Varios estudios coinciden en señalar a un país en particular como el que más ha avanzado en construir un sistema de carreteras de acuerdo con sus aspiraciones de desarrollo. Chile aparece en varias mediciones, como el ganador regional en infraestructura de carreteras, por su red de 77.764 kilómetros que incluye 2.387 kilómetros de autopistas, y las buenas condiciones en que las mantiene. La calidad de las carreteras tiene un importante impacto sobre el bienestar de la población. Un estudio del Foro Económico Mundial, el Informe Global de Competitividad, coloca en su más reciente edición a Chile al frente entre los países latinoamericanos. El reporte, que documenta la opinión de líderes empresariales sobre la situación de las carreteras en su propio país, ha tenido a la nación sudamericana como el mejor clasificado en América Latina por dos años consecutivos, seguida de cerca por Panamá. A igual conclusión llega el Banco Mundial, que, en su Índice de Desempeño de Logística, agrupa a los países según la calidad de su infraestructura de transporte (y que por tanto incluye además de carreteras, a puertos y otras obras similares) nuevamente dándole la mayor calificación en la región a Chile, seguido de cerca por México y Panamá. (Fajardo, Forum Económico Mundial, 2015).

Al otro extremo de las tablas en estos estudios, están naciones con problemas más serios de infraestructura. Varios estudios señalan a Chile como el que tiene la mejor infraestructura de la región. Tanto los datos del Foro Económico Mundial como los del Banco Mundial ubican a Haití como

una nación con particulares retos en este campo. Los 4.266 kilómetros de carreteras construidas en esa nación contrastan con los 19.705 en la vecina República Dominicana, país con el doble de territorio pero que tiene casi cinco veces más vías construidas y que aparece en el quinto puesto del listado del Foro Económico Mundial en cuanto a la calidad de las carreteras en América Latina. Igualmente salen con bajo puntaje en el listado del Foro Mundial Paraguay y Colombia, en donde es notoria la insatisfacción de la población con sus carreteras. El listado del Banco Mundial, por su parte, le otorga muy bajos puntajes en infraestructura a naciones como Nicaragua y Bolivia. (Fajardo, Forum Económico Mundial, 2015).

Se puede observar que la calidad de las carreteras no depende únicamente de la disponibilidad de recursos, sino que también hay factores geográficos involucrados. En América Latina, muchas carreteras tienen un estado regular. Brasil, por ejemplo, tiene una extensión continental y enfrenta el desafío de mantener una red de carreteras de 1,580,965 kilómetros, casi cuatro veces más grande que la de México y casi 100 veces más grande que la de Panamá, pero su índice de calidad se encuentra por debajo del de este último según el Banco Mundial. Además, la política y la administración interna también son elementos importantes a considerar. (Fajardo, Forum Económico Mundial, 2015).

En el Perú conforme se da el crecimiento poblacional, se está proporcionando de carreteras, puentes y caminos, el cual facilita la integración del mercado, reduce los costos de transporte, reduce los tiempos de viaje y estimula el comercio en las zonas rurales. Además, las carreteras facilitan el acceso a otros bienes y servicios públicos como la educación y la atención médica. Muchos de estos se limitan a la mayoría de la población rural. Por lo tanto, la importancia de la infraestructura como pilar de la competitividad y determinante del desarrollo económico de un país es indiscutible.

Entre enero y julio de 2022, las inversiones en infraestructura de transporte alcanzaron USD 325,85 millones, informó la Gerencia de Supervisión y Fiscalización del Ositrán en su reporte mensual. El mayor dinamismo de las inversiones se reflejó en la infraestructura del Metro con USD 116,33

millones ejecutados por la Línea 2 del Metro de Lima y Callao; seguido del sector carreteras con USD 100,03 millones. De esta manera, la inversión acumulada en infraestructura de transporte realizada a través del mecanismo Asociación Pública Privada (APP) a julio de este año sumó USD 10 311 millones, lo que representó el 62,01 % del total de compromisos de inversión de las concesionarias. El segundo sector que lideró las inversiones ejecutadas fue el de carreteras con USD 15,16 millones. Destacaron las carreteras IIRSA Norte (Paíta-Yurimaguas), IIRSA Sur Tramo 4 (Azángaro-Inambari) e IIRSA SUR Tramo 5 (Ilo, Matarani-Azángaro) por la ejecución de obras adicionales, accesorias y complementarias. (Ositran, 2022).

De acuerdo con el Reporte de Competitividad Global 2019 del Foro Económico Mundial, el Perú ocupó el puesto 88 de las 141 economías evaluadas en el pilar Infraestructura. Además, en el subpilar Infraestructura de transporte, nos ubicamos en el puesto 97 gracias a las mejoras en los indicadores de eficiencia en servicios portuarios (92) y conectividad de envíos (39). No obstante, nuestra posición en los indicadores de conectividad de vías (102) y calidad de infraestructura en carreteras (110) reflejan la alarmante situación del país en términos de infraestructura vial. (ComexPerú, 2020).

En Perú, el sistema vial está organizado en tres niveles: la Red Vial Nacional el cual cuenta con 27,109 km, jurisdicción del Ministerio de Transportes y Comunicaciones; la Red Vial Departamental con 27,505 km, responsabilidad de los Gobiernos regionales, y la Red Vial Vecinal el cual cuenta con 113,857 km, correspondiente a los Gobiernos municipales.

Según cifras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2019), el departamento de La Libertad cuenta con una red vial de 8 805,6 km., de los cuales 1 261,8 km. Pertenecen a la Red Nacional, 1 941,2 Km. a la Red Departamental y 5 602,7 Km. a la Red Vecinal. La Libertad enfrenta retos de conectividad vial, particularmente de las vías que permiten unir las provincias de la costa y sierra del departamento (Red Departamental). De la red vial nacional, el 73,1 por ciento se encuentra pavimentada, mientras que, de la red vial departamental, solo el 5,5 por ciento. En tanto, de la red vial vecinal,

el 2,8 por ciento cuenta con pavimento. (BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERU SUCURSAL TRUJILLO, 2021).

La carretera Panamericana, principal vía longitudinal costera del país, permite interconectar las principales ciudades del departamento de La Libertad con las capitales de las regiones del norte del país; y constituye uno de los ejes de mayor dinamismo económico y poblacional a nivel nacional, también permite la articulación del Perú con los países vecinos del norte: Ecuador, Colombia y Venezuela. El departamento, a través del eje transversal Lambayeque - Olmos - Bagua - Tarapoto -Yurimaguas y ramal Bagua - Saramiriza, mantiene una estrecha articulación con los departamentos de Cajamarca, Amazonas, San Martín y Loreto, que forman parte del Eje Amazonas Norte de IIRSA. (BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERU SUCURSAL TRUJILLO, 2021).

Para el 2022, hay 41 proyectos en la región de La Libertad con cerca de \$700 millones de inversión. Manuel Llampén, gobernador regional de La Libertad, recuerda que su zona tenía unos 2 millones de habitantes y que la capital, Trujillo, siendo la segunda ciudad más poblada después de Lima. La Libertad participa en el 7% del PIB y tiene un ingreso anual de US\$ 1.500 millones por concepto de exportaciones agropecuarias, pero el mayor problema que enfrenta es que cuenta con 2.200 km de vías y solo 90 km están debidamente pavimentados.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General.

Realizar el Diseño de Infraestructura Vial en el Camino Vecinal tramo Sector La Pampa- Centro Poblado Nuevo Laredo – Laredo –Trujillo – La Libertad

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Realizar los Estudios Básicos de Ingeniería (Estudio Topográfico y Estudio de Mecánica de Suelos).
- Realizar el Estudio del tráfico vial.
- Diseñar geoméricamente la ruta vial del sector.

- Diseñar el pavimento más adecuado para el sector.

1.3. Justificación del estudio

Justificación Académica: La implementación de este proyecto de tesis en el que se utilizará todo el conocimiento y la metodología obtenidos durante los ciclos de estudio para derivar la propuesta de esta investigación.

Justificación Técnica: El proyecto está dirigido a una implementación de pavimentación en un camino vecinal, donde estará regido bajo las normas del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, el cual ayudará de guía para la municipalidad distrital en caso de elaborarse un expediente técnico. La importancia de este proyecto reside en su diseño y su aprovechamiento en sector La Pampa- Laredo.

Justificación Social: El presente proyecto de pavimentación del camino vecinal, se justifica socialmente ya que ofrecerá a la población del sector crecimiento económico y turístico además del descongestionamiento del tránsito con la realización de este proyecto traerá las familias mejor accesibilidad a la zona.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Antecedentes Internacionales.

(Murillo Home, 2019) En su línea de investigación titulada “Rediseño Geométrico y Mejoramiento del camino vecinal Gualea Cruz- Urcutambo”.

Se propuso como objetivos: Evaluación de la geometría actual de la vía. Comparar las características geométricas actuales de la vía con las propuestas en el rediseño basado en la norma NEVI 2012 _VOLUMEN 2A, y determinar las diferencias entre los dos diseños. Definir los radios, distancias y pendientes longitudinales acordes con las normas de diseño geométrico vial NEVI 2012_VOLUMEN 2A. Proponer una alternativa

preliminar al drenaje longitudinal para mejorar el drenaje del agua lluvia en la vía. Realizar un presupuesto referencial de construcción.

Teniendo como resultados: La velocidad de circulación adoptada para esta vía es de 50 KPH, según las normas NEVI2012-MTOP para un camino tipo C2. El radio mínimo a utilizarse es de 75 m para curvas circulares, sin embargo, se usó curvas de transición con tramos espirales y un tramo circular lo cual permitió usar radios de hasta 30m y longitudes espirales de 30m, brindando así una geometría suficiente para desarrollar los peraltes y dar seguridad al usuario. Por ser una vía que se desarrolla en una topografía montañosa – ondulada el peralte máximo utilizado fue del 10%. En las curvas con radios pequeños se utilizó sobrecanchos de 1.4 m para brindar seguridad al usuario y evitar accidentes con los vehículos que circulan en sentido contrario. La estructura del pavimento adoptada es de 30cm de material de mejoramiento, 20 cm de sub base clase II, 15 cm de base y 7.5 cm de carpeta asfáltica.

(Parrado Méndez & García Home, 2017) En su línea de investigación titulada “Propuesta de un Diseño Geométrico Vial para el Mejoramiento de la Movilidad en un Sector Periférico del Occidente de Bogotá”.

Se propuso como objetivos: Generar la propuesta de diseño geométrico vial para el mejoramiento de la movilidad en un sector periférico del occidente de Bogotá. Identificar los principales problemas que afectan la movilidad en el trayecto Mosquera-Funza. Reconocer las especificaciones técnicas y operativas de diferentes tipos de vías concesionadas. Elaborar una propuesta de diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal.

Teniendo como resultados: La propuesta de diseño vial tipo variante para los municipios de Funza y Mosquera es una solución efectiva teniendo en cuenta los problemas de movilidad allí presentados y ofreciendo como resultado un nivel de servicio C donde la velocidad a flujo libre será a entre (100 km/h hasta 120 km/h) brindando las condiciones óptimas de seguridad y comodidad para los conductores. Al realizar los estudios de tránsito se notó la tendencia homogénea en el comportamiento del tráfico, analizando que el

flujo vehicular tiende a una velocidad promedio de 45km/h para la mayor cantidad de vehículos que circulan en este corredor vial, además de las detenciones frecuentes que se observaron a la hora de realizar este estudio. Como las vías aledañas que interceptan el proyecto están diseñadas a una velocidad diferente, fue necesario realizar un ajuste a los accesos de entrada y salida a la nueva vía, siendo diseñados a la misma velocidad de las vías existentes y aumentando progresivamente hasta alcanzar la velocidad de diseño proyectada. Lo que se conoce comúnmente como velocidad de tramo homogéneo.

2.1.2. Antecedentes Nacionales.

(Ramírez Guerrero & Rodas Tenazoa, 2019) En su línea de investigación titulada “Estudio definitivo de la rehabilitación del Camino Vecinal San Juan – La Unión L= 7.673 Km., Distrito Tres Unidos, Provincia Picota - San Martín”.

Se propuso como objetivos: Efectuar el Estudio Topográfico. Efectuar el Estudio de Impacto ambiental. Efectuar los Estudios de Suelos. Efectuar los Estudios Hidrológico y Drenaje. Diseño del Pavimento a nivel de afirmado. Estudio Económico: Metrados, Análisis de Costos Unitarios, Desagregado de Gastos Generales, Presupuesto de Obra, Fórmula Polinómica, Calendario de Avance de Obra.

Teniendo como resultados: Los trabajos de Rehabilitación de la carretera consistirán principalmente en el afirmado de la vía a nivel granular $e = 20$ cm. Se realizará la construcción de estructuras de drenaje transversal tales como alcantarilla, que en total se construirán nueve (09 unid.) alcantarillas tipo marco de sección típica, drenaje longitudinal tales como cunetas triangulares revestidas con concreto simple en un total de 6,095 ml., y badenes típicos de concreto armado más mampostería de piedra asentado con concreto simple en una cantidad de cinco (05 unid.), de tal manera que la vía tenga un buen sistema de drenaje. Se consideraron dentro el diseño, Alcantarillas de sección cuadrada, de 1.00 x 1.00 m. y 1.20 x 1.20 m. Se consideraron dentro el diseño, Badenes de 5.00 x 5.00 m.

(Castro Jaimes, 2019) En su línea de investigación titulada “Construcción de una infraestructura vial y Transitabilidad en las vías asociación de vivienda “Las Américas” distrito de Vegueta – Huaura – Lima, 2019”.

Se propuso como objetivos: Determinar la relación entre la infraestructura vial y transitabilidad en las vías. Determinar la relación entre la interconexión vial y transitabilidad en las vías. Determinar la relación entre el diseño de nivelación, alineamiento y transitabilidad en las vías.

Teniendo como resultados: Podemos entonces explicar la relación de la infraestructura vial y Transitabilidad en las vías Asociación de vivienda “Las Américas” distrito de Vegueta – Huaura– Lima, 2019. Transitabilidad= $1.59 + 0.59*$ infraestructura vial. Al aplicar la prueba de hipótesis chi cuadrada a los resultados cualitativo se obtiene que $\chi^2 = 9,517^a$ es mayor a χ^2 crítica =9,488 y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos el H_0 y aceptamos H_1 a un nivel de significancia del 5%, es decir; La infraestructura vial se relaciona con transitabilidad en las vías Asociación de vivienda “Las Américas” distrito de Vegueta – Huaura –Lima, 2019.

2.1.3. Antecedentes Locales.

(Gutierrez Rojas, 2019) En su línea de investigación titulada “Diseño del Mejoramiento de un camino vecinal, del Distrito de Cochorco, Provincia de Sánchez Carrión, La Libertad 2019”.

Se propuso como objetivos: Realizar el levantamiento de información topográfico del área en estudio. Realizar el estudio de tráfico. Realizar el diseño geométrico de la vía.

Teniendo como resultados: El Diseño Del Mejoramiento Del Camino Vecinal Tramo Emp Pe 10c (Dv. Aricapampa) Vacas, Falso Corral, Cerro Grande, Del Distrito De Cochorco, Provincia De Sánchez Carrión, causara que el tiempo de viaje disminuyera, beneficiando las actividades de comercio y transporte en la zona en estudio. Con Las mejores condiciones de la carretera, la población aumentara su frecuencia de viaje para distintas actividades económicas, así como acceso a mercados y servicios de la

capital, Trujillo. Los resultados obtenidos según nuestros estudios determinan que se mejoraría la calidad de vida de los pobladores de los lugares mencionados con respecto a un mayor acceso a centros de salud centros educativos y el desarrollo socio económico local.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Pavimento.

El pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general, está conformada por:

Capa de rodadura: Es la parte superior de un pavimento, que puede ser de tipo bituminoso (flexible) o de concreto de cemento portland (rígido) o de adoquines, cuya función es sostener directamente el tránsito.

Base: Es la capa más baja como capa rodante que soporta, distribuye y transmite cargas de tráfico. Esta capa consiste en material de drenaje granular (CBR > 80%) o se trata con asfalto, cal o cemento.

Subbase: Una capa de material de cierto grosor específico que soporta la base y la carpeta. También actúa como capa de drenaje y regula la acción capilar del agua. Dependiendo del tipo de cubierta, diseño y dimensiones, esta capa se puede omitir. Esta capa puede ser de material granular (CBR > 40%) o ser tratada con asfalto, cal o cemento.

También se llama Pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son las siguientes: anchura, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos, además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aún en condiciones húmedas. Deberá presentar una resistencia adecuada a los esfuerzos destructivos del tránsito, de la

intemperie y del agua. Debe tener una adecuada visibilidad y contar con un paisaje agradable para no provocar fatigas. (Tello Sinarahua, 2021).

2.2.2. Clasificación de caminos por tipo de superficie de rodadura.

a) Caminos con superficie de rodadura no pavimentada

Conformado por:

“**Caminos de tierra** Constituidos por suelo natural y mejorado con grava seleccionada por zarandeo.” (Ministerio de Economía de Finanzas, 2015).

“**Caminos de grava (lastrados)** Constituidos por una capa de revestimiento con material natural pétreo, seleccionados manualmente o por zarandeo de tamaño máximo de 75 mm.” (Ministerio de Economía de Finanzas, 2015).

Caminos afirmados Constituidos por una capa de revestimiento con materiales de cantera, dosificados naturalmente o por medios mecánicos (zarandeo), con una dosificación especificada, compuestos por una combinación apropiada de tres tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla, siendo el tamaño máximo de 25 mm. (Ministerio de Economía de Finanzas, 2015).

- **Caminos afirmados con superficie de rodadura estabilizada con materiales industriales**

“Afirmados con grava tratada con materiales como asfalto, cemento, cal, aditivos químicos y otros. Suelos naturales estabilizados con material granular y finos ligantes, asfalto, cemento, cal, aditivos químicos y otros.” (Ministerio de Economía de Finanzas, 2015).

b) Caminos Pavimentados

- **El pavimento flexible**

Es una estructura compuesta por capas granulares (subbase, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y, de ser el caso, aditivos. Principalmente se considera

como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micro pavimentos, macadam asfáltico, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente. (Ministerio de Economía de Finanzas, 2015).

- **El pavimento semirrígido**

Es una estructura de pavimento compuesta básicamente por capas asfálticas con un espesor total bituminoso (carpeta asfáltica en caliente sobre base tratada con asfalto); también se considera como pavimento semirrígido la estructura compuesta por carpeta asfáltica sobre base tratada con cemento o sobre base tratada con cal. Dentro del tipo de pavimento semirrígido se ha incluido los pavimentos adoquinados. (Ministerio de Economía de Finanzas, 2015).

- **El pavimento rígido**

Es una estructura de pavimento compuesta específicamente por una capa de subbase granular, no obstante, esta capa puede ser de base granular, o puede ser estabilizada con cemento, asfalto o cal, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y de ser el caso, aditivos. Dentro de los pavimentos rígidos existen tres categorías: Losa de Concreto, Base y Subrasante. (Ministerio de Economía de Finanzas, 2015).

2.2.3. Clasificación de las carreteras por su demanda.

Tabla 1

Clasificación de las carreteras por su demanda en autopistas

Descripción	Autopistas de primer grado	Autopista de segunda clase
IMDA (índice medio diario anual)	Mayor a 6000 veh/día	Entre 4001 y 6000 veh/día
Separador mínimo central	6.00 m	Puede variar de 1.00 m hasta 6.00 m

Ancho mínimo de calzada	3.60 m	3.60 m-
Cantidad de calzadas	Dos o más carriles.	Por lo menos 2 carriles.
Control de accesos del flujo vehicular continuo.	Total	Parcial
Incorporación de:	Puentes peatonales en zonas urbanas.	Cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas.
Vía Pavimentada	Si	Si

Tabla 2

Clasificación de las carreteras por su demanda según clase

Descripción	Primera Clase	Segunda Clase	Tercera Clase	Trochas Carrozables
Índice Medio Diario Anual	2001 vehículos/día y 4000 vehículos/día.	400 vehículos/día y 2000 vehículos/día.	menor a 400 vehículos/día.	menor a 200 vehículos/día
Ancho mínimo de calzada	3.6 m	3.3 m	3 m, se puede tener un ancho de 2.5 m, previa aprobación del as entidades	4 m, por lo que se construirán plazoletas cada 500 m.
Vía Pavimentada	Si	Si	Si en caso sea pavimentada, se debe cumplir con las condiciones geométricas de las carreteras de segunda clase.	La superficie de rodadura puede ser afirmada como lo contrario.

2.3. Marco Conceptual

- **Explanación**

“Se denomina explanación al movimiento de tierras conformado por cortes y rellenos (terraplén), para obtener la plataforma de la carretera hasta el nivel de la subrasante del camino.” (Ministerio de Economía de Finanzas, 2015).

- **Terraplén**

“El terraplén es la parte de la explanación situada sobre el terreno preparado. También se le conoce como relleno.” (Ministerio de Economía de Finanzas, 2015).

- **Rasante**

“Línea que une las cotas de una vía terminada.” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones-Dirección Gral de Caminos y Ferrocarriles, 2006).

- **Subrasante**

La subrasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado. La subrasante es el asiento directo de la estructura del pavimento y forma parte del prisma de la carretera, que se construye entre el terreno natural allanado o explanada y la estructura del pavimento. (Ministerio de Economía de Finanzas, 2015).

- **Berma**

“Franja longitudinal, paralela y adyacente a la superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para el estacionamiento de vehículos en caso de emergencia.” (Ministerio de Economía de Finanzas, 2015).

- **Carril**

“Parte de la calzada destinada al tránsito de una fila de vehículos.” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones-Dirección Gral de Caminos y Ferrocarriles, 2006).

- **Calzada**

“Parte de una carretera dispuesta para la circulación de vehículos.”
(Ministerio de Economía de Finanzas, 2015).

- **Superficie de rodadura**

“Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma.” (Ministerio de Economía de Finanzas, 2015).

- **Cuneta**

“Canales abiertos contruidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y subsuperficiales procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes, a fin de proteger la estructura del pavimento.” (Ministerio de Economía de Finanzas, 2015).

- **Base**

Capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una subbase o de la subrasante y la capa de rodadura. Esta capa puede ser también de mezcla asfáltica o con tratamientos según diseños. La base es parte de la estructura de un pavimento. (Ministerio de Economía de Finanzas, 2015).

- **Subbase**

“Capa que forma parte de la estructura de un pavimento que se encuentra inmediatamente por debajo de la capa de base.” (Ministerio de Economía de Finanzas, 2015).

- **Pavimento**

“Es la estructura construida sobre la subrasante, para los siguientes fines:
a) Resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos, b) Mejorar las condiciones de comodidad y seguridad para el tránsito.” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones-Dirección Gral de Caminos y Ferrocarriles, 2006).

- **Afirmado**

El afirmado consiste en una capa compactada de material granular natural o procesada, con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en caminos y carreteras no pavimentadas. (Ministerio de Economía de Finanzas, 2015).

- **Asfalto**

Un material cementante, entre carmelita oscuro y negro, en la cual los constituyentes predominantes son bitúmenes que aparecen en la naturaleza o se obtienen en el procesamiento del petróleo. El asfalto es un constituyente, en proporciones variables, de la mayoría de los petróleos crudos. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones-Dirección Gral de Caminos y Ferrocarriles, 2006).

- **Subdrenaje**

“Obra de drenaje que tiene por finalidad deprimir la napa freática que afecta la vía por efectos de capilaridad.” (Ministerio de Economía de Finanzas, 2015).

- **Derecho de vía**

Faja de terreno de ancha variable dentro de la cual se encuentra comprendida la carretera, y todos los elementos que la conforman, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuario. Su ancho se establece mediante resolución del titular de la autoridad competente respectiva. Las obras necesarias para garantizar la seguridad y funcionamiento hidráulico en los ríos, quebradas y otros cursos de agua, no están limitadas a la indicada faja del terreno que constituye el Derecho de vía. (El Peruano, 2006)

- **Diseño geométrico**

Es el estudio geométrico de una carretera tomando como base el tráfico que soporta, el alineamiento de su eje, un conjunto de características técnicas y de seguridad que deben reunir para el tránsito vehicular y peatonal formando parte de una gestión inteligente. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones-Dirección Gral de Caminos y Ferrocarriles, 2006).

2.4. Sistema de Hipótesis

Con el diseño de Infraestructura Vial en el camino vecinal, se podrá desarrollar un adecuado proyecto de acuerdo a la normatividad y exigencias técnicas del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones en el tramo Sector La Pampa Centro Poblado Nuevo Laredo – Laredo –Trujillo – La Libertad.

2.4.1. Variables.

Variable Independiente: Diseño de Infraestructura Vial

Tabla 3*Operacionalización de Variables*

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento de Medición
<p>VARIABLE INDEPENDIENTE: Diseño de Infraestructura Vial</p>	<p>El diseño de infraestructura vial es el trazo geométrico de una carretera, teniendo en cuenta su estudio de viabilidad, la cual está orientada en tres direcciones: planta, perfil transversal, cumpliendo todos los parámetros de la norma vigente, permitiendo de esta manera que sea funcional, segura y cómoda. (Pérez Díaz & Vergel Olano, 2019).</p>	<p>El diseño de la carretera lo establecen los proyectistas de acuerdo a las normas vigentes de carreteras, dándole un trazo adecuado según los estudios previos que la ingeniería básica lo requiera. Para el diseño de la carretera se tendrá muy en cuenta los aspectos ambientales, también se determinará los costos y presupuesto que conlleva la ejecución del proyecto. (Huanca Peralta & Llatas Tello, 2020).</p>	Estudios Básicos	Levantamiento topográfico	Estación Total
				Tráfico Vehicular	Monitoreo Diario
				Estudios de Suelos	Calicatas
			Parámetros Geométricos	Diseño Geométrico	Cálculos Aritméticos
				Diseño de Pavimento	Proctor, CBR, ASSTHO

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. *Tipo y nivel de investigación*

3.1.1. Tipo de investigación.

Aplicada: Está destinado a resolver un problema específico, se enfoca en la investigación y consolida conocimientos para su aplicación. En este caso, aplicaremos y utilizaremos conocimientos y técnicas, para logra resultados prácticos.

3.1.2. Nivel de investigación.

Descriptivo: Este tipo de investigación proporciona una presentación detallada del fenómeno en estudio y sus características, en un intento de obtener información clara sobre el tema en estudio. (Esta tecnología facilitará la ampliación de la investigación para proponer soluciones técnicas, en beneficio de la población local a través de la investigación del proyecto).

3.2. *Población y muestra de estudio*

3.2.1. Población.

Se está considerando la población del Sector La Pampa pertenecientes al diseño del tramo del camino vecinal en estudio, con un número total de 2660 habitantes.

3.2.2. Muestra.

Se realizará levantamiento topográfico, estudios como tráfico vehicular, para una muestra de longitud del tramo del camino vecinal de aproximadamente 8 km.

3.3. *Diseño de investigación*

3.3.1. Diseño de contrastación.

Indicado en instrumentos de recolección de datos.

3.4. Técnicas e instrumentos de Investigación

3.4.1. Técnicas.

Las técnicas que se utilizarán es la observación directa, reconociendo el terreno, investigación del terreno y topografía del proyecto, identificaremos lugares estratégicos para las muestras de las calicatas y así tener un adecuado estudio de suelo para el diseño de la infraestructura vial.

También con la técnica de uso de revisiones bibliográficas y documentarias, libros, tesis, normas, etc.; Poder llevar a cabo de manera efectiva el diseño de la infraestructura vial.

Concluyendo, se utilizará ensayos de laboratorio para definir las propiedades físicas y mecánicas del suelo en estudio.

3.4.2. Instrumentos de investigación.

Los instrumentos que emplearemos en este proyecto son fichas de observación directa, sugeridos para su uso como apuntes para el levantamiento topográfico, coordenadas, curvas de nivel y muestras de las calicatas, etc. fundamentalmente llamado cuaderno de campo.

De igual manera, se consideró el uso de fichas de pruebas de laboratorio en laboratorios especializados y por expertos en la materia de acuerdo a las normas técnicas, se estiman que son eficaces y fiables.

Establecida la muestra, se utilizarán distintas técnicas e instrumentos que nos permitirán recopilar información que resulte necesaria para cumplir los objetivos trazados en el presente proyecto, según el análisis realizado se utilizará las técnicas e instrumentos presentados en la tabla N° 4.

Tabla 4

Técnicas e Instrumentos de Investigación

Técnica	Instrumento	Informante o Fuente
Observación directa	Guía de Observación N°01: Estudios de Campo	Levantamiento topográfico, muestras de suelo

	Guía de Observación N°02: Encuesta y Apuntes	Cuestionario, cuaderno de Obra
Revisión bibliográficas y documentarias, libros, tesis, normas, etc.	Ficha de revisión documentaria: Base de datos, internet, Bibliotecas.	Análisis de Contenido, Normas Técnicas Vigentes.
Ensayos de laboratorio.	Fichas de pruebas de laboratorio	Laboratorio.

3.5. *Procesamiento y análisis de datos*

Los datos que se han recolectado en campo, se procederá al análisis de estos en gabinete utilizando diferentes herramientas y/o softwares, como Excel, Word, y software como AutoCAD, Civil 3D, Costos y Presupuesto S10, Microsoft Project, entre otros.

Tabla 5:

Procesamiento y Análisis de Datos

OBJETIVO	TECNICA/HERRAMIENTA	ANALISIS DE DATOS
Describir las características y topografía del terreno del proyecto, cotas de nivel.	Estudio y levantamiento topográfico	Esta información será utilizada para diseñar la infraestructura vial.
Determinar el tipo de suelo.	Estudio de Mecánica de Suelos.	El tipo de suelo influye en el diseño del Pavimento.
Obtención de planos topográficos	AutoCAD y CivilCAD	Los planos topográficos serán utilizados para elaborar el diseño vial.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de resultados

4.1.1. Estudio topográfico.

Los trabajos de topografía se completaron en un lapso de cinco (05) días. Una vez que se recopiló la información en el campo, se procedió a llevar a cabo el trabajo en la oficina, donde se evaluaron varias opciones de alineamiento y se analizaron para seleccionar una línea de gradiente óptima que beneficiara. LONGITUD: 5.072 KM.

Tabla 6:

Puntos topográficos de BM's.

CORDENADAS UTM 84 - 17S				
N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	725614.90	9107808	139.5139	BM-01
2	725591.00	9107816	138.8732	BM-02
3	725476.60	9107649	136.2863	BM-03
4	725447.80	9107651	135.8696	BM-04
5	725327.60	9107558	132.1283	BM-05
6	725313.00	9107557	131.5487	BM-06
7	725290.00	9107430	131.1033	BM-07
8	725277.40	9107422	130.3188	BM-08
9	725389.20	9107251	130.0576	BM-09
10	725379.80	9107240	129.8174	BM-10
11	725211.90	9107090	123.6857	BM-11
12	725192.50	9107101	123.5718	BM-12
13	725035.00	9106824	117.3929	BM-13
14	725031.70	9106799	116.7618	BM-14
15	725683.90	9106332	111.2912	BM-15
16	725688.20	9106320	111.6615	BM-16
17	726524.20	9106087	105.0937	BM-17
18	726546.00	9106067	103.6786	BM-18
19	726881.90	9106092	102.9534	BM-19
20	726877.10	9106100	103.5306	BM-20
21	727740.00	9106279	94.8242	BM-21
22	727731.10	9106291	94.3155	BM-22
23	727858.10	9105781	77.9132	BM-23
24	727837.90	9105781	79.7317	BM-24

4.1.2. Análisis de mecánica de suelos.

a) Determinación del Número de Calicatas:

✓ Cantidad de Calicatas: 03

b) Descripción de calicatas

• **Calicata N° 01**

E-01/0.50-1.50m. Estrato compuesto por Arenas pobremente gradadas de color gris claro y material que pasa el 2.07% el tamiz N°200. Clasificado en el sistema "SUCS" como un suelo "SP" y de acuerdo a la clasificación "AASHTO" clasificado como un suelo "A-1-b (0)", con un porcentaje de humedad de 0.91%.

• **Calicata N° 02**

E-01/0.20-1.50m. Estrato compuesto por la mezcla arcillas inorgánicas y limos y material que pasa el 74.25% el tamiz N°200. Clasificado en el sistema "SUCS" como un suelo "CL-ML" y de acuerdo a la clasificación "AASHTO" clasificado como un suelo "A-4 (7)", con un porcentaje de humedad de 15.41%.

• **Calicata N° 03**

E-01/0.30-1.50m. Estrato compuesto por Arenas pobremente gradadas de color gris claro y material que pasa el 2.67% el tamiz N°200. Clasificado en el sistema "SUCS" como un suelo "SP" y de acuerdo a la clasificación "AASHTO" clasificado como un suelo "A-1-b (0)", con un porcentaje de humedad de 2.59%.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para los ensayos de compactación:

Tabla 7:

Reportes de ensayos de compactación.

Calicatas		CLASIFICACIÓN		PROPIEDADES MECÁNICAS			
		SUCS	AASHTO	MDS	OCH	CBR	CBR
N°	Estrato			(g/cm ³)	%	100%	95%
C-1	E-2	SP	A-1-b (0)	1.89	4.55	32.7	18.3

C-2	E-2	CL-ML	A-4 (7)	1.84	13.7	23.3	12.4
-----	-----	-------	---------	------	------	------	------

4.1.3. Tráfico Vehicular.

4.1.3.1. Estaciones de conteo.

Esta Tesis considero localizar una sola estación de conteo de vehículos a la altura del cruce la Merced III etapa sector A, punto estratégico donde se puede presenciar la recurrencia de vehículos livianos a nivel de localidad.

4.1.3.2. Vehículos que transitan por el área.

Los siguientes datos explican la clasificación de los vehículos que circulan actualmente a lo largo de la vía:

Figura 1: Carros ligeros.

VEHÍCULO LIGERO	AUTO	
	PICKUP	

Fuente: Elaborado por autor.

Figura 2: Carros ligeros.

VEHÍCULO PESADO	CAMIÓN 2E	
	CAMIÓN 3E	
	SEMI TRAYLER 2S1/2S2	

Fuente: Elaborado por el autor.

Utilizando formatos preestablecidos para el conteo de vehículos, la información recopilada en la estación designada fue procesada digitalmente.

La regulación del MTC proporciona plantillas para la contabilización de vehículos y otros datos relevantes, que son diseñadas en hojas de Excel y se pueden modificar, con el registro detallado de los vehículos en los días de análisis, incluyendo las horas, los tipos de vehículos y las direcciones.

Según lo establecido por el MTC, el IMDa se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$IMD_a = IMD_s \times FC$$

IMD_a = Índice medio por año

IMD_s = Índice promedio por día de contabilización

FC = Factores de Correctividad conforme mes de estudio

Fuente: MTC

Se puede utilizar la misma ecuación de conteo de vehículos por semana para obtener el índice promedio diario:

$$IMD_s = \left(\frac{V_{lun} + V_{mar} + V_{mie} + V_{jue} + V_{vie} + V_{sab} + V_{dom}}{7} \right)$$

En el cual:

$$V_{(L,M,X,J,V)}$$

= Vol. clasificado día laboral (*lunes, martes, miércoles, jueves, viernes*)

V_{sab} = Volumen clasificado de sábado

V_{dom} = Volumen clasificado del domingo

Fuente: MTC

A. ESTABLECIMIENTO DEL FACTOR DE CORRECCIÓN

La determinación del factor de corrección (FC) se realiza a partir de un promedio anual de tráfico, el cual se obtiene a partir de los registros de unidades que pasan por un peaje, con el objetivo de eliminar las fluctuaciones del volumen de tráfico.

Para calcular el FC correspondiente, se utilizó la Resolución Ministerial 633-2018 MTC/01 y, tras el análisis de los datos recolectados en campo, se obtuvo un valor de FC igual a 1 para la presente investigación.

B. RESULTADOS DE LA CONTABILIZACIÓN DE VEHÍCULOS

Estación Principal / E-01: Cruce con la Merced III etapa sector A

Se realizó el conteo de vehículos en la estación E-01 ubicada en el cruce con la Merced III etapa sector A, durante 2 semanas completa (lunes a domingo).

Los siguientes datos muestran los resúmenes semanales de vehículos contados en entrada, salida y total.

Figura 3: Resumen de conteo de entrada de vehículos

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitraylers				Traylers				TOTAL	PORC. %	
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
07-08	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13.33
08-09	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13.33
09-10	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13.33
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
12-13	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	20.00
13-14	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6.67
14-15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6.67
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6.67
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
17-18	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	20.00
18-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
19-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
20-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	5	3	2	1	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	15	100.00
%	33.33	20.00	13.33	6.67	6.67	0.00	0.00	13.33	0.00	6.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: Elaborado por el autor.

Figura 4: Resumen de conteo de salida de vehículos

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitrailers				Trailers				TOTAL	PORC. %			
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3					
07-08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
08-09	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7.69
09-10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7.69
10-11	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7.69
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
12-13	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	15.38
13-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
14-15	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	15.38
15-16	1	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	30.77
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
17-18	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7.69
18-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
19-20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7.69
20-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	5	2	1	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	100.00
%	38.46	15.38	7.69	7.69	7.69	0.00	7.69	15.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: Elaborado por el autor.

Figura 5: Resumen del flujo vehicular semanal en la estación E-01

Hora	Auto movil	Camio neta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitrailers				Trailers				TOTAL	PORC. %			
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3					
07:00	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7.14
08:00	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10.71
09:00	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10.71
10:00	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3.57
11:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
12:00	2	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	17.86
13:00	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3.57
14:00	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10.71
15:00	1	0	1	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	17.86
16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
17:00	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	14.29
18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
19:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3.57
20:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	10	5	3	2	2	0	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	100.00
%	35.71	17.86	10.71	7.14	7.14	0.00	3.57	14.29	0.00	3.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

Fuente: Elaborado por el autor.

C. IMDa POR ESTACIÓN

La IMDA (Intensidad Media Diaria Anual), se utiliza fundamentalmente para el planeamiento: proyección de vías, programas de acondicionamiento de pavimento, determinación de tendencias en el uso de las vías, determinación de características geométricas de carácter general, proyectos de

señalización e iluminación, estudios medioambientales, estudios de impacto acústico, entre otros. (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES, 2018).

Para este estudio, se calculó el Índice de Movilidad Diaria Promedio (IMDa) como el resultado de multiplicar el tráfico promedio diario semanal (IMDs). A partir de esto, se obtuvo un flujo vehicular de 19 veh/día, según se indica en los resultados:

Figura 6: IMDs e IMDa

Hora	Auto movil	Camioneta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitrailers			Trailers				TOTAL	PORC. %	
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
Diag. vehicular																			
TOTAL	66	39	21	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136	100.00
IMDs	9.00	6.00	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.00	
FC	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
IMDa	9.00	6.00	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.00	
%	48.53	28.88	15.44	7.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

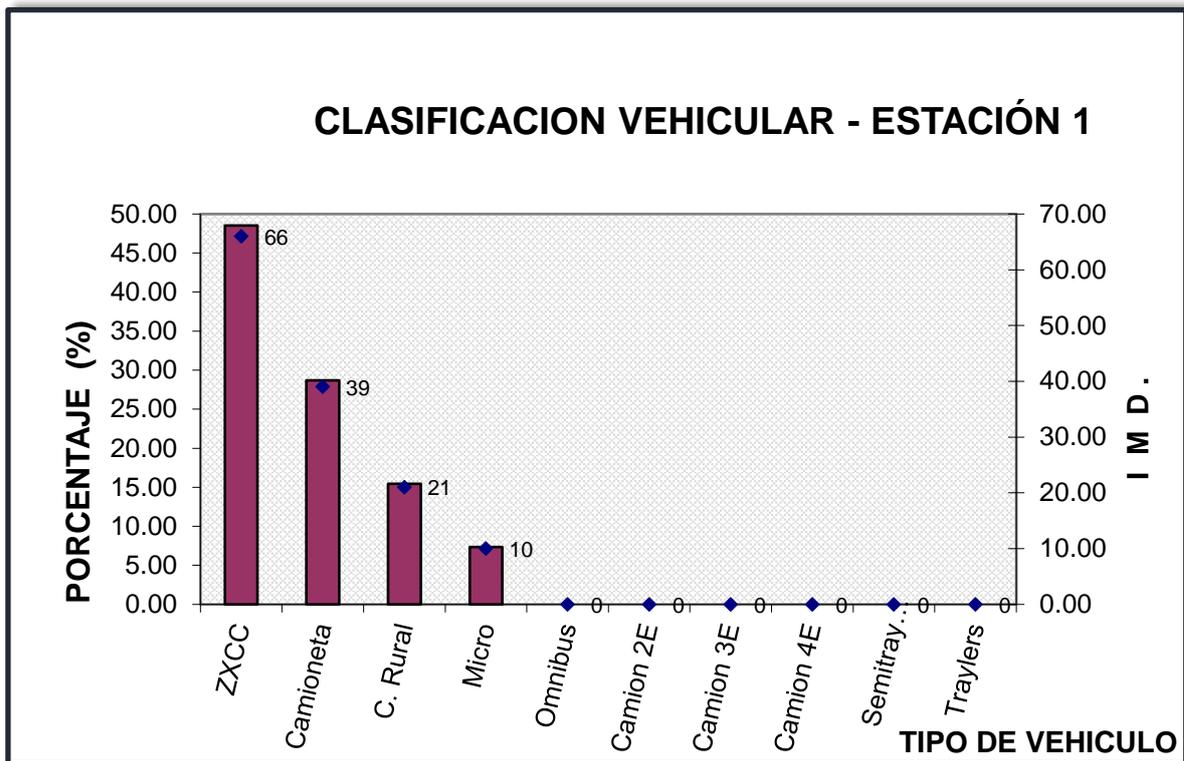
Fuente: Elaborado por el autor.

Figura 7: Estimación de ejes equivalentes

Número de repeticiones de Ejes Equivalentes 8.2 tn.								
TIPO DE VEHÍCULO	TRAFICO ACTUAL	FACTOR DE CRECIMIENTO	TRAFICO DE DISEÑO	FACTOR VEHÍCULO	EE	FACTOR DIRECCIÓN	FACTOR CARRIL	Nrep de EE 8.2 tn
	T_a	$F_c = \frac{[(1+i)^n - 1]}{i}$	$T_d = T_a \times F_c \times 365$	F_v	$EE = T_d \times F_v$	F_d	F_c	$Nrep\ de\ EE\ 8.2\ tn = EE \times F_d \times F_c$
VEHÍCULOS LIGEROS		$r = 1.80\%$						
AUTOMOVIL	5	10.85	19801	0.0027	53	0.50	1.00	27
CAMONETA	3	10.85	11881	0.0427	507	0.50	1.00	254
CAMONETA RURAL	2	10.85	7921	0.0427	338	0.50	1.00	169
MICROBUS	1	10.85	3960	0.1194	473	0.50	1.00	237
VEHÍCULOS PESADOS		$r = 1.80\%$						
OMNIBUS 2E (B2)	1	10.85	3960	4.5037	17835	0.50	1.00	8918
OMNIBUS 3E	0	10.85	0	0.0000	0	0.50	1.00	0
CAMION 2E (C2)	0	10.85	0	3.4772	0	0.50	1.00	0
CAMION 3E (C3)	0	10.85	0	2.5260	0	0.50	1.00	0
CAMION 4E	0	10.85	0	0.0000	0	0.50	1.00	0
SEMI TRAYLERS	0	10.85	0	1.3731	0	0.50	1.00	0
TRAYLERS	0	10.85	0	0.0000	0	0.50	1.00	0
PERIODO DE DISEÑO (n)	10 AÑOS							9603
FUENTE: Elaboración propia								
N. Rep de EE 8.2 tn=			9.603 EE.					

Fuente: Elaborado por el autor.

Figura 8: Estimación de ejes equivalentes



Fuente: Elaborado por el autor.

Se ha decidido utilizar un porcentaje de mejora del 15% en esta vía, ya que se trata de un proyecto de mejoramiento que busca incrementar la transitabilidad en la zona y conectar diferentes comunidades. Además, se ha considerado la importancia del crecimiento económico a futuro en la región.

Figura 9: Proyección de tráfico.

Año	VEHICULOS LIGEROS				VEHICULOS PESADOS												TRAFICO PROYECT.	TRAFICO GENERADO	IMDa TOTAL		
	Auto movil	Camioneta	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			Semitrayers				Trailers							
					2E	3E	2E	3E	4E	2S2	2S3	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2				>=3T3	
Diag. vehicular																					
2023	5.00	3.00	2.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00	2.00	14.00
2024	5.00	3.00	2.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00	2.00	14.00
2025	5.00	3.00	2.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00	2.00	14.00
2026	5.00	3.00	2.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00	2.00	14.00
2027	5.00	3.00	2.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00	2.00	14.00
2028	5.00	3.00	2.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00	2.00	14.00
2029	6.00	3.00	2.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.00	2.00	15.00
2030	6.00	3.00	2.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.00	2.00	15.00
2031	6.00	3.00	2.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.00	2.00	15.00
2032	6.00	4.00	2.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.00	2.00	16.00
2033	6.00	4.00	2.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.00	2.00	16.00

Fuente: Elaborado por el autor.

4.1.4. Diseño Geométrico.

4.1.4.1. Clasificación de la carretera.

Las carreteras en nuestro país son clasificados de acuerdo a la demanda. En nuestro caso es una trocha carrozable, debido a que cuenta con IMDA menor a 400 veh/día y puede tener un ancho mínimo de 6.60 m de calzada.

Para el presente estudio también se tomará algunos criterios estipulados en la DG-2018, para carreteras de tercera clase.

4.1.4.2. Velocidad de diseño.

Seleccionaremos la velocidad de diseño máxima que permita a los conductores transitar de manera segura y cómoda en un segmento específico de la carretera.

Figura 10: Velocidad de diseño determinada por la categorización de la vía en función de su orografía la cual corresponde al Tipo 1 , por ser de un terreno plano y a la demanda de tráfico.

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)											
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
Autopista de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Autopista de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de tercera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												

Fuente: MC – DG 2018.

RESULTADO: Según el estudio realizado, se establece que para el terreno plano y considerando los datos de la planta y el perfil, se ha decidido que la velocidad adecuada será de 40 km/h en cumplimiento con la normativa.

4.1.4.3. Radios mínimos.

El radio mínimo (R. mín.) está determinado en función del peralte máximo (e_{max}) y el valor máximo del coeficiente de fricción ($f_{máx}$) para una velocidad de diseño (VD).

Figura 11: Fricción transversal máxima en curvas

Velocidad de diseño Km/h	$f_{máx}$
30 (ó menos)	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

Fuente: MC – DG 2018.

RESULTADO: La fricción máxima ($f_{máx}$) considerada para una velocidad de 40 km/h es de 0.17.

Figura 12: Valoraciones del radio mínimo para las velocidades de diseño, el peralte máximo y las limitaciones de fricción.

Velocidad específica Km/h	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción $f_{máx}$	Calculado 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: MC – DG 2018.

RESULTADO: El valor de f_{max} , el cual es igual a 0.17, tiene una relación directa con la VD y se utiliza para determinar el peralte de la carretera, el cual será del 6%, y el radio mínimo de curvatura, que será de 50.00 metros.

4.1.4.4. **Anchos límites calzada en tangente.**

Para este estudio, se ha diseñado una vía de acuerdo con las especificaciones del IMDA, que establece una carretera de tercera clase para tráfico vehicular con un máximo de 400 vehículos por día. La vía constará de dos carriles y se garantizará una anchura mínima de calzada de 6.6 metros.

4.1.4.5. **Distancia de visibilidad.**

La longitud de visibilidad es la distancia que el conductor puede ver hacia adelante de manera clara y que le permite realizar maniobras adecuadas. Los valores a considerar para esta medida son los siguientes:

Figura 13: Distancia visibilidad de parada.

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

Fuente: MC – DG 2018.

RESULTADO: La distancia de parada requerida para la visibilidad es de 53 metros y se tomará en cuenta la pendiente más alta, la cual es del 9%.

4.1.4.6. **Distancia de visibilidad de adelantamiento o paso.**

Se requiere una longitud mínima para permitir que los conductores puedan adelantar a vehículos que circulan a velocidades más bajas, de manera segura y cómoda, sin afectar la velocidad de otros conductores que vienen en sentido contrario y que pueden ser visualizados en el inicio de la maniobra de adelantamiento. A continuación, se muestran las medidas mínimas necesarias para cumplir con este objetivo:

Figura 14: Distancia de visibilidad de adelanto o paso.

VELOCIDAD ESPECÍFICA EN LA TANGENTE EN LA QUE SE EFECTÚA LA MANIOBRA (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO ADELANTADO (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO QUE ADELANTA, V (km/h)	MÍNIMA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO D_A (m)	
			CALCULADA	REDONDEADA
20	-	-	130	130
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

Fuente: MC – DG 2018.

RESULTADO: La distancia mínima de visibilidad para pasar o adelantar será de 270 metros, teniendo en cuenta una velocidad de maniobra de 40 km/h.

Si la tangente supera el 6%, se deberá aumentar la distancia de visibilidad para velocidades 10 km/h mayores que la velocidad de diseño.

En vías de 2 carriles en sentidos opuestos, se buscará tener una longitud suficiente para permitir el adelantamiento de vehículos, siempre y cuando el tráfico en el otro sentido lo permita.

4.1.4.7. *Tramos en tangente.*

Según la tabla proporcionada, se establecerán tanto la separación máxima como la mínima entre segmentos, teniendo en cuenta la velocidad de diseño de la carretera.

Figura 15: Longitudes tramos en tangente.

V (km/h)	L min.s (m)	L min.o (m)	L máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
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: MC – DG 2018.

4.1.4.8. Curvas de transición.

No se utilizarán curvas de transición en las curvas de volteo presentes en la vía en estudio, ya que sus radios son muy pequeños y no cumplen con los mínimos requeridos. La decisión se basa en la figura siguiente:

Figura 16: Radios que ayudan a no tomar la curva de transición en vía de 3ra categoría.

Velocidad de diseño Km/h	Radio M
20	24
30	55
40	95
50	150
60	210
70	290
80	380
90	480

Fuente: MC – DG 2018.

RESULTADO: En este estudio se han utilizado principalmente radios de curvatura superiores a 95 metros, por lo que se han descartado las curvas de transición y se han utilizado únicamente curvas geométricas.

4.1.4.9. Pendientes.

a) Pendientes mínimas

Para esta tesis se considerará un valor de pendiente mínima del 0.50%.

b) Pendientes máximas

Cuando se presenten ocasiones de aumento en continuidad por ejemplo del ascenso continuo y el tangente alcance valores mayores al 5%, se hará uso a cada 03 km., una parte de descanso con longitudes no menores a 500 metros y pendientes que no sobrepasen el 2%.

Por lo tanto, se emplearán pendientes de 08%.

Las pendientes máximas están en relación con la VD, como en el siguiente cuadro se detalla.

Figura 17: Pendientes máximas (%).

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Vehículos/día	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
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	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		
90km/h	4,50	4,50	5,00		5,00	5,00	6,00		5,00	5,00			6,00				6,00	6,00		
100km/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: MC – DG 2018.

RESULTADO: La pendiente máxima será 8%.

4.1.4.10. Curvas verticales.

Las transiciones verticales permiten la conexión continua de segmentos de sub-rasante o rasante cuando existe una diferencia de pendiente superior al 1% en carreteras pavimentadas y del 2% en el resto. Esta conexión se define mediante la siguiente expresión.

Figura 18: Las valoraciones del índice k se utilizan para estimar la longitud de la curva vertical convexa en carreteras de tercera categoría.

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	65	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: MC – DG 2018.

Figura 19: Las valoraciones del índice k se utilizan para estimar la longitud de la curva vertical cóncava en carreteras de tercera categoría.

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	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

Fuente: MC – DG 2018.

RESULTADO: Debido a las curvas presentes en el trazado, se utilizará un elemento de coeficiente de curvatura (k) de 9 y se mantendrá una visibilidad de separación de parada de 50 metros.

4.1.4.11. Calzada.

RESULTADO: Se elegirá un camino con una anchura de 6,60 metros para su uso.

4.1.4.12. Bermas.

RESULTADOS: El ancho de la berma.

4.1.4.13. Bombeo.

En carreteras que no tienen pavimento, se tendrá en cuenta un porcentaje de bombeo del 2% al 3%.

En la presente Tesis, la calzada posee un bombeo de 2% y existen bermas , y tendrá relación con la pendiente de 0.5%.

4.1.4.14. Taludes.

Las pendientes para las secciones de corte y relleno dependerán de la estabilidad del terreno en el que se realizará el proyecto. Dichas pendientes serán determinadas de acuerdo a las tablas correspondientes:

Tabla 8:

Valoraciones de referencia para taludes en corte (relación H: V).

Clasificación de materiales de corte		Roca Fija	Roca suelta	Material Grava	Limo Arcilloso o arcilla
Altura de Corte	< 5 m	1:10	1:6 -1:4	1:1 – 1:3	1:1
	5-10 m	1:10	1:4 -1:2	1:1	1:1
	>10 m	1:8	1:2	*	*

Fuente: MC – DG 2018.

Tabla 9:*Taludes de referencia en zonas de relleno (terraplenes).*

MATERIALES	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
Gravas, limo arenoso y arcilla	< 5	5-10	>1
	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: MC – DG 2018.

4.1.5. Diseño de pavimentos.

Según los resultados de los ensayos de laboratorio proporcionados (consultar Anexos), se obtuvieron valores de CBR mayores o iguales al 12%.

A continuación, se presentan los valores de soporte del EMS que se realizaron y los que se asumieron de acuerdo a los criterios explicados.

Tabla 10:*CRB de diseño- Tramos diseño*

TRAMOS	PROGRESIVAS (KM)	CBR(%) DE DISEÑO	TIPO DE SUBRASANTE
1	00+000 Al 01+000	18.30	S-3
2	01+000 Al 02+000	18.30	S-3
3	02+000 Al 03+000	12.40	S-3
4	03+000 Al 04+000	18.30	S-3
5	04+000 Al 05+720	18.30	S-3

Fuente: Elaborado por autor.

Tabla 11:

Categorización de subrasante.

Categorías de Subrasante	CBR
S0: Subrasante Inadecuada	CBR <3%
S1: Subrasante Pobre	De CBR ≥3% A CBR <6%
S2: Subrasante Regular	De CBR ≥6% A CBR <10%
S3: Subrasante Buena	De CBR ≥10% A CBR <20%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR ≥20% A CBR <30%
S5: Subrasante Excelente	De CBR ≥30%

Fuente: MC - DG 2018

RESULTADO: La subrasante de vía se ubican en categorización S3: Sub Rasante Buena.

4.1.5.1. *Espesor del Pavimento, base además de subbase granular.*

En la construcción del pavimento, se consideraron las demandas a las que está expuesta la carretera en estudio, así como las necesidades a cubrir y la viabilidad económica del proyecto. Debido a esto, se optó por utilizar solo dos diseños de base granular (afirmado), los cuales serán diseñados a continuación.

Figura 20: Catálogos de capas de afirmado (Revestimiento granular)

CATALOGO DE CAPAS DE AFIRMADO (REVESTIMIENTO GRANULAR)				
PERIODO DE DISEÑO 10 AÑOS				
EE CBR %	Tnp1	Tnp2	Tnp3	Tnp4
	< 25,000	25,001-75,000	75,001-150,000	150,001-300,000
CBR < 6%				
	20cm	25cm	25cm	25cm
6% < CBR < 10%				
	20cm	25cm	25cm	30cm
10% < CBR < 20%				
	20cm	25cm	25cm	30cm
20% < CBR < 30%				
	15cm	15cm	15cm	15cm
CBR ≥ 30%				
	10cm	10cm	10cm	10cm

Fuente: MTC (2018).

Figura 21: Catálogos de capas de afirmado (Revestimiento granular)

N + 0.00	Afirmado	e = 150 mm	CONFORMACION DE PAVIMENTO	
	Sub - Rasante	Nivel Superior de la Subrasante Perfilado y Compactado al 95% de la MDS	CAPA DE RODADURA	15.00
			BASE	20.00
			SUB BASE	20.00

Fuente: MTC (2018).

4.2. Docimasia de Hipótesis

Hipótesis planteada:

El Diseño de infraestructura vial en el camino vecinal tramo Sector la Pampa- centro poblado Nuevo Laredo – Laredo –Trujillo – La Libertad, será de acuerdo a lo indicado en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018.

Por tanto, de acuerdo a el análisis de resultados, se observa que el diseño de infraestructura vial en el camino vecinal tramo Sector la Pampa- centro poblado Nuevo Laredo – Laredo –Trujillo – La Libertad, no cumple en su totalidad con el manual DG-2018. Debido a que la carretera en estudio es un camino vecinal, con IMDA < 400 vehículos/día, se hizo uso para el diseño los parámetros establecidos para una carretera de tercera clase.

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Esta investigación se basa en las medidas actuales del Diseño Geométrico del año 2018, las cuales proporcionan una serie de consideraciones para llevar a cabo el análisis.

Para el Diseño Geométrico de la vía, es requerido considerar datos fidedignos de diversos proyectos elegidos anteriormente para conseguir apropiados hallazgos como lo efectuó (Gutiérrez Rojas, 2019) en su tesis, realizó la topografía de la zona determinándose una superficie accidentada tipo 3, teniendo porcentajes longitudinales similares a nuestro proyecto.

El DG categorizó la carretera como un camino vecinal, con un ancho de calzada de 4 metros y una pendiente máxima del 10%. La VD fue de 20 km/h y se estableció un radio mínimo de curvatura horizontal de 25 metros, a diferencia de (Murillo Home, 2019) En su investigación titulada “Rediseño Geométrico y Mejoramiento del camino vecinal Gualea Cruz- Urcutambo”, donde su diseño cuenta con velocidades mayores a nuestro diseño, pero respetando la pendiente longitudinal máxima del 10%.

La investigación realizada por el autor (Ramírez Guerrero & Rodas Tenazoa, 2019), “Estudio definitivo de la rehabilitación del Camino Vecinal San Juan – La Unión L= 7.673 Km., Distrito Tres Unidos, Provincia Picota - San Martín”; efectuó el DG de ruta detallada, teniendo un espesor de afirmado de 20 cm, a diferencia de nuestra zona de estudio, donde muestra mejor sub rasante y solicitando espesores de 15 cm de afirmado.

CONCLUSIONES

El proyecto geométrico de la ruta de la vía es el conjunto de los estudios y ensayos en campo para obtener el análisis y cálculos del alineamiento vertical y horizontal del sector.

Se realizó un estudio de tráfico en la zona, en la cual tuvimos la estación principal /E-01 ubicada en el cruce con la Merced III etapa sector A, para elaborar el planeamiento de la proyección de vías y determinar las características geométricas de carácter general que debería tener nuestra carretera, que, en este caso, optamos por una carretera de tercera clase.

Se diseñó el pavimento de acuerdo a las cargas en determinadas situaciones o condiciones ambientales, en este caso se coloca un espesor de 0.20 m de base y 0.20 m de subbase y quedara en afirmado en capa subrasante.

Se realizó el levantamiento topográfico de la zona de estudio, con lo cual se determinó que: El tipo de terreno es ondulado, se clasificó de acuerdo al MC DG-2018.

El suelo del terreno en estudio presenta un CBR al 95%, dándonos valores de 12.00% y 18.3% en todo el terreno de estudio (Subrasante), de esa forma se determinó que contamos con el terreno en un estado bueno, con una capacidad óptima de soporte.

Se llevó a cabo el estudio de DG siguiendo las pautas del Manual, enfocado en una Carretera de tercera clase, con un IMDA inferior a 400 vehículos al día, teniendo en cuenta las características del terreno y las dimensiones mínimas requeridas para la vía en cuestión. Se decidió utilizar un ancho de calzada de 6.60 metros, y berma de 1.20 metros, y una velocidad de diseño de 40 km/h, y se estableció un límite máximo de pendiente del 8%. Los demás parámetros de la carretera se especifican en los capítulos anteriores del informe.

RECOMENDACIONES

Por factores económicos se recomienda la utilización del material de relleno al suelo que proviene de los cortes de movimiento de tierra y que esté libre de residuos orgánicos.

Se recomienda la realización de un mantenimiento de prevención y rutinario en épocas imprescindibles, y de esa forma prevenir daños mayores en la vía de estudio.

Hacerle mantenimiento periódico, tratando de prevenir posibles deterioros en la plataforma, estos daños pueden ser causados por lluvias desprendimientos de rocas debido a taludes mal estabilizados en tramos muy próximos a ríos o quebradas.

Reparar con prontitud, la presencia de huecos y/o ahullamientos, causados por el tráfico pesado de vehículos de alto tonelaje, que suelen transportar minerales, madera, ganado etc.

Hacerle un mantenimiento de pintado de señalizaciones, ya que con el pasar del tiempo y por el factor climático estos se deterioran más rápidamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERU SUCURSAL TRUJILLO. (Agosto de 2021).

Departamento de Estudios Económicos de la Sucursal Trujillo. Obtenido de

<https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Trujillo/la-libertad-caracterizacion.pdf>

Castro Jaimes, W. E. (2019). *Construcción de una infraestructura vial y Transitabilidad en las vías asociación de vivienda “Las Américas” distrito de Vegueta – Huaura – Lima, 2019*. Huacho. Obtenido de

http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/3620/TESIS%20TERMINADA_CASTRO%20JAIMES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ComexPerú. (28 de Febrero de 2020). *INFRAESTRUCTURA VIAL: GOBIERNOS SUBNACIONALES ESTANCADOS-Semanario 1021-Economía*. Obtenido de

<https://www.comexperu.org.pe/articulo/infraestructura-vial-gobiernos-subnacionales-estancados#:~:text=Seg%C3%BAn%20cifras%20del%20MTC%2C%20el,de%20v%C3%ADas%20pavimentadas%20en%202018.>

El Peruano. (10 de Febrero de 2006). Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial. *El Peruano*, 12. Obtenido de <https://www.proviasdes.gob.pe/Normas/Proyecto.pdf>

Fajardo, L. (10 de Junio de 2015). *BBC NEWS-MUNDO*. Obtenido de

https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/06/150609_economia_mejores_peores_carreteras_if

Fajardo, L. (12 de Junio de 2015). *Forum Económico Mundial*. Obtenido de

<https://es.weforum.org/agenda/2015/06/a-latina-los-paises-con-mejores-y-peores-carreteras/>

Gutierrez Rojas, O. W. (2019). *“DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE UN CAMINO VECINAL, DEL DISTRITO DE COCHORCO, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD 2019”*.

Universidad Privada de Trujillo, La Libertad, Trujillo. Obtenido de <http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/278>

- Huanca Peralta, J. R., & Llatas Tello, W. (2020). *Diseño de infraestructura vial tramo San Antonio km 0+000 al km 11+736, El Porvenir, Aramango-Bagua-Amazonas 2019*. Chiclayo.
- Humpiri Pineda, K. (2015). *ANÁLISIS SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES PARA EL MANTENIMIENTO DE VÍAS EN LA REGIÓN DE PUNO*. Juliaca. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/249337494.pdf>
- Ministerio de Economía de Finanzas. (2015). *Pautas Metodológicas para el Desarrollo de Alternativas de Pavimentos en la Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Inversión Pública de Carreteras*. Lima: Deposito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú. Obtenido de https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf
- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico*. Lima, Lima. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico*. Lima. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-02-18%20Dise%C3%B1o%20Geométrico%20DG-2018.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones-Dirección Gral de Caminos y Ferrocarriles. (10 de Febrero de 2006). Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial. *El Peruano*, pág. 12.
- Murillo Home, H. A. (2019). *Rediseño Geométrico y Mejoramiento del camino vecinal Gualea Cruz-Urcutambo*. Quito. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/17657/Tesis%20Redise%C3%B1o%20Geom%C3%A9trico%20y%20Mejoramiento%20del%20camino%20vecinal%20Gualea%20Cruz-Urcutambo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ositran. (22 de 8 de 2022). Obtenido de <https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiirTyHpKr7AhXMI7kGHZs7CWAQFnoECBAQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.ositran.gob.pe%2Fanterior%2Fnoticias%2Finversion-infraestructuras-transporte-supera-usd-325-millones-en-2022%2F&usg=AOv>
- Parrado Méndez, A. F., & García Home, A. M. (2017). *“Propuesta de un Diseño Geométrico Vial para el Mejoramiento de la Movilidad en un Sector Periférico del Occidente de Bogotá”*. Bogotá. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15217/1/PROPUESTA%20DE%20UN%20DISE%C3%91O%20GEOMETRICO%20VIAL%20.docx.pdf>
- Pérez Díaz, H. O., & Vergel Olano, G. (2019). *Diseño de infraestructura vial para mejorar el nivel de servicio de la carretera de Incahuasi – CP. La Tranca (16+00km), Ferreñafe*. Chiclayo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/41979>

Perú Construye. (05 de 04 de 2022). *Ositrán: Inversión en infraestructura de transporte fue de US\$ 166.9 millones a marzo*. Obtenido de <https://peruconstruye.net/2022/05/04/inversion-en-infraestructura-de-transporte-supero-los-us-166-9-millones-en-2022/>

Ramírez Guerrero, J. J., & Rodas Tenazoa, S. C. (2019). *Estudio definitivo de la rehabilitación del Camino Vecinal San Juan – La Unión L= 7.673 Km., Distrito Tres Unidos, Provincia Picota - San Martin*. Tarapoto. Obtenido de <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3332/CIVIL%20-%20John%20Jhander%20Ram%C3%ADrez%20Guerrero%20%26%20Steven%20Cristian%20Rodas%20Tenazoa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rodríguez Armas, J. F. (2015). *“Estudio y Diseño del Sistema Vial de la “Comuna San Vicente de Cucupuro” de la Parroquia Rural de El Quinche del Distrito Metropolitano de Quito, provincia de Pichincha”*. Quito-Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2156/1/T-UIDE-1233.pdf>

Tello Sinarahua, K. (2021). *“PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y SU RELACIÓN CON LA MEJORA DE LA TRANSITABILIDAD EN LA CARRETERA CACATACHI –RUMISAPA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”*. Universidad Científica del Sur, San Martin, Tarapoto. Obtenido de <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1786/TELLO%20SINARAHUA%20KATERYN%20-%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

1. Instrumentos de recolección de datos: Encuesta



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Encuesta de opinión ciudadana

Objetivo: Recopilar información de la población en aprobación del proyecto “DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL CAMINO VECINAL TRAMO SECTOR LA PAMPA- CENTRO POBLADO NUEVO LAREDO – LAREDO – TRUJILLO – LA LIBER TAD”

I) Introducción.

- Marque con una X, la alternativa elegida.

II) Datos generales:

fecha de la encuesta				N°.....	
a)	Sexo	Masculino	()	Femenino	()
b)	Zona de residencia	Urbana	()	Rural	()
c)	vivienda	propia	()	Arrendada	()
		otro	()	
d)	Nivel de instrucción	Ninguno	()	Superior	()
		Primaria	()	Otros	()
		secundaria	()		
e)	Nivel de Ingreso Familiar Mensual				()
		S/1,000.00	A	S/2,500.00	()
		S/2,500.00	A	más	()
f)	Considera que es necesario un proyecto de Pavimentación en la trocha carrozable de la Pampa			Si	()
				No	()
				Tal vez	()

III) Contenido:

Nº	PREGUNTA	RESPUESTA	CODIGO
1	¿Considera que construcción de una nueva carretera beneficiara al Sector?	Si	()
		No	()
2	¿Cree que beneficiara Económicamente a la zona de La Pampa?	Si	()
		No	()
3	¿ La creación de una nueva carretera hará que el tráfico se descongestione?	Si	()
		No	()
4	¿Cree que facilitara al Sector Educación y Salud la implementación de una nueva carretera?	Si	()
		No	()
5	¿Cree que el proyecto beneficiara a la población en cuanto a la seguridad vial?	Si	()
		No	()

2. Evidencias de la ejecución de la propuesta

Galería de Fotos del Sector

Estado Actual del camino vecinal, no Representa mantenimiento.



Captura de Inicio del Camino del Sector La Pampa.

