



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Mejoramiento de la infraestructura vial entre el Desvío Frontón
Bajo y Caserío Frontón Bajo, Virú, La Libertad, 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Chacha Cerna, Miguel Ángel (ORCID: 0000-0002-5186-7021)

Córdova Arteta, Bruno Rafael (ORCID: 0000-0001-8571-4923)

ASESORES:

Mg. Villar Quiroz, Josualdo Carlos (ORCID: 0000-0003-3392-9580)

Mg. Horna Araujo, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-3674-9617)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Construcción Sostenible

Diseño de Infraestructura Vial

TRUJILLO – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios, por ser quien guía mis pasos a cada instante, a mis padres; por ser mi fortaleza y apoyo a lo largo de toda mi vida, a mis tíos y familia en general; por su apoyo incondicional en todo momento, a todos mis hermanos de la Iglesia por las palabras de aliento que me brindaban cada día para que siga adelante.

Córdova Arteta, Bruno Rafael

A Dios, por ser quien guía mis pasos a cada instante, a mis padres; por ser mi fortaleza y apoyo a lo largo de toda mi vida, a mis tíos y hermanos por siempre confiar en mí; por su apoyo incondicional en todo momento, a todos mis amigos de la universidad por brindarme su apoyo.

Chacha Cerna, Miguel Ángel

Agradecimiento

Agradezco primeramente a Dios, por su inmensa misericordia, por iluminar y guardar mi camino, a mis padres, por estar siempre conmigo en todos los momentos difíciles que he atravesado, a mi familia y hermanos de la Iglesia en general por ponerme en sus oraciones cada día, a nuestro asesor por ser la parte esencial para que este proyecto se realice con éxito, a los docentes de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, por las enseñanzas que me brindaron a lo largo de mi carrera profesional.

Córdova Arteta, Bruno Rafael

Agradezco a nuestro asesor por ser la parte esencial para que este proyecto se realice con éxito, a los docentes de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, por las enseñanzas que me brindaron a lo largo de mi carrera profesional.

Chacha Cerna, Miguel Ángel

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de Figuras	x
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	9
III. METODOLOGÍA	25
3.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación	25
3.1.1. Enfoque de investigación.....	25
3.1.2. Tipo de investigación	25
3.1.3. Diseño de investigación.....	26
3.2. Operacionalización de variable	26
3.2.1. Variable	26
3.2.2. Matriz de clasificación de variable.....	27
3.3. Población, muestra y muestreo	27
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
3.5. Procedimientos	31
3.6. Método de análisis de datos.....	42
3.7. Aspectos éticos	42
3.8. Desarrollo del proyecto de investigación	43
IV. RESULTADOS	86

V. DISCUSIÓN.....	96
VI. CONCLUSIONES.....	101
VII. RECOMENDACIONES.....	103
REFERENCIAS.....	104
ANEXOS.....	110

Índice de tablas

Tabla 1. Soluciones generales de mejoramiento de vías de BVT (según la CAF).....	13
Tabla 2. Calicatas según tipo de carretera.....	16
Tabla 3. Numero de ensayos de Mr y CBR.....	17
Tabla 4. Categoría de subrasante.....	17
Tabla 5. Inclinationes máximas del talud interior de la cuneta.....	18
Tabla 6. Dimensiones mínimas.....	19
Tabla 7. Factores de distribución direccional y de carril.....	20
Tabla 8. Valores de bombeo de la calzada.....	21
Tabla 9. Valores de radio a partir de los cuales no es necesario peralte.....	21
Tabla 10. Valores de peralte máximo.....	22
Tabla 11. Peralte mínimo.....	22
Tabla 12. Esquema de investigación.....	26
Tabla 13. Matriz de clasificación de variables.....	27
Tabla 14. Instrumentos y validación.....	29
Tabla 15. Rangos de la velocidad de diseño y clasificación de la carretera por demanda y orografía.....	36
Tabla 16. Longitudes de tramos en tangente.....	36
Tabla 17. Longitud mínima de curva de transición.....	37
Tabla 18. Radios con los que se puede desistir de la curva de transición en carreteras de tercera clase.....	38
Tabla 19. Radio exterior mínimo correspondiente a un radio interior adoptado..	40

Tabla 20. Longitud de transición del peralte según velocidad y posición del eje del peralte.....	40
Tabla 21. Coordenadas iniciales y finales de la carretera en mejoramiento.....	45
Tabla 22. Estaciones con sus coordenadas UTM.....	45
Tabla 23. Localización de calicatas.....	46
Tabla 24. Resumen de Clasificación SUCS y AASHTO.....	47
Tabla 25. Contenido de Humedad.....	48
Tabla 26. Ensayos Proctor Modificado.....	49
Tabla 27. Ensayos de CBR.....	49
Tabla 28. Precipitaciones máximas mensuales y anuales.....	51
Tabla 29. Registro pluviométrico mediante el método Gumbel.....	53
Tabla 30. Calculo de las láminas para distintas frecuencias.....	54
Tabla 31. Valores concluidos para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas.....	54
Tabla 32. Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias.....	55
Tabla 33. Intensidades de lluvia para diferentes tiempos de duración.....	55
Tabla 34. Periodo de retorno para T = 2 años.....	56
Tabla 35. Periodo de retorno para T = 5 años.....	57
Tabla 36. Periodo de retorno para T = 10 años.....	57
Tabla 37. Periodo de retorno para T = 25 años.....	58
Tabla 38. Periodo de retorno para T = 50 años.....	58
Tabla 39. Periodo de retorno para T = 75 años.....	58
Tabla 40. Periodo de retorno para T = 100 años.....	59

Tabla 41. Periodo de retorno para T = 500 años.....	59
Tabla 42. Resumen de aplicación de regresión potencial.....	60
Tabla 43. Regresión potencial.....	60
Tabla 44. Intensidad – Tiempo de duración – Periodo de retorno.....	61
Tabla 45. Intensidad – Tiempo de duración – Periodo de retorno.....	61
Tabla 46. Precipitación anual.....	62
Tabla 47. Datos del conteo vehicular.....	65
Tabla 48. Índice medio diario anual encontrado.....	66
Tabla 49. Factor Camión Promedio.....	67
Tabla 50. Ejes Equivalentes.....	69
Tabla 51. Numero de acumulado de cargas en un año.....	71
Tabla 52. Evaluación de la orografía.....	73
Tabla 53. Estadísticas según la orografía.....	73
Tabla 54. Numero de repeticiones acumuladas de EE de 8.2t, en el carril de diseño.....	76
Tabla 55. Categorías de la Sub rasante.....	76
Tabla 56. Valores recomendados de Nivel de confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de trafico.....	77
Tabla 57. Desviación estándar para una sola etapa (10 o 20 años).....	78
Tabla 58. Valores del índice de Serviciabilidad Inicial.....	79
Tabla 59. Valores del Índice de Serviciabilidad Final.....	79
Tabla 60. Diferencial de Serviciabilidad.....	80
Tabla 61. Valor del coeficiente estructural.....	82
Tabla 62. Valor del coeficiente de drenaje.....	83

Tabla 63. Espesores mínimos recomendados de Carpeta de rodadura y Base granular.....	84
Tabla 64. Espesores de la capa superficial y base granular (propuesta).....	84
Tabla 65. Verificación que el SNR (Resultado) sea mayor a SNR (Requerido)....	85
Tabla 66. Puntos topográficos con sus coordenadas UTM.....	86
Tabla 67. Estudio completo de mecanica de suelos.....	88
Tabla 68. Precipitaciones máximas.....	89
Tabla 69. Intensidades máximas.....	91
Tabla 70. Intensidades máximas.....	91
Tabla 71. Índice medio diario anual.....	92
Tabla 72. ESAL.....	93
Tabla 73. Parámetros básicos de diseño.....	94
Tabla 74. Diseño estructural del pavimento flexible.....	95

Índice de Figuras

Figura 1. Fórmula para calcular el Índice Medio Diario Anual (IMDA).....	19
Figura 2. Estructura típica de un pavimento asfáltico (flexible).....	23
Figura 3. Diagrama de diseño de investigación.....	26
Figura 4. Esquema de procedimientos.....	31
Figura 5. Dimensiones para camión categoría 2 (C2).....	34
Figura 6. Trayectoria de giro para camión categoría 2 (C2).....	35
Figura 7. Elementos de la curva de transición – curva circular.....	38
Figura 8. Alineamientos de entrada y de salida de la curva de vuelta.....	39
Figura 9. Curva granulométrica.....	42
Figura 10. Tramo de estudio.....	44
Figura 11. Ecuación de la Media.....	53
Figura 12. Ecuación Desviación Estándar.....	54
Figura 13. Ecuación Parámetro de Escala.....	54
Figura 14. Ecuación Parámetro de posesión o moda.....	54
Figura 15. Ecuación de Intensidad Equivalente.....	55
Figura 16. Ecuación de Intensidad Valida.....	61
Figura 17. Curvas IDF.....	62
Figura 18. Ubicación de la estación de conteo vehicular.....	64
Figura 19. Ecuación Índice medio diario anual.....	65
Figura 20. Calculo de Ejes Equivalentes.....	68
Figura 21. Ecuación – Calculo de Factor de crecimiento.....	70
Figura 22. Ecuación – Calculo de ESAL.....	70
Figura 23. Numero estructural requerido mediante Software AASHTO 93.....	81
Figura 24. Calculo de los espesores del pavimento.....	83
Figura 25. Espesores de capas del pavimento.....	95

Resumen

La presente investigación se llevó a cabo en Trujillo, en la Universidad César Vallejo y consistió en realizar un mejoramiento de la infraestructura vial entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo, Virú, La Libertad. El tipo de investigación por diseño es no experimental, transversal, descriptiva y la muestra empleada comprende el tramo entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo (4762m). Para la recolección de datos se empleó las técnicas de observación y análisis documental mediante la utilización de los instrumentos como son las guías de observación y las fichas de datos, posteriormente para el análisis de datos se emplearon softwares. El problema principal se manifiesta al recorrer la carretera (trocha carrozable), puesto que esta no cumple con la norma de Diseño Geométrico – 2018 y a su vez esta se encuentra en mal estado. Se ejecutó el estudio de tráfico en el tramo de estudio, dando como resultado un IMDA de 395 veh/día, un ESAL de 7'520'051. Se realizó el diseño de la carretera en función al IMDA y a la orografía, con los parámetros básicos indicados en la norma DG-2018 para una carretera de tercera clase, con velocidad de diseño de 40km/h.

Palabras clave: Mejoramiento, infraestructura vial, pavimento, Frontón Bajo

Abstract

This research was carried out in Trujillo, at the Universidad César Vallejo and consisted of improving the road infrastructure between the Frontón Bajo detour and Caserio Frontón Bajo, Virú, La Libertad. The type of research design is non-experimental, transversal, descriptive and the sample used comprises the stretch between the Frontón Bajo detour and Caserio Frontón Bajo (4762m). For data collection, observation and documentary analysis techniques were used through the use of instruments such as observation guides and data sheets; later, software was used for data analysis. The main problem is manifested when traveling along the road (dirt road), since it does not comply with the Geometric Design - 2018 standard and is in poor condition. The traffic study was carried out in the study section, resulting in an IMDA of 395 veh/day, an ESAL of 7'520'051. The road was designed according to the IMDA and the orography, with the basic parameters indicated in the DG-2018 standard for a third class road, with a design speed of 40km/h.

Keywords: Improvement, road infrastructure, pavement, Frontón Bajo.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En cualquier parte del mundo, las infraestructuras viales son indispensables, pues constituyen caminos, los cuales, nos dan acceso a diversos lugares. No obstante, gran parte de estas infraestructuras viales se encuentran deterioradas, limitando la conexión que deberían brindar. Al respecto, las causas pueden ser variadas, pero regularmente se debe a una mezcla de defectos en cuanto a diseño, edificación y mantenimiento. Sin embargo, una de las soluciones para esta problemática es plantear un enfoque que mejore la gestión de la red vial; y para ello, es necesario contar con las instituciones del sector público, así como con una determinada colaboración del sector privado. (NU. CEPAL. División de Recursos Naturales e Infraestructura, 2013).

En Argentina, la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) y la ciudad de Córdoba se unieron para concretar el Plan Vial Federal, el cual tuvo como finalidad realizar un mejoramiento de las estructuras viales con trabajos que incluían reconstrucciones, caminos seguros y el aumento de la capacidad de carreteras. Además, se abarcó obras que fueron costeadas totalmente por la DNV, por ejemplo, la Autopista de la Ruta Nacional 19 (entre San Francisco y Rio Primero). (Laboret, 2016).

En Brasil se han construido diversas vías solamente por razones políticas, dejando de lado otras necesidades que estas conllevan, asimismo, ignorando su mantenimiento. Al respecto, la Confederación Nacional de Transporte (CNT) señala que es necesario un mejoramiento de las infraestructuras viales de las carreteras de este país, puesto que, en un informe del año 2012 se concluyó que los pavimentos en este país poseen desperfectos como baches, huecos, grietas, entre otros en su cubierta de asfalto, representándose en un 63%. Asimismo, por ser un país subdesarrollado, el sostenimiento de este tipo de infraestructuras es un dilema constante (Kaipper, 2014).

En Ecuador, el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) indicó en sus últimos reportes que en los últimos ocho años el régimen actual realizó una inversión de más de \$ 8.900 millones en lo que respecta a mejoramiento y construcción de estructuras viales de 9.736 kilómetros, además, también refirió que

el alza de accidentes a nivel nacional se relaciona por la carencia de estas estructuras. Para esto último, se está trabajando en crear políticas viales que posteriormente serán enseñadas a la ciudadanía. Asimismo, el MTOP trabaja por sectores, creando grupos definidos como los sindicatos de choferes, escuelas de porte, e instituciones educativas que capaciten a las personas sobre su rol como peatón (Diario El Manaba, 2021).

En Perú, la viceministra de comunicaciones indicó ante el Foro Anual de Infraestructura, Energía y Minería, que ha sido destinado 9.868 millones de dólares para invertir en el mejoramiento de Red Vial Nacional Peruana que abarca 4.936 kilómetros, y que atraviesa las cumbres de los Andes peruanos y alcanza la Amazonía peruana (Nakagagua, Rosa, 2018).

La Municipalidad Provincial de Trujillo (MPT), llevó a cabo el proyecto “Mejoramiento de la infraestructura vial en las calles de la urbanización Huerta Grande” a cargo de la Gerencia de Obras Públicas. Esta obra tiene como finalidad brindar seguridad en el desplazamiento de las personas de la zona, asimismo, incluye la edificación de 6 mil 472 m² de veredas, 15 mil 400 m² de pavimentos con cubierta de asfalto, 2 mil 382 m² de áreas verdes, más de 1,300 m lineales de sardineles, 812 m² de rampas de concreto y mil 013 m² de pintado de señalización. Todo ello, con un valor referencial de 3 millones 28 mil soles. La duración de las labores será de 90 días y COVIDA será la empresa encargada de la ejecución (Estrada Chávez Luis, 2019).

Para determinar el mejoramiento de la infraestructura vial (finalidad del presente trabajo), se utilizó uno de los manuales de carreteras llamado Manual de Diseño Geometrico – 2018 que contiene parámetros básicos para el diseño de vías, dicho manual es conferido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

(Zavaleta & Damner, 2018) refiere que implementar un sistema alternativo económico permitirá que el tránsito de vehículos, así como el de peatones de la calle Luriama situada en la provincia de Barranca mejore. Estos autores señalaron que su estudio tiene un 70% de confiabilidad ($p=0.000$), que alcanza 0.721 en cuanto a correlación positiva media, y que según el método de diseño de

pavimentos rígidos AASTHO 93, posee 4.0" de espesor (pavimento flexible) y una base de 8".

(Tito, 2014) Encontró que para llevar a cabo el mejoramiento de una calzada se tenía que realzar la subrasante en un promedio 1 metro de altura, restableciendo razonablemente el área de la misma, y de esta manera, recién quedaría en condiciones óptimas.

(Crisólogo & Hernández, 2020) realizó un estudio hidrológico para determinar 13 alcantarillas y 13 cunetas, y utilizando una ficha de recolección de datos obtuvo 271.80 mm de precipitación, y 58.453 mm/hr de intensidad máxima. Asimismo, después de analizar la transitabilidad de vehículos encontró un Índice Medio Diario Anual de 353 veh/día y un ESAL de 2, 782,729.

(Vásquez, 2014) concluyó a través del estudio de mecánica de suelos que la subrasante es de categoría regular puesto que presenta un CBR con un porcentaje bajo de 6.93%, por ello se trabajó en una mejora de las calles considerando los tramos más graves, empleando geo mallas para estabilizar la tierra y subdrenes para la recolección de aguas subterráneas.

En general el mejoramiento de una carretera o de una infraestructura vial se realiza llevando a cabo un rediseño de la vía mejorando sus propiedades físicas, químicas y geométricas teniendo en cuenta la topografía, estudio del suelo, estudio hidrológico, estudio de tráfico y diseño geométrico tomando como guía el manual de carreteras.

Los trabajos para el mejoramiento de la avenida César Vallejo, iniciaron el 10 de febrero del presente año. La reconstrucción de esta vía de suma importancia, la cual tuvo serias afectaciones ocasionadas por el fenómeno El Niño Costero 2017 abarcó un tramo de la av. José María Eguren y la av. Federico Villarreal, para lo cual se destinó una inversión de 6'742,835 soles y estuvo a cargo del Consorcio América con RUC: 20542523825, bajo la modalidad de Concurso Oferta. Se estimó que, en un plazo de 150 días, se intervendrían más de 17 kilómetros, por lo tanto, las labores deberían haber culminado la quincena de julio de este año.

La avenida Miraflores fue mejorada por la Municipalidad Provincial de Trujillo (MPT) luego de haberse encontrado en un estado deficiente durante tres años debido a los siete huaicos que cruzaron la ciudad. El tramo correspondiente fue desde la av. 26 de marzo y la av. España. El 26 de agosto el Gobierno Regional La Libertad, el cual ejecutó la obra, concedió la buena pro al Consorcio Trujillo Norte (RUC: 20559671992); en cuanto a la supervisión de la obra dejaron a cargo a la empresa contratista Coral.

El Gobierno Regional La Libertad (GRLL) junto con la Gerencia de Infraestructura iniciaron la ejecución del proyecto “Mejoramiento De La Carretera Vecinal Panamericana Puerto Morín Provincia De Virú – La Libertad” el 12 de diciembre del año pasado, estimando 240 días para que finalice. Para dicha obra, se valoró 5 millones 109 mil nuevos soles de inversión, y tuvo como finalidad mejorar una extensión de 5,340 Km desde la carretera Panamericana hasta Puerto Morín, considerando labores como construcción de subrasante, colocación de capa de base (hormigón, afirmado) y pavimentación de asfalto de 2 pulgadas en caliente. Los encargados de ejecutar la obra mencionada fue la empresa Consorcio Vial Puerto Morín (RUC: 20560172754), con la supervisión del ING. Juan Amayo Lobato y como Ing. residente Wilder Salazar Alvarado. Asimismo, por motivos de ubicación del área, la obra abarca también el tratamiento de un sector mediante over y un geotextil que protegerá la subrasante de la humedad, así también la construcción de cunetas triangulares, guardavías, señales informáticas, demarcación de pavimentos, postes delineadores y de dos alcantarillas. Además, este proyecto también toma en cuenta el medio ambiente, evitando las acciones que lo dañen, asimismo, la óptima señalización del tránsito, para evitar accidentes en la zona. Se estimó que dicho proyecto debería haber culminado en agosto de este año.

El caserío Frontón Bajo está ubicado a unos 50 km al sur de Trujillo, tiene una altitud de 7 m.s.n.m. y pertenece a la provincia de Virú en el departamento de La Libertad. Para llegar al Desvío Frontón Bajo se llega por la carretera panamericana norte. Esta zona se caracteriza por tener un clima muy seco con poca y casi nula presencia de lluvias. Su población varía de 2000 a 2500 personas y la mayor parte se dedican a la agricultura y ganadería. El tramo entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Fronton Bajo consiste en una trocha carrozable de 4.8 km de longitud

aprox., la cual se encontró en un estado deplorable en cuanto a transitabilidad se refiere, hallándose, además, con hundimientos notorios en plena trocha; también se evidenció en algunos tramos que el ancho de la calzada mide menos de lo establecido (5 metros) y que las curvas son angostas, lo que las vuelve más peligrosas para los conductores. Otra característica resaltante es que todo el trayecto fue construido a base de piedra, haciendo complicada su transitabilidad, pues los conductores tienen que reducir la velocidad de sus vehículos para que no se dañen, lo que ocasiona que el traslado de sus productos se alargue. Todas estas evidencias no se acatan a las normas ya establecidas de diseño geométrico, es por ello que se planteó un nuevo diseño de carretera a nivel asfáltico que sí logre cumplir con los parámetros indicados en las normas de Diseño Geométrico – 2018 y Manual de carreteras: Sección Suelos y Pavimentos.

El presente estudio busca plantear una disyuntiva al problema existente entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo, para lo cual se determinó el mejoramiento de la infraestructura vial de dicho tramo. Este procedimiento se inició con un levantamiento topográfico, el cual nos permitió conocer las características de la carretera con la que se trabajó, seguidamente se analizó el estado del suelo para conocer sus propiedades físicas y mecánicas, y a partir de ahí, determinar si se necesitaba reforzar el mismo. Como tercera acción, se llevó a cabo un estudio hidrológico, que permitió conocer el registro histórico de las precipitaciones de la zona de estudio, posteriormente con los datos antes mencionados se halló las intensidades. En un cuarto estudio se analizó el tráfico y se efectuó el diseño de las proporciones idóneas para la subbase, la base y la cubierta de asfalto. Los procedimientos descritos se llevaron a cabo para poder efectuar un diseño que se acaten a las normas ya establecidas en el manual de carretera vigente. Asimismo, esta investigación fue de aspecto práctico y analítico, pues permitió llevar a la práctica la teoría adquirida.

Es de importancia saber que, de no presentarse este proyecto como una alternativa de solución, la población de la zona sería la más afectada puesto que seguirán teniendo el mismo problema que es una infraestructura vial inadecuada, lo que pone en riesgo la vida de los moradores del lugar ya que están expuestos a accidentes, etc.

1.2. Planteamiento del problema

Se planteó el siguiente problema: ¿Cuál es el mejoramiento de la infraestructura vial entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo, Virú, La Libertad, 2021?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación general

Este trabajo de investigación se realizó para contribuir a mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo; dando como resultado que el grado de seguridad y confort sea mejor, además haciendo que esta vía pueda enlazar a las demás carreteras de una manera apropiada.

Sirvió para contribuir a mejorar la transitabilidad haciendo que los carros no se malogren y el tiempo de viaje de los productos o personas no se prolongue. Además, sirvió porque contribuyo a evitar que el agua de las lluvias provoque erosión, sedimentación y arrastre de material sólido.

Se realizó el mejoramiento de la infraestructura vial entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo, Virú, La Libertad, 2021; el cual se inició realizando el levantamiento topográfico, obteniendo el estudio de mecánica de suelos, elaborando el estudio de tráfico y por último realizando el diseño geométrico de dicha vía.

Los beneficiarios directos al realizarse el mejoramiento de la infraestructura vial entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Fronton Bajo fueron la población vehicular y peatonal de los habitantes de Frontón Bajo. Por otro lado, los beneficiarios indirectos fueron la población vehicular y peatonal de los pobladores que residen a lo largo de la carretera que se mejoró, a su vez también beneficio a la población vehicular y peatonal de las personas que vengan de diferentes partes.

1.3.2. Justificación teórica

Este estudio se justifica en lo teórico, con la finalidad de contribuir con datos que se usen en el mejoramiento de las infraestructuras viales de diversas carreteras. Para llevar a cabo dicho mejoramiento se aplicó conocimientos de Ingeniería Civil tales como la realización y obtención de los estudios antes mencionados y

por consiguiente se llevó a cabo el rediseño de la carretera con la finalidad de contribuir a que la infraestructura vial entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo mejore.

1.3.3. Justificación práctica

El presente trabajo de investigación se justificó de forma práctica ya que contribuyo al mejoramiento de la infraestructura vial entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo, que posee 4.8 Km y que se encuentra actualmente en afirmado y a la vez está en malas condiciones, lo que genera posibles riesgos de accidentes y prolonga los tiempos de viaje debido a su estado de intransitabilidad. Con el mejoramiento de la carretera se procura entregar calidad y buen servicio a la población mediante una infraestructura vial segura que cumpla con todos los parámetros expuestos en la norma DG-2018.

1.3.4. Justificación metodológica

En lo que respecta a lo metodológico, la investigación es cuantitativa, con un diseño no experimental – descriptivo. Entre las herramientas para recolectar información tuvimos: Para los estudios topográfico, hidrológico y de tránsito se realizaron fichas de observación; para el estudio de suelos se empleó una ficha de resumen y para el diseño geométrico de la carretera se hizo mediante el Método AASHTO – 1993.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar el mejoramiento de la infraestructura vial entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo, Virú, La Libertad, 2021.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento topográfico de la infraestructura vial entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo, Virú, La Libertad, 2021.
- Realizar el estudio de mecánica de suelos de la infraestructura vial entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo, Virú, La Libertad, 2021.
- Determinar el estudio hidrológico de la infraestructura vial entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo, Virú, La Libertad, 2021.

- Realizar el estudio de tráfico de la infraestructura vial entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo, Virú, La Libertad, 2021.
- Realizar el diseño geométrico de la infraestructura vial entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo, Virú, La Libertad, 2021.
- Realizar el diseño de pavimento flexible de la infraestructura vial entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo, Virú, La Libertad, 2021.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

El mejoramiento de la infraestructura vial cumple con los parámetros indicados por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, el Manual de Carretera Diseño Geométrico - 2018, logrando brindar un servicio de calidad y seguridad a la población entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo localizado en el distrito de Virú, Provincia de Virú – La Libertad, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

“Estudio de las fallas en los pavimentos rígidos para el mantenimiento y rehabilitación de las vías principales del municipio de Tamalameque Cesar”.

(Sánchez & Machuca, 2015). Analizaron los pavimentos rígidos de la infraestructura vial principal de la municipalidad de Tamalameque César (p.15). Se desarrolló una metodología con un enfoque de investigación aplicada de nivel descriptivo puesto que en este caso corresponde a la evaluación de las principales vías recolectando sus diferentes características (p.30). Para ello, previamente se realizó un diagnóstico que definiera su mantenimiento y rehabilitación, y a partir de ello realizar una observación de los pavimentos para poder determinar su condición física, todo esto dio como resultado la descripción de cada una de las fallas encontradas, sus causas y alternativas de solución (p.32). En efecto, los autores de esta investigación encontraron diversas fallas en los pavimentos rígidos que se seleccionaron. (p.62)

El aporte de este estudio es la utilidad de dos herramientas que usaron los autores para analizar la información recopilada, estas fueron los planos de localización en el programa de AutoCAD y los formatos de recolección de datos de campo. Ambas herramientas fueron necesarias para localizar y medir las fallas, así como para organizarlas y describirlas. Asimismo, los autores incluyeron en su estudio un diseño de espesores de diversas losas, medidas y opciones para mejorar las vías abarcando también una opción económica ajustable al mercado.

“Diseño de infraestructura vial entre los caseríos San Felipe y Corrales, Distrito de Cutervo, Cajamarca”.

(Horna, 2020). Su proyecto fue a nivel de expediente técnico, un diseño de infraestructura vial utilizando el método AASTHO 93 con el fin de vincular dos poblados (p.10). Se desarrolló una metodología de tipo experimental, transaccional, Descriptivo puesto que, al recoger toda la información en un tiempo establecido, no se manipulará las variables (p.11). Para esto, se realizó las labores de campo correspondientes como el levantamiento topográfico, el estudio de mecánica de suelos, el estudio hidrológico y drenaje, y se elaboró el diseño geométrico de la

calzada común (p.15). Las herramientas que utilizaron se seleccionaron de acuerdo a la relevancia de sus objetivos; utilizaron el programa de AutoCAD 3D 2018, S – 10 para el análisis de resultados. (p.24)

El aporte de este estudio es la contribución económica y social a los caseríos beneficiarios, pues el diseño que deja esta investigación ayuda a la reducción de incidentes en las vías, asimismo, a que los pobladores estén seguros al transportarse.

“Diseño de la carretera Cruce Huamanmarca – Loma Linda, distrito de Mache, provincia de Otuzco, departamento de la Libertad”.

(Miñano, 2017). En su estudio, el cual duró 4 meses y se desarrolló en 5 meses se basó en diseñar una carretera en apertura (p.21). Su diseño fue descriptivo, el estudio no tuvo muestra y su población fue la carretera que se diseñó (p.22). Para completar su procedimiento se ejecutaron los siguientes estudios, topográfico, de suelos, hidrológico y finalmente el diseño geométrico de la carretera, con un plan de presupuesto general (p.36). Se logró ejecutar todos los estudios antes mencionados. Además para el análisis de datos se utilizaron los programas de AutoCAD civil 3D, Arcgis y S10 Costos y Presupuestos. (p.127)

El aporte de esta investigación es definitivamente la mejora de la calidad de vida de los pobladores, puesto que va a facilitar que la población tenga acceso rápido a los caseríos mencionados. Además muestra la importancia de los diferentes estudios como el topográfico, suelos e hidrológico en el diseño de una carretera.

“Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad usando el Método AASHTO 93 en la Urbanización Santa Rosa Ventanilla-Callao, 2019”.

(Chuna, 2019). Su investigación tuvo como objetivo mejorar el tránsito utilizando el método AASHTO 93 (p.23). Se utilizó un diseño pre experimental, tuvo una población de 300 metros y 150 metros de lineales de muestra. Para la recolección de datos se usó la norma CE 0.10; y para completar la investigación se realizaron diversos micro estudios como el análisis granulométrico, contenido de sales solubles, contenido de humedad, clasificación SUCS y AASHTO, CBR y Proctor modificado (p.24). Según los datos obtenidos, se halló un CBR de 57.20% en el suelo catalogándose como granular; además, se desarrolló un levantamiento

topográfico y un análisis de tráfico, por el que se determinó que es de transitabilidad ligera (p.31). Con toda esta información se logró obtener una carpeta asfáltica de 3.5”, una base de 6” y una subbase de 4”. Asimismo, según el estudio de tráfico realizado en la Urbanización Santa Rosa, se obtuvo un IMDS de 219 veh/día y un Índice Medio Diario Anual de 226 veh/día, obteniendo resultados un ESAL de 2959712.74”. (p.57)

El aporte de este estudio fue la practicidad y utilidad del método AASHTO 93, el cual brinda los procedimientos necesarios para llevar a cabo proyectos que se relacionan con el diseño de redes viales. Así mismo muestra la importancia del estudio de tráfico a la hora de diseñar el pavimento de la vía.

“Diseño de infraestructura vial tramo ciudad La Peca – caserío San Martín - Cruce Sector Almendra, distrito La Peca, Amazonas”.

(Mejía & Zavala, 2020). Se plantearon como objetivo diseñar una vía que beneficiara a los pobladores de la zona (p.10). Usaron un tipo de investigación descriptivo. Dentro de las herramientas, utilizaron una entrevista que se aplicó a los pobladores que se veían afectados con el diseño de la vía, asimismo, se usó la ficha del conteo vehicular del ministerio de transportes y comunicaciones (p.11). Respecto a los resultados más relevantes se obtuvo la representación gráfica del terreno a través de un levantamiento topográfico, asimismo se encontró con una subrasante de 8%, y se determinó que la carretera era de tercera y de tipo 4 (escarpada) según demanda y orografía (p.16). Finalmente, se diseñó el pavimento usando el método AASHTO 93 y de esta manera cumplir el ESAL correspondiente (p.24).

El aporte de esta investigación es que se debe tener presente que al ejecutar un diseño geométrico se deberá considerar la cantidad de precipitaciones que se da en el lugar en el que se realizará la obra, de la misma manera es necesario definir los riesgos naturales y los que pueden ser ocasionados por las actividades a ejecutar.

“Mejoramiento del diseño de infraestructura vial entre el desvío Charat y distrito de Charat, Otuzco, La Libertad 2020”.

(Crisólogo & Hernández, 2020). Su objetivo fue mejorar el diseño ya estructurado de una vía en Otuzco (p.8). Utilizaron un diseño no experimental, con un muestreo no probabilístico; realizaron un análisis documental para recolectar los datos y como herramienta usaron una ficha de recolección de datos, asimismo sintetizaron la información en tablas (p.31). Los autores encontraron en la carretera hundimientos, curvas cerradas, pendientes muy altas, entre otros desperfectos. Por otro lado, se consiguió establecer según su IMDA de 353 veh que la vía corresponde a una carretera de tercera clase (p.203). Se logró llevar a cabo todos los estudios indicados anteriormente y se logró diseñar el pavimento flexible con una carpeta de 10 cm, una base y subbase de 20 cm. (p.135)

El aporte de esta investigación señala que para realizar un diseño de infraestructura vial debemos realizar diferentes estudios y diseños como el diseño de tránsito, la topografía, estudio de suelo y otros, para realizar un diseño, mejoramiento o rehabilitación se debe hacer mediante las normas técnicas de carretera.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Mejoramiento

El mejoramiento del diseño de infraestructura vial se refiere a la realización de las actividades constructivas imprescindibles para favorecer a una vía ya auténtico que este en buena, regular o mala condición, de mejores condiciones físicas y efectivas de las que poseía anteriormente, con la finalidad de aumentar su capacidad o simplemente entregar un mejor servicio a la población. (Chura, 2014)

2.2.2. Infraestructura Vial

Se caracteriza por estar compuesta por activos físicos con la finalidad de asegurar la transitabilidad vía terrestre de los servicios de transporte tanto de flete como de personas. Por lo tanto, la infraestructura vial es de suma importancia para que la actividad económica en el Perú fluya de manera correcta. (Bendezú, 2008).

Tabla 1. Soluciones Generales de Mejoramiento de vías de BVT (según la CAF)

Grado de conocimiento y nivel de uso	Soluciones estructurales	Soluciones funcionales
Tecnologías universales	Estabilizaciones	Tratamientos superficiales y sellos asfálticos
	Estabilización con cal, Estabilización con cemento, Estabilización con emulsión asfáltica	Sellos de arena, Lechadas asfálticas, Tratamiento superficial simple, Tratamiento superficial doble, Tratamiento superficial múltiple
	Adición de capas estructurales	Supresores de polvo
	Adición de capa estructural de material granular, Hormigones asfálticos y hormigones de cemento portland Adoquines de hormigón o de arcilla cocida	Fog Seal (riego neblina)
Tecnologías innovadoras	Estabilizaciones	Tratamientos superficiales
	Estabilización con asfalto espumado Estabilización con sales/cloruros Estabilización con cenizas Utilización de escorias de procesos industriales Refuerzos con geo mallas o geotextiles, geo celdas Material de reciclaje de pavimentos	Sello del Cabo Sello de Otta
		Supresores de polvo Sales Empedrado** Placa huella
Tecnologías experimentales	Estabilizaciones	Supresores de polvo
	Estabilizaciones químicas con aditivos especiales Asfaltos naturales	Crudos pesados y productos
	Adición de capas estructurales Empleo de residuos sólidos o de residuos industriales Utilización de materiales no estándar (bagazo de caña de azúcar, fibra de cáscara de coco, celulosa, etc.) Otras — Refuerzo de hormigón no tradicional (p.ej. bambú)	

Fuente: Corporación Andina de Fomento.

Por ejemplo, el AggreBind es un estabilizador de suelos, y por su composición química, es un polímero de cebo cruzadas de estireno acrílico, no es corrosivo, no es inestable, interactúa efectivamente con cualquier utillaje de arquitectura y corrección largamente la resonancia de peso y compactación de cualquier carretera (Humpuri, 2018).

Es indiscutible la suma importancia que posee el desarrollo de las diversas infraestructuras de transporte en el crecimiento económico de las diferentes ciudades, y en este entorno las redes terrestres tienen un valor esencial como vías de comunicación para el crecimiento económico de las distintas poblaciones rurales y el progreso de la condición en la que viven los habitantes que moran en estas áreas (Buitrago, 2019).

2.2.3. Rehabilitación

Son todas las acciones de construcción que permiten reponer el estado físico de la carretera a la que fue edificada desde el principio (Chura, 2014).

2.2.4. Carretera

Se define como la estructura que se utiliza para el transporte, y tiene como fin hacer más sencillo la transitabilidad vehicular de una forma que se mantenga en el tiempo y en el espacio, y sobre todo ofreciendo seguridad y bienestar (Cárdenas, 2015).

2.2.4.1. Carreteras de Tercera Clase

Se denominan así a las rutas donde se permite el tránsito de menos de 400 vehículos al día. Se caracterizan, además porque poseen calzadas de dos carriles que miden 3 metros de ancho como mínimo (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

2.2.5. Levantamiento Topográfico

Son todas las acciones que se realizan en el lugar con el objetivo de recopilar la información necesaria para determinar las coordenadas rectangulares de los puntos de la superficie, ya sea en forma directa o por medio de una etapa de operación, con las que se logra conseguir la representación gráfica o plano topográfico del terreno ejecutado, asimismo se logran obtener el área y volúmenes del terreno cuando así se solicite. (Pachas, 2009)

2.2.5.1. Curvas de Nivel

Se refiere a un esquema gráfico en el que se deja plasmado líneas simuladas de la unión de dos puntos que tienen una igual altitud, esto se relaciona al mapa en dos extensiones (x, y), esta se ubica a nivel del mar (Dueñas, 2020).

2.2.6. Estudio de suelos

Son análisis relevantes que se realizan en todo proyecto de redes viales, puesto que permiten que a partir de ello se determinen las características físicas y mecánicas del terreno a mejorar o ejecutar. Este análisis puede realizarse mediante calicatas o por el método de succión; cuando se trata de carreteras se tiene que tomar en cuenta la profundidad de 1.40 metros y la cantidad será considerada según al tipo que pertenece (Manual de carreteras DG-2018).

2.2.6.1. CBR

Se denomina así al ensayo de penetración, el cual permite comprobar la capacidad que tiene el terreno de soporte, de la misma manera es un aspecto indispensable para ejecutar pavimentos flexibles y pistas que sirven para aterrizajes (Kumar, 2014).

2.2.6.2. Calicatas

Se refieren a las exploraciones o excavaciones que se efectúan en un terreno determinado, y que facilita otros procesos como tomar muestras y la realización de estudios de campo (Obando, 2009).

Tabla 2. Calicatas según tipo de carretera

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-101 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

Fuente: Manual de carreteras: suelos geología, geotecnia y pavimentos.

La toma de muestras se realiza con el fin de ejecutar los ensayos de Módulo de resiliencia (M_r) y CBR. El número de ensayos dependerá del tipo de carretera (Manual de carreteras DG-2018).

Tabla 3. Número de Ensayos de Mr y CBR

Tipo de Carretera	N° Mr y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • 1 Mr cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 1.5 km se realizará un CBR • (*)
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 2 km se realizará un CBR • (*)
Carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Manual de carreteras: suelos geología, geotecnia y pavimentos.

La superficie de la carretera (subrasante) se va a organizar respecto a la proporción de CBR obtenido.

Tabla 4. Categoría de subrasante

Categorías de Sub rasante	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de carreteras: suelos geología, geotecnia y pavimentos.

2.2.7. Estudio hidrológico

Se refiere al análisis que se lleva a cabo con el fin de determinar las propiedades del agua (Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, 2015).

2.2.7.1. Precipitación

Se refiere a la disminución de partículas de agua que provienen del cielo a modo de lluvia durante un determinado tiempo (Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, 2015).

2.2.7.2. Estación climatológica

Son áreas delimitadas y provistas con materiales mecánicos o digitales que tienen como finalidad la recolección de información meteorológica como por ejemplo la temperatura, asimismo, procesa esta información para que posteriormente determine el clima de una zona (Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, 2015).

2.2.7.3. Cunetas

Son conductos que se construyen a lo largo de una carretera para regir la escorrentía superficial y subsuperficial que provienen de las rampas del terreno. Esto se realiza para mantener la buena condición física de la estructura vial (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)

Tabla 5. Inclinationes máximas del talud Interior de la cuneta

V.D. (Km/h)	I.M.D.A (VEH./DIA)		
	< 750		> 750
<70	1:02	(*)	1:03
	1:03		
> 70	1:03		1:04

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

Tabla 6. Dimensiones mínimas

REGIÓN	PROFUNDIDAD (D) (M)	ANCHO (A) (M)
Seca (<400 mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (De 400 a <1600 mm/año)	0.30	0.75
Muy lluviosa (De 1600 a <3000 mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (>3000 mm/año)	0.30*	1.20

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

2.2.8. Estudio de tránsito

Estos se refieren a los estudios que se realiza del tráfico, estos son muy relevantes porque a partir de estos se podrá llevar una planificación y ejecución apropiada de una carpeta de asfalto (Manual de carreteras: suelos geología, geotecnia y pavimentos).

2.2.8.1. El Índice Medio Diario Anual (IMDA)

Se refiere al número de transporte terrestre que circulan al día en un año; y nos brinda información importante para la determinación de las propiedades, la categorización y alternativas de mejoramiento y mantenimiento de una carretera (Manual de carreteras, 2018, p. 92).

$$IMDa = FC \times IMDs$$

Donde:

IMDa = Índice Medio Diario Anual

FC = Factor de corrección estacional

IMDs = Índice Medio Diario Semanal

Siendo el valor del IMDA de 100%

Figura 1. Fórmula para calcular el Índice Medio Diario Anual (IMDA)

Fuente: (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.)

2.2.8.2. Factor direccional y factor carril

El factor de distribución direccional se refiere a la cantidad de transporte pesados que circulan en una determinada dirección o en la misma del tráfico.

El Factor de distribución carril se refiere al carril que tiene la cantidad mayor de EE.

Ambos factores van a depender del número de calzadas, direcciones y carriles por sentido.

Tabla 7. Factores de distribución Direccional y de Carril

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Manual de carreteras: suelos geología, geotecnia y pavimentos

2.2.9. Diseño Geométrico

Se denomina así a las evaluaciones de los elementos físicos, así como a las características de operación vehicular en relación con la estructura vial a través de la ejecución de cálculos geométricos (Navarro, 2011).

2.2.9.1. Alineamiento Horizontal

Se refiere a la proyección de forma plana, en el que el camino está paralelamente expresado por su eje y por sus costados, tanto derecho e izquierdo (Navarro, 2011).

2.2.9.2. Bombeo

Se refiere a una inclinación menor que se ubica transversalmente en las carreteras con la intención de que las aguas que lleguen a la superficie de la misma tengan la facilidad de vaciarse (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)

Tabla 8. Valores de bombeo de la calzada

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	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

2.2.9.3. Peralte

Es una inclinación que se encuentra transversalmente en la curva y que permite contrarrestar la fuerza potencia centrífuga del automóvil (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

Tabla 9. Valores de radio a partir de los cuales no es necesario peralte

Velocidad (km/h)	40	60	80	≥100
Radio (m)	3,500	3,500	3,500	7,500

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

Tabla 10. Valores de peralte máximo

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 o 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 de Carreteras DG-2018

Tabla 11. Peralte mínimo

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 de Carreteras DG-2018

2.2.9.4. Sección transversal

Se refiere a un corte que está atravesado respecto al eje y a distancias de acuerdo al canon. En estos se sitúa las medidas de los elementos que están incorporado de manera interna dentro de la vía (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

2.2.9.5. Pendientes longitudinales y transversales

Se les denomina así a las diversas inclinaciones en los sentidos tanto alargado como atravesado que se encuentran en la carretera y están en relación al eje de la misma (Cárdenas, 2013).

2.2.9.6. Velocidad proyectada

Es la rapidez con la que un vehículo circula por una carretera. Esto tiene el objetivo de que los vehículos transiten de manera óptima (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

2.2.9.7. Perfil Longitudinal

Es el esquema gráfico que especifica el progreso del centro de línea de una carretera encima de un plano vertical, y tiene elementos como los tramos y curvas verticales (Chura, 2014).

2.2.10. Pavimento Flexible

Se refiere a aquella estructura que se compone por una capa de asfalto. Este usa una combinación de agregado grueso o fino, esto se refiere a los materiales como piedra, arena y grava, junto con material graso que se obtiene del petróleo o el asfalto (Ministerio de Economía y Finanzas, 2015).

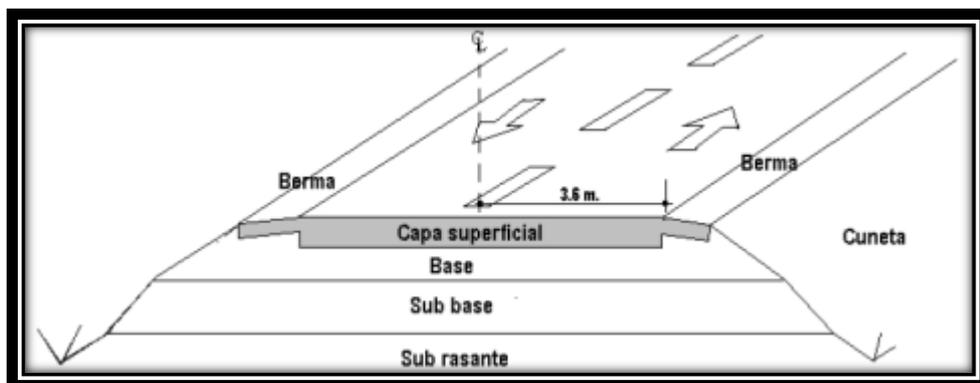


Figura 2. Estructura típica de un pavimento asfáltico (flexible)

Fuente: Monsalve, Giraldo & Maya, 2012.

2.2.10.1. Carpeta Asfáltica

Se le denomina así a la capa de asfalto que recubre un pavimento y su finalidad es conseguir que haya una transitabilidad estable y uniforme del transporte (Monsalve, Giraldo & Maya, 2012).

2.2.10.2. Base

Esta estructura es parte de un pavimento y tiene como rol principal proveer resistencia transmitible a la subbase y a la subrasante, para que la transitabilidad de vehículos logre tener la intensidad apropiada (Monsalve, Giraldo & Maya, 2012)

2.2.10.3. Subbase granular

El buen diseño de esta estructura brindará resistencia para que los materiales de la base y de la subrasante no penetren; por otro lado, también actúa como tamiz de la base evitando que algunos ingredientes de la subrasante mancillen su calidad (Monsalve, Giraldo & Maya, 2012).

III. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación

3.1.1. Enfoque de investigación

El presente trabajo de investigación se efectuó por medio de una metodología deductiva, es decir que se dirige globalmente a lo específico. A la vez esta metodología es cuantitativa ya que la información y resultados conseguidos fueron de condición numérica, de tal forma que se logró cuantificar con sencillez y eficacia.

3.1.2. Tipo de investigación

Esta tesis es cuantitativa, ya que consiste en una agrupación de proceso de manera progresiva y probatoria. Además, se fundamentó en llevar un estudio profundo, asimismo, el cálculo y diseño de una vía (Hernández, 2014).

3.1.2.1. Tipo de investigación por el propósito

Esta tesis es de tipo aplicada, puesto que, se aplicó la actual norma DG-2018 para el rediseño geométrico de la vía. Por otro lado, para realizar el diseño se consideró el Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos y el AASHTO 93.

Las investigaciones aplicadas se caracterizan porque accionan frente a un problema detectado, aplicando las diversas teorías y ofreciendo alternativas de solución según las poblaciones a trabajar (Baena, 2017).

3.1.2.2. Tipo de investigación por el diseño

Con respecto al diseño del trabajo de investigación es no experimental, ya que no existió alguna utilización de la variable (Navarro, 2017). Asimismo, se considera descriptiva debido a que se especificó las cualidades del camino carrozable.

3.1.2.3. Tipo de investigación por el nivel

Es de nivel descriptivo, ya que se empleó el rediseño geométrico de la carretera en indagación; con el fin de mejorarla.

Este nivel consiste en seleccionar diversas preguntas, cuantificando independientemente cada una (Bernardo, 2019). Este nivel también

expresa los rasgos más propios, de tal forma que las hipótesis no se verifican de manera experimental (Maya, 2014).

3.1.3. Diseño de investigación

Este estudio es no experimental, ya que únicamente consta de una variable que es el “mejoramiento”, y se entiende entonces que no depende de otra. Además, es transversal porque el estudio se efectuó en un solo periodo. Asimismo, es descriptivo puesto que se detalló las características del rediseño de la carretera a ejecutarse, contemplando la orografía, clase de carretera y la velocidad proyectada con respecto a la misma.

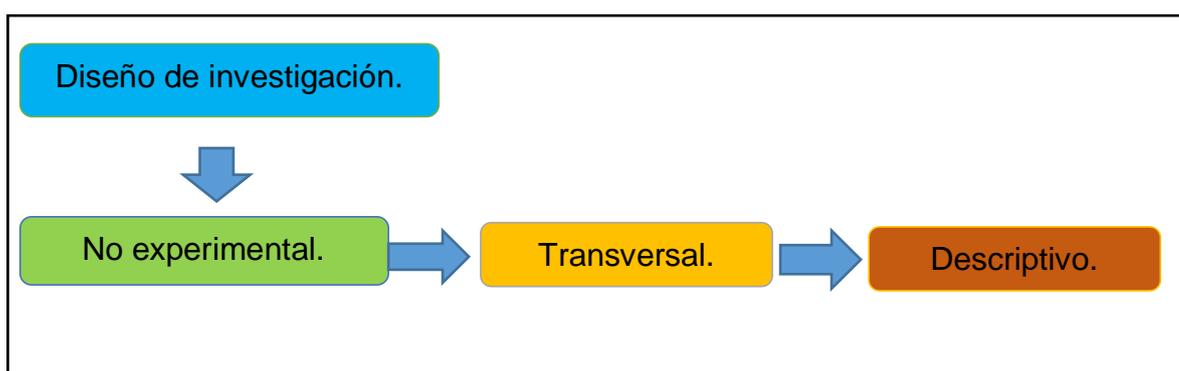


Figura 3. Diagrama de diseño de investigación

Tabla 12. Esquema de investigación

Estudio	T
M	O

M: Infraestructura Vial entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo

O: Mejoramiento

3.2. Operacionalización de variable

3.2.1. Variable

El mejoramiento de una estructura vial se refiere a la realización de las actividades constructivas imprescindibles para proveer a una vía ya existente que este en buena, regular o mala condición, de mejores condiciones físicas y efectivas de las que poseía anteriormente, con la finalidad de aumentar su

capacidad o simplemente entregar un mejor servicio a la población. (Chura, 2014)

3.2.2. Matriz de clasificación de variable

Tabla 13. Matriz de clasificación de variables

Mejoramiento de la infraestructura vial entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo, Virú, La Libertad, 2021					
Variable	CLASIFICACIÓN				
	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Mejoramiento	Independiente	Cuantitativa Continua	Razón	Multidimensional	Indirecta

3.2.3. Matriz de operacionalización de variables

Ver **Anexo 3.1**

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población:

La infraestructura vial en general entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo, Distrito de Virú, Provincia de Virú, Departamento de La Libertad, 2021.

3.3.2. Muestra:

Engloba la infraestructura vial entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón bajo comprendido entre el km 0+000 con coordenada este: 732142.821 y norte: 9070273.410 hasta el km 4+762 con coordenada este: 735923.512 y norte: 9069141.494.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnica de recolección de datos:

En la presente investigación se empleó la observación como técnica de recolección de datos, esto mediante guías de observación y ficha de datos dado que se llevará a cabo todos los estudios indicados en

esta investigación. La técnica de recolección de datos es una parte esencial durante el transcurso de la investigación, pues el investigador se fundamenta en ello para conseguir el mayor número de datos (Cadena y otros, 2019).

3.4.2. Instrumento de recolección de datos:

Estas herramientas nos permiten hacer la medición de las variables del estudio (Hernández, 2014).

Ficha de recolección de datos

Nos sirve para apuntar y registrar toda la información relevante que se vaya recopilando en todo el proceso del estudio (Castro, 2015).

Guía de observación

Es el instrumento que otorga al investigador ubicarse de manera meticulosa en aquello que es objeto de estudio (investigación); además, es el conducto que direcciona la recolección y obtención de información de un acontecimiento o fenómeno. (Criollo, 2021)

- **Levantamiento topográfico**

Se empleó los programas Excel y Google Earth, para exportar los puntos topográficos y hallar la zona UTM que se encuentra la carretera y mediante el software Civil 3d, llevar a cabo las curvas de nivel. La Guía de observación N°1, se encuentra en el (Anexo 4.1)

- **Estudio de mecánica de suelos**

La información del suelo se sistematizó en la ficha de datos N°1, en esta ficha también se encuentran las calicatas ejecutadas. (Ver anexo 4.2)

- **Estudios hidrológicos**

La información hidrológica fue obtenida mediante una estación meteorológica localizada en el distrito de Viru (san José) la cual es gestionada por el proyecto chavimochic, y fue procesa en el programa Microsoft Excel, en el cual se registrará todos los datos que este estudio conlleva, y considerando el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje 2016. (Ver Anexo 4.3).

- **Estudio de Tráfico**

Para contar los vehículos de la carretera se utilizó la Guía de observación N°2. Esto se pudo corroborar con los datos del expediente técnico de la misma zona estudiada, y adaptándose a las normas del M.T.C. (Ver Anexo 4.4).

- **Diseño geométrico**

La construcción digital de la carretera fue plasmada en el programa Civil 3D, ajustándose a la norma DG-2018.

- **Diseño del pavimento flexible**

El cálculo del espesor del pavimento se realizó bajo la guía de AASHTO 93 (Asociación de Administradores de Carreteras de los Estados Unidos); respaldados por el M.T.C.

Tabla 14. Instrumentos y validación

FASES DE LA INVESTIGACIÓN (DIMENSIONES)	INSTRUMENTOS	VALIDACIÓN
Levantamiento topográfico	Guía de observación N°1	Juicio de expertos/Certificado de calibración del equipo topográfico
Estudio de mecánica de suelos	Ficha de datos N°1	Juicio de expertos
Estudio hidrológico	Ficha de datos N°2	Juicio de expertos
Estudio de tránsito	Guía de observación N°2	MTC
Diseño geométrico	-	Manual de carreteras DG-2018
Diseño de pavimento flexible	-	AASHTO – 93

3.4.3. Validación del instrumento de recolección de datos.

La validez se refiere al instrumento que cumple con la medición de la variable, con la que fue creado, en otras palabras, que es efectivo en cuanto a su capacidad de medición (Garrett, 1937).

La Guía de observación N°1 (Ver Anexo 4.1) se utilizó para obtener los datos del levantamiento topográfico que se realizó, esta fue validada por juicios de expertos a cargo de los Ingenieros Villar Quiroz, Josualdo Carlos y Horna Araujo, Luis Alberto.

La ficha de datos N°1 (Ver Anexo 4.2), se empleó para registrar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, esta también fue validada por juicio de expertos en el tema.

La ficha de datos N°2 (Ver Anexo 4.3), se utilizó para registrar la información meteorológica brindada por una estación del Proyecto Chavimochic, fue validada por juicio de expertos en el tema.

La ficha de observación N°2 (Ver Anexo 4.4), formato empleado para el conteo de vehículos, es concedido por el MTC y por consecuente no requiere una validación.

Respecto, al diseño del pavimento propiamente dicho, este está previamente validado por AASTHO-93 y del cual este estudio se ajustará a sus normas.

3.4.4. Confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos técnicos empleados como la estación total para la ejecución del levantamiento topográfico contó con su certificado de calibración, el cual nos da la certeza que los resultados obtenidos son correctos, asimismo los instrumentos técnicos utilizados en el laboratorio de estudio de suelos son de plena confiabilidad y por consecuente se puede afirmar que los resultados obtenidos son verídicos y no contienen errores puesto que es un laboratorio reconocido. Además la mayoría de los instrumentos empleados cuentan con el respaldo de normas e instituciones reconocidas, entre las cuales se pueden mencionar la ASTM, la NTP y el MTC.

3.5. Procedimientos

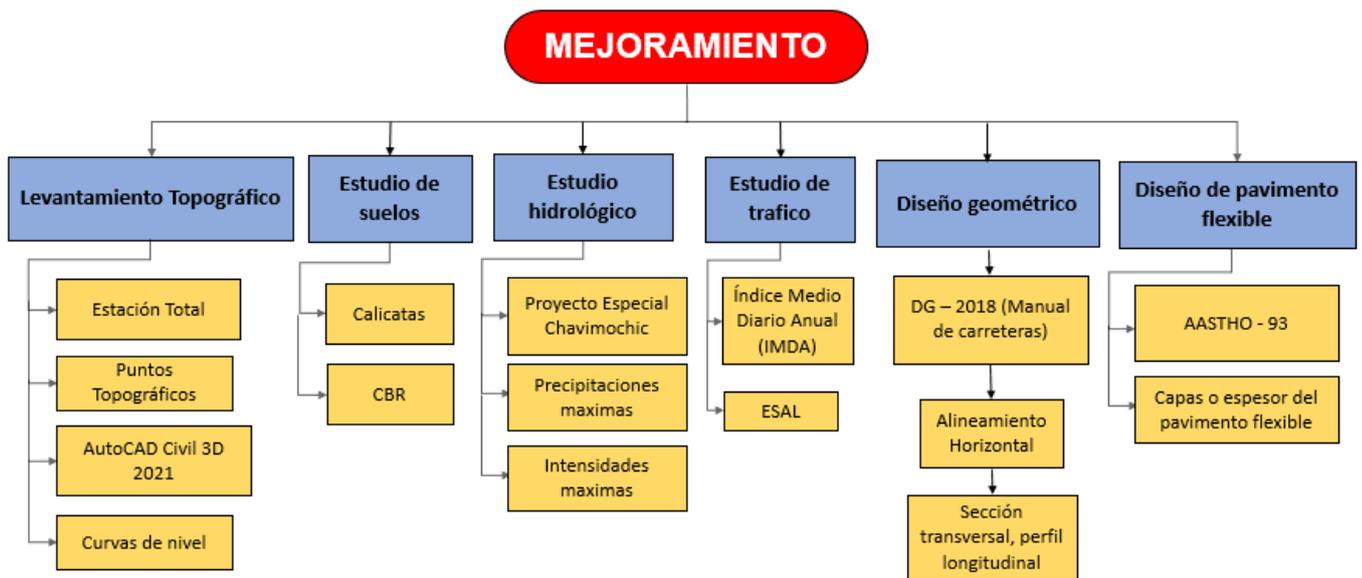


Figura 4. Esquema de procedimientos

3.5.1. Levantamiento topográfico

La topografía abarca una serie de procesos que permiten determinar puntos específicos sobre la superficie de la tierra y debajo de la misma considerando las medidas de estos tres componentes: distancia, elevación y dirección.

En cuanto a este estudio, primero se tomó un punto georreferencial (E1) utilizando un GPS. Posteriormente se pasó a realizar detalles técnicos como configurar las herramientas de trabajo, asimismo, se realizó medidas correspondientes de las coordenadas teniendo como referencia el punto inicial (E1). Los puntos topográficos se tomaron cada 20m y en las curvas 10m, y se realizaron 5 puntos por cada sección, uno en el centro y los demás a los costados de la carretera. Este procedimiento se llevó a cabo en cada cambio de estación. Los datos recopilados se pasan al programa de Excel y luego se pasará al civil AutoCAD. Finalmente se configurará la ubicación y los puntos de forma detallada, se activaron las curvas de nivel y se realizó el diseño geométrico.

3.5.2. Estudio de suelo

Teniendo como referencia el Manual de ensayo de materiales del MTC (2016), las calicatas se ejecutan a la intemperie y su profundidad va a depender del tipo de investigación. La profundidad vertical fue de 5 pies (1,5 m), no obstante, en algunos casos puede variar.

Para la obtención del CBR de la subrasante, según Botía, (2015) se llevó a cabo el siguiente proceso, en primer lugar, se anotaron los valores (peso, altura y volumen) del molde que se usaría. Luego, se preparó las herramientas para la compactación, y tomó en cuenta que la base del molde tenía que estar ajustada. Finalmente, se coloca un disco que sirve para espaciar la base perforada y sobre ella un papel filtro para que el suelo no se adhiriera al disco mientras se compacta.

3.5.3. Estudio hidrológico

Se denomina de esta manera al análisis del agua como sus componentes, propiedades físicas e biológicas y mecánicas, incluyendo el evo transpiración, la humedad del suelo, las precipitaciones, etc. Este proyecto de investigación se basa en los datos hidrológicos y meteorológicos que brinda el Proyecto Especial Chavimochic mediante las estaciones que monitorea a lo largo de la costa liberteña. Por otro lado, se recomienda que para un estudio hidrológico se debe registrar 25 años como mínimo, puesto que esto ayuda a pronosticar sucesos futuros (Dirección de Estudios Especiales, 2014).

Una precipitación se entiende como la concentración de agua en las nubes que cae de estas al suelo de diversas maneras, por ejemplo, lluvias, granizadas, etc.

Los pluviómetros sirven para registrar la elevación de la lluvia en relación con el tiempo, en otras palabras, ayuda a especificar la intensidad de la misma. Por ello, en cuanto a percances hidrológicos es necesario saber esta altura diaria, y esta información la brinda las estaciones meteorológicas (Villón, 2002).

Estos estudios, se emplearon para poder realizar el diseño de canales y alcantarillado, que se obtendrá del Google Earth con esos datos

permitirá obtener las precipitaciones con el cual hallar el tiempo de retorno según el año del proceso finalmente obtener los caudales.

3.5.4. Estudio de tráfico

Este análisis se basó en el Manual para obtener los Volúmenes de Tránsito en Carreteras, 2016. Aunque uno de los procedimientos para este estudio es a través del uso de dispositivos automáticos, en este caso se llevó a cabo una estrategia manual que consistió en la observación constante por personas especializadas (conteo vehicular), por la cual se pudo determinar el número de vehículos que circulan en la carretera. Este proceso incluye aspectos como el tipo, carril, tamaño, etc. Cabe resaltar que el modo manual tiene algunos contras como el que implica mayor tiempo de trabajo (una semana aprox.) por parte de los trabajadores de campo y por ende mayor costo de empleo. La actividad específica que hace el personal especializado es anotar los datos observados de la transitabilidad en la carretera en un formulario conferido por el M.T. que puede ser en papel o de manera digital en una Tablet.

3.5.5. Diseño geométrico

A. El manual de Diseño Geométrico, 2018 señala el croquis geométrico en galanura o vinculación horizontal, el cual está establecido por alineaciones rectas, curvas en forma de círculo y de escalón de portería casual. Se otorgó el proceso interrumpido de los carros en su mayoría, intentando conservar la aceleración de diseño en el mayor tramo virtual posible. El relieve de la superficie es el elemento de adiestramiento del radio de las curvas horizontales y el de la aceleración de proyecto y de la misma manera, controla el espacio de visibilidad. En obras de vías de carreteras distantes se tiene que tomar en cuentecilla la atención de descubrir las carreteras a un nivel diferente o con ejes diferentes.

B. Clasificación de la carretera (CAP I)

a. Clasificación por demanda (SEC 101).

Las carreteras de tercera clase tienen un índice medio diario

anual menor a 400 vehículos por día, y se consideran medios elementales puesto que son de bajo costo (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

b. Clasificación por orografía (SEC 102).

Las carreteras escabrosas tienen pendientes perpendiculares en relación con su eje, situándose entre los parámetros del 51 al 100%; en cuanto a sus pendientes alargadas pueden estar entre el 6 al 8%, y por este motivo muestran entorpecimientos en el trazo (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

C. Controles y criterios básicos para el diseño geométrico (CAP II)

a. Vehículos de diseño (SEC 202)

Para diseñar una carretera se toma en cuenta sus dimensiones, el peso, entre otras particularidades. Asimismo, se tiene que considerar las características de cada vehículo (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

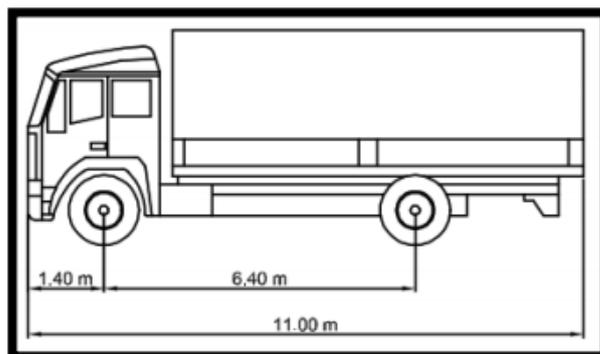


Figura 5. Dimensiones para camión categoría 2 (C2)

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras

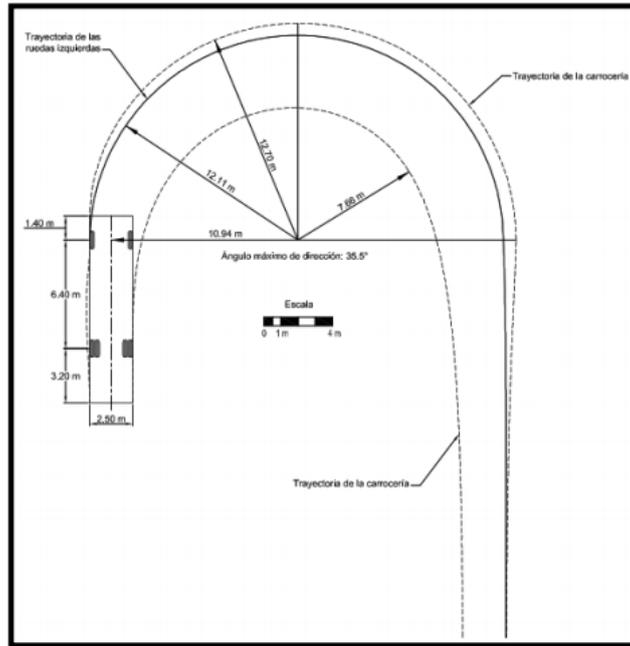


Figura 6. Trayectoria de giro para camión categoría 2 (C2).

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras

b. Velocidad de diseño (SEC 204).

Se refiere a la celeridad de los vehículos que ha sido seleccionada y que se debe tomar en cuenta previamente para el diseño de la carretera. Esto favorece el bienestar de las personas que conducen los vehículos, así como la protección vial de los beneficiarios (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

Tabla 15. Rangos de la velocidad de diseño y clasificación de la carretera por demanda y orografía.

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: Manual de Carreteras

c. Diseño geométrico en planta y perfil

a. Diseño geométrico en planta

1. Tramos en tangente.

Son las partes que un punto específico choca con una zona determinada. Estas siempre van a depender de la celeridad del diseño (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

Tabla 16. Longitudes de tramos en tangente.

V (km/h)	L mín.s (m)	L mín.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: Manual de Carreteras

2. Curvas circulares

Se refieren a las líneas curvas que se encuentran de manera horizontal y circular, teniendo en sus arcadas una circunferencia de un radio y que conexas a dos puntos contiguos (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

3. Curvas de transición

Se les denomina así a las curvas en forma de espiral que se encuentran discontinuadas en el arqueado del trazo. Es por ello, que al momento de diseñarlas deben facilitar de igual manera la comodidad, protección y la parte estética que otros componentes del trazo (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

Tabla 17. Longitud mínima de curva de transición.

Velocidad Km/h	Radio min. m	J m/s ³	Peralte máx. %	A ^{min.} m ²	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

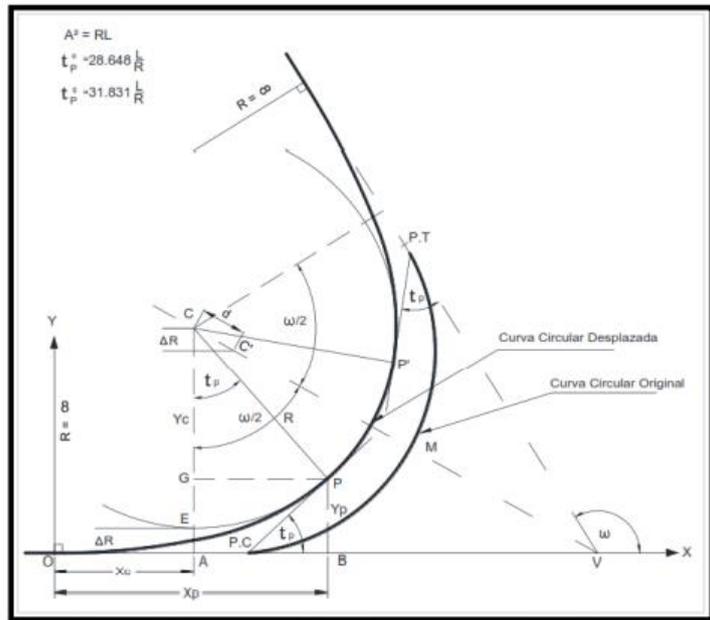


Figura 7. Elementos de la curva de transición-curva circular.

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

La extensión de la espiral no debe ser menos que L_{min} , ni superar el $L_{máx}$ cuando se trate de carreteras de tercera clase o cuando se utilice curvas de transición (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

$$L_{min} = 0.0178 * V^3 R ; L_{max} = (24R) 0.5$$

Tabla 18. Radios con los que se puede desistir de la curva de transición en carreteras de tercera clase.

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

Fuente: Manual de Carreteras

4. Curvas compuestas

Hace referencia a 2 o más curvas simples de diferente radio, pero que a la vez tienen la misma orientación y una va a continuación de la otra. Al respecto, puede reemplazarse curvas compuestas por curvas simples pues son una mejor opción para el tránsito (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

5. Curvas de vuelta

Viene a ser las curvas con radios cortos que se localizan por encima de una pendiente en áreas que se encuentran terriblemente en condición escabrosa y tienen e objetivo de lograr más altitud. Estas tendrían que tener la capacidad para que un camión de 2 ejes circule sin ningún percance, tanto como un auto más liviano (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

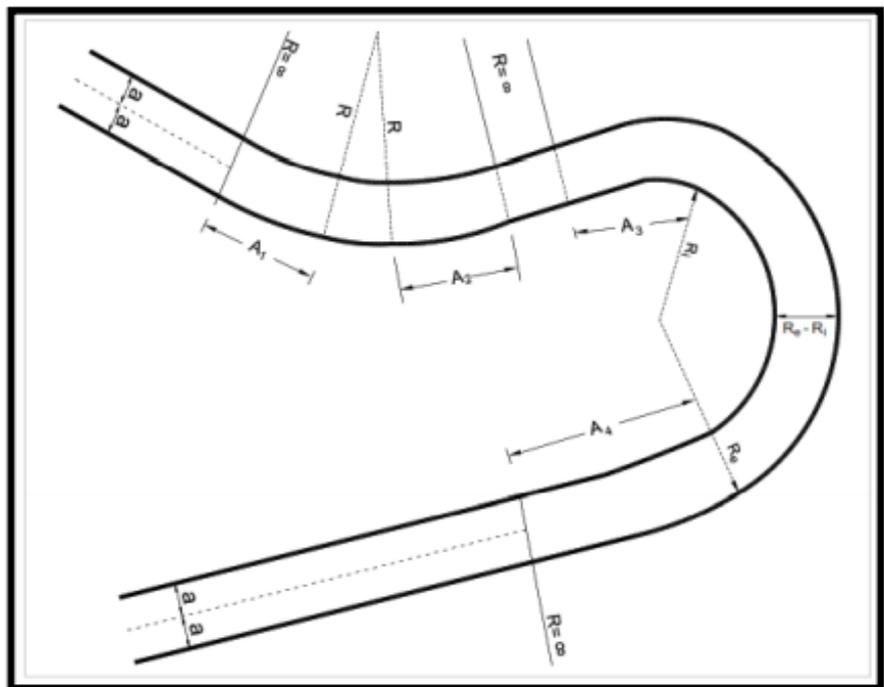


Figura 8. Alineamientos de entrada y de salida de la curva de vuelta.

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.

Tabla 19. Radio exterior mínimo correspondiente a un radio interior adoptado.

Radio interior R_i (m)	Radio Exterior Mínimo R_e (m). según maniobra prevista		
	T2S2	C2	C2+C2
6.0	14.00	15.75	17.50
7.0	14.50	16.50	18.25
8.0	15.25	17.25	19.00
10.0	16.75*	18.75	20.50
12.0	18.25*	20.50	22.25
15.0	21.00*	23.25	24.75
20.0	26.00*	28.00	29.25

Fuente: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.112

6. Transición de peralte

Se refiere al trazado del margen de una carretera en la cual se acrecienta el cambio escalonado de la pendiente. Se ubica entre la zona tangente y la zona peraltada de la curva (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

Tabla 20. Longitud de transición del peralte según velocidad y posición del eje del peralte.

Velocidad específica: 30 km/h
Ancho de calzada o superficie de rodadura: 6 m
Eje de giro al borde de la calzada: 6 m

Peraltes Final Inicial	-2%	-3%	-4%	-5%	-6%	-7%	-8%	-9%	-10%	-11%	-12%
	2%	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52
3%	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60
4%	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64
5%	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68
6%	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72
7%	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76
8%	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80
9%	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84
10%	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88
11%	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92
12%	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96

Fuente: Manual de Carreteras

Cuando el tramo de la curva circular sea menos de 30 m,

las longitudes de transición de peralte se trasladarán, y de esta forma se formará una distancia de 30m con pendiente transversal de forma continua o idéntica al peralte que esté en relación con el radio de la curva circular (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)

3.5.6. Diseño del pavimento flexible

Después de haber conseguido el CBR gracias al análisis de suelos, así como el análisis de tráfico (IMDA) y con el software Ecuación Aashto 93, se ejecutó el diseño del pavimento flexible para un ciclo de 20 años. Se eligieron dos factores, el direccional (Fd) y el de carril de diseño (Fd). También se especificó el factor de crecimiento anual (Fca), considerando el ciclo de diseño. Estos datos juntamente con el IMDA se logró especificar el factor de ejes equivalentes (EE), que se refiere a la cantidad que han pasado los vehículos, y finalmente se logró diseñar el pavimento flexible ajustándose a las reglas peruanas. Posteriormente, la información recopilada fue procesada en el software Ecuación Aashto 93, con el que se obtuvo también el número estructural (SN), que fueron los espesores totales; los mismos que fueron convertidos a espesores reales que conformaron las diferentes capas del pavimento flexible.

Habiendo tenido como guía el Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2013, se siguieron los siguientes procesos:

- Método AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993.
- Análisis de la performance o comportamiento del pavimento durante el periodo de diseño.

Y se utilizó la siguiente fórmula

$$MR(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$$

3.6. Método de análisis de datos

3.6.1. Instrumento de análisis de datos:

A. Estadística descriptiva

Este estudio fue no experimental y transversal, puesto que se ejecutó en un periodo determinado y el tipo de estadística utilizada fue a nivel descriptivo porque solo se aplicó una variable y los resultados que se van a obtener serán presentados en tablas y gráficos. Para procesar la información recopilada se utilizó fichas estadísticas, las cuales fueron sintetizadas a través de tabulaciones y ábacos, y de esta manera se logre visualizar la variable en cuestión.

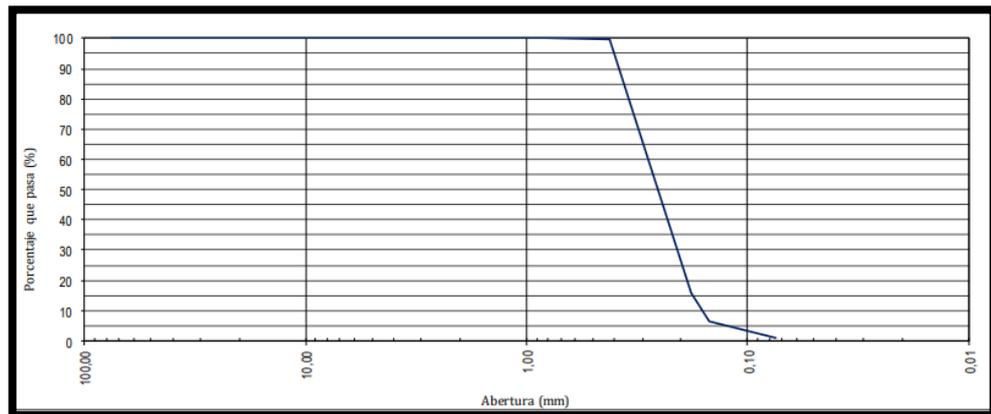


Figura 9. Curva granulométrica.

Fuente: Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto.

Es la representación gráfica del resultado del ensayo granulométrico por tamizado que se obtiene del laboratorio de suelos.

3.7. Aspectos éticos

Este estudio ha tenido diversas referencias como artículos científicos, tesis de pre y pos grado, entre otros, que al encontrarse en diferentes plataformas de estudio se pueden considerar información válida pues previamente han sido examinados por profesionales especializados. Al considerarse el aspecto ético como un punto indispensable, se resalta que esta investigación ha respetado todo lo que ello implica como, por ejemplo, respetar la autoría de toda la información recopilada, haciendo hincapié que

la redacción está sujeta a las normas ISO 690 y 690-2, asimismo que al haber sido examinado por el programa Turnitin deja en evidencia el grado de similitud que tiene, el cual se ajusta a un porcentaje menor de 25 (Ver anexo 9).

3.8. Desarrollo del proyecto de investigación

3.8.1. Levantamiento Topográfico

3.8.1.1. Generalidades

La presente investigación detalla el proceso para ejecutar el levantamiento topográfico, primeramente, se hizo el reconocimiento del terreno en general (tramo en estudio), luego se llevó a cabo el levantamiento empleando una Estación Total para obtener los puntos topograficos, que fueron registrados en el software Microsoft Excel. Además para generar las curvas de nivel se utilizarón los programas Global Mapper y Google Earth. Del mismo modo para realizar el plano topografico se hizo uso del software AutoCAD Civil 3D.

3.8.1.2. Objetivos

Obtener información indispensable de la zona en estudio, así mismo las coordenadas UTM, curvas de nivel y altitudes empleando los diversos softwares con la finalidad de que todo esto se represente en un plano topografico.

3.8.1.3. Ubicación

El trabajo de investigación se ubica entre el Desvio Fronton bajo y Caserio Fronton bajo, Viru, La Libertad.



Figura 10. Tramo de estudio.

Fuente: Google Earth Pro

3.8.1.4. Descripción de la zona de estudio

Se llevó a cabo el recorrido del tramo en mejoramiento, en donde se visualizó una trocha carrozable en pésimo estado, con un ancho de calzada que no estaba acorde a la norma, además se notó la presencia de baches, huecos y curvas cerradas.

3.8.1.5. Procedimientos

Para llevar a cabo el levantamiento topográfico de la trocha carrozable en mejoramiento, previamente se hizo el reconocimiento del terreno en general, además se delimito las áreas de interés y se realizó el plano de ubicación de la carretera antes mencionada (Ver anexo 7.1), posteriormente se requirió de un técnico topográfico, el cual utilizó una estación total de marca Leica – Modelo TS02 Power de serie 1329480 y cuyo número de certificado de calibración de dicho equipo es 54 – 2021 (Ver anexo 8.1) y que sirvió para especificar los puntos topográficos del área. Luego con el procesamiento de los datos obtenidos en campo se crearon las curvas de nivel del terreno natural plasmado en un plano topografico (ver anexo 7.2) empleando el software Civil 3D 2020 Metric.

Tabla 21. Coordenadas iniciales y finales de la carretera en mejoramiento

Coordenadas UTM		
Punto	Este	Norte
Inicio	732142.821	9070273.410
Fin	735923.512	9069141.494

Tabla 22. Estaciones con sus coordenadas UTM

Estación	Este	Norte	Altitud
E1	732142.000	9070269.000	22.000
E2	732201.000	9070236.000	21.000
E3	732399.682	9070084.313	26.044
E4	732585.740	9063334.218	28.094
E5	732626.692	9069922.945	29.222
E6	732748.726	9069822.812	31.138
E7	732808.438	9069787.894	31.708
E8	732750.333	9069647.079	30.133
E9	733032.376	9069576.747	31.383
E10	733000.138	9069364.244	27.744
E11	733225.715	9069230.162	26.600
E12	733316.448	9069186.838	26.268
E13	733551.272	9069051.628	28.235
E14	733740.490	9068928.949	27.646
E15	733798.853	9068880.285	25.222
E16	734079.241	9068994.084	25.824
E17	734333.142	9069107.722	25.631
E18	734552.114	9069076.344	26.287
E19	735030.811	9069001.099	28.765
E20	735097.716	9069144.417	31.541
E21	735436.030	9069275.906	32.868
E22	735503.844	9069220.664	32.526
E23	735613.026	9069198.751	31.769
E24	735821.975	9069193.755	33.242
E25	735901.772	9069227.460	33.099

El cuadro anterior detalla los puntos de las estaciones de la trocha carrozable con sus respectivas coordenadas y altitudes.

3.8.2. Estudio de mecánica de suelos

3.8.2.1. Generalidades

Para el presente estudio de suelos, se extrajo las muestras de las excavaciones (calicatas) a cielo abierto, dichas muestras se enviaron a un laboratorio de suelos (Laboratorio Geotécnico Cecaped Suelos S.A.C) para que se pueda determinar la condición del suelo cumpliendo con lo indicado en el manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, a una profundidad de 1.50 metros.

3.8.2.2. Objetivos

Extraer las muestras de las calicatas y obtener los respectivos ensayos de laboratorio con la finalidad de conocer su CBR.

3.8.2.3. Ubicación de calicatas

En el tramo entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo, se analizaron un total de 15 calicatas, las cuales se distribuyeron 3 calicatas por kilómetro según el reglamento.

Tabla 23. Localización de calicatas

METODO	CALICATA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD (m)
CALICATA	C-01	0+317.46	1.5
CALICATA	C-02	0+634.92	1.5
CALICATA	C-03	0+952.38	1.5
CALICATA	C-04	1+269.84	1.5
CALICATA	C-05	1+587.30	1.5
CALICATA	C-06	1+904.76	1.5
CALICATA	C-07	2+222.22	1.5
CALICATA	C-08	2+539.68	1.5
CALICATA	C-09	2+857.14	1.5
CALICATA	C-10	3+174.60	1.5
CALICATA	C-11	3+492.06	1.5
CALICATA	C-12	3+809.52	1.5

CALICATA	C-13	4+126.98	1.5
CALICATA	C-14	4+444.44	1.5
CALICATA	C-15	4+762.00	1.5

3.8.2.4. Ensayos de laboratorio

Una vez extraído las muestras, estas se mandaron a un laboratorio (Laboratorio Geotécnico Cecaped Suelos S.A.C) para los respectivos ensayos como determinar los Ensayos de Propiedades Físicas: granulometría, límites de Atterberg (límite líquido y límite plástico), Peso específico de los sólidos , contenido de humedad natural y Clasificación de Suelo (SUCS), todos estos con el objetivo de determinar los Perfiles Estratigráficos; además, se realizaron los Ensayo de Compactación, ensayo del CBR ((California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California).

Se concluye según el ensayo granulométrico por tamizado que al momento de clasificarlo por la clasificación SUCS tenemos un suelo SP (arena mal graduada) en las calicatas c1, c2, c3, c4, c5, c6, c7, c8, c11, c12 y un suelo SP – SM (arena mal graduada con presencia de limos) en las calicatas (c9, c10, c13, c14, c15) y metodología AASHTO como se observa en la siguiente tabla resumen.

Tabla 24. Resumen de Clasificación SUCS y AASHTO

RESUMEN CLASIFICACIÓN (SUCS/AASHTO)		
Calicatas	Metodo SUCS	Metodo AASHTO
C-01	SP	A-3(0)
C-02	SP	A-3(0)
C-03	SP	A-3(0)
C-04	SP	A-3(0)
C-05	SP	A-3(0)
C-06	SP	A-3(0)
C-07	SP	A-3(0)
C-08	SP	A-3(0)

C-09	SP - SM	A-3(0)
C-10	SP - SM	A-3(0)
C-11	SP	A-3(0)
C-12	SP	A-3(0)
C-13	SP - SM	A-3(0)
C-14	SP - SM	A-3(0)
C-15	SP - SM	A-3(0)

Al desarrollarse los ensayos Límites de Consistencia de Atterberg en la calicata c1 hasta la calicata c15 se concluyó que no presenta límites.

Al ejecutarse el ensayo de contenido de humedad (w%) desde la calicata c-01 hasta la calicata c-15 tenemos los siguientes resultados.

Tabla 25. Contenido de Humedad

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Calicatas	W%
C-01	1.15
C-02	1.52
C-03	1.22
C-04	1.31
C-05	1.33
C-06	1.45
C-07	1.25
C-08	1.9
C-09	1.81
C-10	1.93
C-11	1.83
C-12	1.93
C-13	1.9
C-14	1.78
C-15	1.85

Se concluyó que para el ensayo de compactación (Proctor modificado) se obtuvo un óptimo contenido de humedad (OCH) y una densidad seca máxima

(DSM) en la calicata c-05, c-10, c-15. como se presenta en la siguiente tabla resumen.

Tabla 26. Ensayos Proctor modificado

ENSAYOS PROCTOR MODIFICADO		
Calicatas	OCH	DSM
C-05	8.18	1.68
C-10	8.01	1.68
C-15	8.1	1.68

Se concluyó que para el ensayo CBR (California Bearing Ratio) los siguientes resultados en la calicata c-5, c-10 y c15 son:

Tabla 27. Ensayos de CBR

ENSAYO DE C.B.R.	
Calicatas	%
C-05	9.00
C-10	9.00
C-15	8.00

3.8.3. Estudio hidrológico

3.8.3.1. Generalidades

El estudio hidrológico consiste en las precipitaciones máximas mensuales y anuales expresadas en mm/hr, con una antigüedad de 30 años, las cuales fueron trabajadas con el software Microsoft Excel, puesto que, permitió calcular las intensidades máximas para los diferentes periodos de retorno. Por otro lado, se empleó la Ficha de datos N°02, donde se registraron las precipitaciones máximas mensuales y anuales.

3.8.3.2. Objetivos

Recopilar las precipitaciones máximas mensuales y anuales.

Calcular las intensidades máximas para diferentes periodos de retorno.

3.8.3.3. Descripción de la zona

La zona del proyecto presenta un clima muy seco puesto que las precipitaciones son casi nulas durante todo el año. En esta infraestructura vial, es fundamental este estudio, ya que nos brinda los parámetros para poder diseñar la carretera. De esta forma se estimará las descargas de las precipitaciones máximas en 24 horas registradas en la estación más cercana a la zona del proyecto.

3.8.3.4. Recolección de datos

Este estudio hidrológico se basó en los datos hidrológicos y meteorológicos que proporciono el Proyecto Especial Chavimochic que está en ejecución desde el año 1967. Esta información ha sido recopilada de la estación San José ubicada en el distrito de Virú, dicha estación es monitoreada por el Proyecto Especial Chavimochic. Se obtuvo datos desde el 1991 hasta el 2020 (30 años). Se recopiló mediante la Ficha de datos N°02, (Ver anexo 4.3).

Tabla 28. Precipitaciones máximas mensuales y anuales

ESTACIÓN METEOROLÓGICA SAN JOSE - VIRU					
DEPARTAMENTO :	La Libertad	COORDENADAS GEOGRAFICAS	LATITUD :	08° 43' 30" S	
PROVINCIA :	Virú		LONGITUD:	78° 48' 32" O	
DISTRITO :	Virú		ALTITUD :	97	msnm
LOCALIDAD :	San José				

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAXIMO ANUAL	ANUAL
TOTAL DE PRECIPITACIONES (mm)														
1991	0.95	0.61	2.45	0.41	0.09	0.14	0.03	0.17	0.60	0.06	0.59	0.97	0.95	7.07
1992	2.14	0.69	0.29	0.67	0.41	0.65	0.04	0.34	0.33	0.02	0.28	0.24	2.14	6.10
1993	1.57	10.40	9.06	2.56	0.96	0.27	0.12	0.29	0.38	0.11	0.51	0.09	10.40	26.32
1994	1.47	3.70	1.52	0.65	0.33	0.10	0.02	0.13	0.28	0.06	1.25	0.10	3.70	9.61
1995	0.35	0.38	0.23	0.19	0.04	0.09	0.06	0.53	0.05	0.03	0.82	0.15	0.82	2.92
1996	1.81	1.33	1.17	0.13	0.11	0.21	0.01	0.50	0.11	0.16	0.19	0.11	1.81	5.84
1997	5.03	0.32	0.39	0.38	0.18	0.24	0.09	0.35	0.66	0.44	0.96	1.39	1.39	10.43
1998	9.62	2.10	3.99	0.46	0.81	0.18	0.09	0.22	0.21	0.08	0.36	2.94	9.62	21.06
1999	1.30	8.12	1.26	0.86	1.04	0.54	0.11	0.08	0.15	0.00	0.18	0.56	8.12	14.20
2000	0.47	0.46	2.08	0.97	0.51	0.33	0.04	0.48	0.36	0.00	1.07	0.18	2.08	6.95
2001	0.57	0.40	0.68	0.52	0.24	0.52	0.35	0.35	0.20	0.00	0.04	1.33	0.40	5.21

2002	0.00	5.18	1.60	0.50	0.00	0.23	0.00	0.00	0.40	0.40	2.40	5.66	5.18	16.37
2003	0.00	0.88	0.27	0.53	0.60	0.31	0.20	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.88	3.79
2004	0.60	2.55	2.00	0.20	0.40	0.20	0.30	0.02	0.01	0.03	0.11	0.03	2.55	6.45
2005	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	0.90
2006	0.20	1.27	0.60	0.55	0.20	1.00	0.00	0.20	0.00	0.40	0.00	0.00	1.27	4.42
2007	0.20	3.80	4.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	4.40	8.48
2008	1.60	1.00	4.80	0.40	0.00	2.60	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	4.80	10.80
2009	0.20	0.00	2.20	5.80	0.00	4.40	2.20	0.80	0.60	0.00	0.40	0.00	5.80	16.60
2010	0.00	5.00	0.40	0.20	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.80	0.00	0.80	5.00	7.60
2011	1.60	0.00	1.20	1.20	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	3.60	3.60	9.80
2012	0.60	2.60	4.60	0.60	0.20	1.40	0.40	0.40	0.00	3.80	0.00	1.00	4.60	15.60
2013	1.20	2.40	1.20	0.00	0.00	1.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	4.20	4.20	10.20
2014	0.60	6.80	2.80	1.40	0.60	1.20	0.40	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	6.80	14.20
2015	0.00	0.20	0.40	0.20	0.20	0.60	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	4.80	4.80	6.80
2016	1.00	4.20	2.00	1.40	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	4.20	9.00
2017	2.54	0.00	25.40	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.40	30.14
2018	2.54	35.56	12.70	0.80	0.20	22.86	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	2.00	35.56	77.06
2019	5.88	7.62	7.62	0.00	0.00	0.20	0.27	0.17	0.16	0.25	0.38	1.09	7.62	23.65
2020	0.00	0.00	0.20	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	1.00
PROM	1.47	3.59	3.26	0.81	0.24	1.32	0.26	0.17	0.15	0.24	0.37	1.07	5.63	12.95

Tabla 29. Registro pluviométrico mediante el método Gumbel

No	Año	Precipitación (mm)	
		x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1991	0.95	21.87
2	1992	2.14	12.15
3	1993	10.40	22.79
4	1994	3.70	3.71
5	1995	0.82	23.10
6	1996	1.81	14.56
7	1997	1.39	17.95
8	1998	9.62	15.95
9	1999	8.12	6.22
10	2000	2.08	12.58
11	2001	0.40	27.31
12	2002	5.18	0.20
13	2003	0.88	22.53
14	2004	2.55	9.48
15	2005	0.30	28.37
16	2006	1.27	19.01
17	2007	4.40	1.50
18	2008	4.80	0.68
19	2009	5.80	0.03
20	2010	5.00	0.39
21	2011	3.60	4.11
22	2012	4.60	1.05
23	2013	4.20	2.03
24	2014	6.80	1.38
25	2015	4.80	0.68
26	2016	4.20	2.03
27	2017	25.40	391.00
28	2018	35.56	896.03
29	2019	7.62	3.98
30	2020	0.40	27.31
<i>Suma</i>		168.8	1589.98

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 5.63 \text{ mm}$$

Figura 11. Ecuación de la Media

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 7.40 \text{ mm}$$

Figura 12. Ecuación Desviación estándar

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s = 5.77 \text{ mm}$$

Figura 13. Ecuación Parámetro de escala

$$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 2.29 \text{ mm}$$

Figura 14. Ecuación Parámetro de posición o moda

Tabla 30. Cálculo de las láminas para distintas frecuencias

Periodo Retorno Años	Variable Reducida	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección intervalo fijo
	YT	XT'(mm)	F(xT)	XT (mm)
2	0.3665	4.4099	0.5000	4.9832
5	1.4999	10.9535	0.8000	12.3774
10	2.2504	15.2859	0.9000	17.2731
25	3.1985	20.7599	0.9600	23.4587
50	3.9019	24.8209	0.9800	28.0476
75	4.3108	27.1813	0.9867	30.7148
100	4.6001	28.8519	0.9900	32.6026
500	6.2136	38.1668	0.9980	43.1285

Según el manual de hidrología, hidráulica y drenaje se tomaron los siguientes valores:

Tabla 31. Valores concluidos para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.25	0.31	0.38	0.44	0.50	0.56	0.64	0.79	0.90	1.00

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

Esta información serán extraídos como un porcentaje de los resultados de la precipitación máxima probable para 24 horas, para cada período de retorno.

Tabla 32. Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

Tiem. Dur.	Cociente	P.M.P. (mm) para diferentes tiempos de duración Sg. Periodo de Retorno							
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	75 años	100 años	500 años
24 hr	X24 = 100%	4.9832	12.3774	17.2731	23.4587	28.0476	30.7148	32.6026	43.1285
18 hr	X18 = 90%	4.4849	11.1397	15.5458	21.1129	25.2429	27.6434	29.3423	38.8156
12 hr	X12 = 79%	3.9367	9.7782	13.6457	18.5324	22.1576	24.2647	25.7561	34.0715
8 hr	X8 = 64%	3.1892	7.9216	11.0548	15.0136	17.9505	19.6575	20.8657	27.6022
6 hr	X6 = 56%	2.7906	6.9314	9.6729	13.1369	15.7067	17.2003	18.2575	24.1520
5 hr	X5 = 50%	2.4916	6.1887	8.6365	11.7294	14.0238	15.3574	16.3013	21.5642
4 hr	X4 = 44%	2.1926	5.4461	7.6002	10.3218	12.3410	13.5145	14.3451	18.9765
3 hr	X3 = 38%	1.8936	4.7034	6.5638	8.9143	10.6581	11.6716	12.3890	16.3888
2 hr	X2 = 31%	1.5448	3.8370	5.3547	7.2722	8.6948	9.5216	10.1068	13.3698
1 hr	X1 = 25%	1.2458	3.0944	4.3183	5.8647	7.0119	7.6787	8.1507	10.7821

En función de la información obtenido anteriormente, se calculó la intensidad equivalente para cada caso, según:

$$I = \frac{P \text{ [mm]}}{t_{\text{duración}} \text{ [hr.]}}$$

Figura 15. Ecuación de Intensidad Equivalente

Tabla 33. Intensidades de lluvia para diferentes tiempos de duración

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno							
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	75 años	100 años	500 años
24 hr	1440	0.2076	0.5157	0.7197	0.9774	1.1687	1.2798	1.3584	1.7970
18 hr	1080	0.2492	0.6189	0.8637	1.1729	1.4024	1.5357	1.6301	2.1564
12 hr	720	0.3281	0.8148	1.1371	1.5444	1.8465	2.0221	2.1463	2.8393
8 hr	480	0.3987	0.9902	1.3818	1.8767	2.2438	2.4572	2.6082	3.4503
6 hr	360	0.4651	1.1552	1.6122	2.1895	2.6178	2.8667	3.0429	4.0253
5 hr	300	0.4983	1.2377	1.7273	2.3459	2.8048	3.0715	3.2603	4.3128
4 hr	240	0.5482	1.3615	1.9000	2.5805	3.0852	3.3786	3.5863	4.7441
3 hr	180	0.6312	1.5678	2.1879	2.9714	3.5527	3.8905	4.1297	5.4629
2 hr	120	0.7724	1.9185	2.6773	3.6361	4.3474	4.7608	5.0534	6.6849
1 hr	60	1.2458	3.0944	4.3183	5.8647	7.0119	7.6787	8.1507	10.7821

La representación matemática de las curvas Intensidad - Duración - Período de retorno, Sg. Bernard es:

$$I = \frac{a * T^b}{t^c}$$

en la cual:

I = Intensidad (mm/hr)

t = Duración de la lluvia (min)

T = Período de retorno (años)

a,b,c = Parámetros de ajuste

Realizando un cambio de variable:

$$d = a * T^b$$

De donde:

$$I = \frac{d}{t^c} \Rightarrow I = d * t^{-c}$$

Tabla 34. Periodo de retorno para T = 2 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	0.2076	7.2724	-1.5720	-11.4321	52.8878
2	1080	0.2492	6.9847	-1.3897	-9.7064	48.7863
3	720	0.3281	6.5793	-1.1146	-7.3330	43.2865
4	480	0.3987	6.1738	-0.9197	-5.6778	38.1156
5	360	0.4651	5.8861	-0.7655	-4.5059	34.6462
6	300	0.4983	5.7038	-0.6965	-3.9728	32.5331
7	240	0.5482	5.4806	-0.6012	-3.2950	30.0374
8	180	0.6312	5.1930	-0.4601	-2.3894	26.9668
9	120	0.7724	4.7875	-0.2583	-1.2364	22.9201
10	60	1.2458	4.0943	0.2198	0.8998	16.7637
10	4980	5.3445	58.1555	-7.5577	-48.6488	346.9435

$$\ln(A) = 2.3702 \quad A = 10.6997 \quad B = -0.5375$$

Tabla 35. Periodo de retorno para T = 5 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	0.5157	7.2724	-0.6622	-4.8156	52.8878
2	1080	0.6189	6.9847	-0.4799	-3.3517	48.7863
3	720	0.8148	6.5793	-0.2048	-1.3471	43.2865
4	480	0.9902	6.1738	-0.0099	-0.0608	38.1156
5	360	1.1552	5.8861	0.1443	0.8494	34.6462
6	300	1.2377	5.7038	0.2133	1.2166	32.5331
7	240	1.3615	5.4806	0.3086	1.6913	30.0374
8	180	1.5678	5.1930	0.4497	2.3352	26.9668
9	120	1.9185	4.7875	0.6515	3.1193	22.9201
10	60	3.0944	4.0943	1.1296	4.6249	16.7637
10	4980	13.2748	58.1555	1.5404	4.2614	346.9435

$$\ln(A) = 3.2800 \quad A = 26.5762 \quad B = -0.5375$$

Tabla 36. Periodo de retorno para T = 10 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	0.7197	7.2724	-0.3289	-2.3919	52.8878
2	1080	0.8637	6.9847	-0.1466	-1.0238	48.7863
3	720	1.1371	6.5793	0.1285	0.8456	43.2865
4	480	1.3818	6.1738	0.3234	1.9967	38.1156
5	360	1.6122	5.8861	0.4776	2.8110	34.6462
6	300	1.7273	5.7038	0.5466	3.1175	32.5331
7	240	1.9000	5.4806	0.6419	3.5179	30.0374
8	180	2.1879	5.1930	0.7830	4.0658	26.9668
9	120	2.6773	4.7875	0.9848	4.7148	22.9201
10	60	4.3183	4.0943	1.4629	5.9894	16.7637
10	4980	18.5254	58.1555	4.8731	23.6430	346.9435

$$\ln(A) = 3.6133 \quad A = 37.0879 \quad B = -0.5375$$

Tabla 37. Periodo de retorno para T = 25 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	0.9774	7.2724	-0.0228	-0.1659	52.8878
2	1080	1.1729	6.9847	0.1595	1.1141	48.7863
3	720	1.5444	6.5793	0.4346	2.8594	43.2865
4	480	1.8767	6.1738	0.6295	3.8865	38.1156
5	360	2.1895	5.8861	0.7837	4.6127	34.6462
6	300	2.3459	5.7038	0.8527	4.8634	32.5331
7	240	2.5805	5.4806	0.9480	5.1955	30.0374
8	180	2.9714	5.1930	1.0890	5.6554	26.9668
9	120	3.6361	4.7875	1.2909	6.1802	22.9201
10	60	5.8647	4.0943	1.7689	7.2427	16.7637
10	4980	25.1595	58.1555	7.9340	41.4441	346.9435

$$\ln(A) = 3.9194 \quad A = 50.3694 \quad B = -0.5375$$

Tabla 38. Periodo de retorno para T = 50 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.1687	7.2724	0.1558	1.1334	52.8878
2	1080	1.4024	6.9847	0.3382	2.3620	48.7863
3	720	1.8465	6.5793	0.6133	4.0349	43.2865
4	480	2.2438	6.1738	0.8082	4.9895	38.1156
5	360	2.6178	5.8861	0.9623	5.6643	34.6462
6	300	2.8048	5.7038	1.0313	5.8824	32.5331
7	240	3.0852	5.4806	1.1266	6.1746	30.0374
8	180	3.5527	5.1930	1.2677	6.5831	26.9668
9	120	4.3474	4.7875	1.4696	7.0356	22.9201
10	60	7.0119	4.0943	1.9476	7.9742	16.7637
10	4980	30.0811	58.1555	9.7206	51.8341	346.9435

$$\ln(A) = 4.0980 \quad A = 60.2224 \quad B = -0.5375$$

Tabla 39. Periodo de retorno para T = 75 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.2798	7.2724	0.2467	1.7940	52.8878
2	1080	1.5357	6.9847	0.4290	2.9965	48.7863
3	720	2.0221	6.5793	0.7041	4.6326	43.2865
4	480	2.4572	6.1738	0.8990	5.5503	38.1156
5	360	2.8667	5.8861	1.0532	6.1991	34.6462
6	300	3.0715	5.7038	1.1222	6.4006	32.5331
7	240	3.3786	5.4806	1.2175	6.6725	30.0374

8	180	3.8905	5.1930	1.3585	7.0549	26.9668
9	120	4.7608	4.7875	1.5604	7.4705	22.9201
10	60	7.6787	4.0943	2.0385	8.3461	16.7637
10	4980	32.9417	58.1555	10.6291	57.1171	346.9435

$$\ln(A) = 4.1889 \quad A = 65.9493 \quad B = -0.5375$$

Tabla 40. Periodo de retorno para T = 100 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.3584	7.2724	0.3063	2.2278	52.8878
2	1080	1.6301	6.9847	0.4887	3.4132	48.7863
3	720	2.1463	6.5793	0.7638	5.0250	43.2865
4	480	2.6082	6.1738	0.9587	5.9186	38.1156
5	360	3.0429	5.8861	1.1128	6.5501	34.6462
6	300	3.2603	5.7038	1.1818	6.7408	32.5331
7	240	3.5863	5.4806	1.2771	6.9994	30.0374
8	180	4.1297	5.1930	1.4182	7.3646	26.9668
9	120	5.0534	4.7875	1.6201	7.7560	22.9201
10	60	8.1507	4.0943	2.0981	8.5903	16.7637
10	4980	34.9663	58.1555	11.2255	60.5859	346.9435

$$\ln(A) = 4.2485 \quad A = 70.0027 \quad B = -0.5375$$

Tabla 41. Periodo de retorno para T = 500 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.7970	7.2724	0.5861	4.2626	52.8878
2	1080	2.1564	6.9847	0.7685	5.3674	48.7863
3	720	2.8393	6.5793	1.0436	6.8658	43.2865
4	480	3.4503	6.1738	1.2385	7.6460	38.1156
5	360	4.0253	5.8861	1.3926	8.1970	34.6462
6	300	4.3128	5.7038	1.4616	8.3366	32.5331
7	240	4.7441	5.4806	1.5569	8.5329	30.0374
8	180	5.4629	5.1930	1.6980	8.8176	26.9668
9	120	6.6849	4.7875	1.8999	9.0955	22.9201
10	60	10.7821	4.0943	2.3779	9.7359	16.7637
10	4980	46.2553	58.1555	14.0234	76.8573	346.9435

$$\ln(A) = 4.5283 \quad A = 92.6033 \quad B = -0.5375$$

Tabla 42. Resumen de aplicación de regresión potencial

Periodo de Retorno (años)	Término ctte. de regresión (d)	Coef. de regresión [c]
2	10.6997	-0.5375
5	26.5762	-0.5375
10	37.0879	-0.5375
25	50.3694	-0.5375
50	60.2224	-0.5375
75	65.9493	-0.5375
100	70.0027	-0.5375
500	92.6033	-0.5375
Promedio =	51.6889	-0.5375

Con relación al cambio de variable ejecutado, se llevó a cabo otra regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d), para obtener valores de la ecuación:

$$d = a * T^b$$

Tabla 43. Regresión potencial

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	10.6997	0.6931	2.3702	1.6429	0.4805
2	5	26.5762	1.6094	3.2800	5.2790	2.5903
3	10	37.0879	2.3026	3.6133	8.3199	5.3019
4	25	50.3694	3.2189	3.9194	12.6160	10.3612
5	50	60.2224	3.9120	4.0980	16.0316	15.3039
6	75	65.9493	4.3175	4.1889	18.0855	18.6407
7	100	70.0027	4.6052	4.2485	19.5652	21.2076
8	500	92.6033	6.2146	4.5283	28.1418	38.6214
8	767	413.5109	26.8733	30.2467	109.6819	112.5074

$$\ln(A) = 2.5604 \quad A = 12.9414 \quad B = 0.3633$$

Término constante de regresión (a) = 12.9414

Coef. de regresión (b) = 0.3633

Finalmente se tiene la ecuación de intensidad válida para la cuenca:

$$I = \frac{0.363305 \cdot 12.9414 \cdot T}{t^{0.53752}}$$

Figura 16. Ecuación de intensidad valida

Donde:

I = intensidad de precipitación (mm/hr)

T = Periodo de Retorno (años)

t = Tiempo de duración de precipitación (min)

Tabla 44. Intensidad - Tiempo de duración - Periodo de retorno

Frecuencia años	Duración en minutos					
	5	10	15	20	25	30
2	7.01	4.83	3.88	3.33	2.95	2.68
5	9.78	6.74	5.42	4.64	4.12	3.73
10	12.58	8.66	6.97	5.97	5.29	4.80
25	17.54	12.09	9.72	8.33	7.39	6.70
50	22.57	15.55	12.50	10.71	9.50	8.61
75	26.15	18.02	14.49	12.41	11.01	9.98
100	29.03	20.00	16.08	13.78	12.22	11.08
500	52.10	35.89	28.86	24.73	21.93	19.89

Tabla 45. Intensidad - Tiempo de duración - Periodo de retorno

Frecuencia años	Duración en minutos					
	35	40	45	50	55	60
2	2.46	2.29	2.15	2.03	1.93	1.84
5	3.44	3.20	3.00	2.84	2.69	2.57
10	4.42	4.11	3.86	3.65	3.47	3.31
25	6.16	5.74	5.39	5.09	4.83	4.61
50	7.93	7.38	6.93	6.55	6.22	5.94
75	9.19	8.55	8.03	7.59	7.21	6.88

100	10.20	9.49	8.91	8.42	8.00	7.63
500	18.30	17.04	15.99	15.11	14.36	13.70

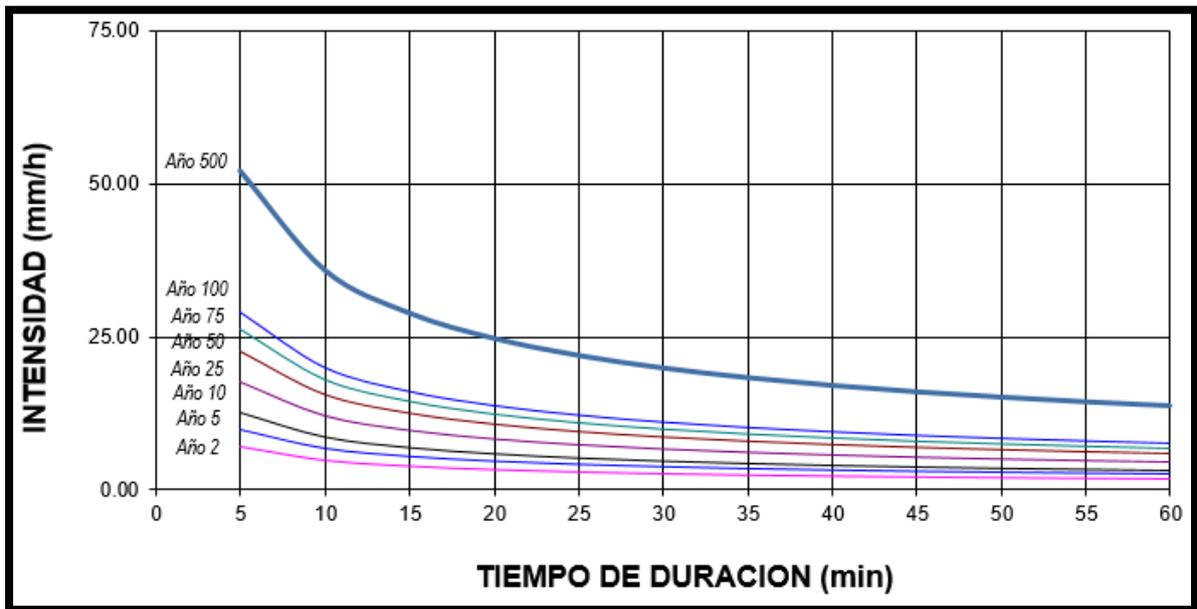


Figura 17. Curvas IDF

Tabla 46. Precipitación anual

AÑO	PRECIPITACIONES MAXIMAS (mm/año)
1991	7.07
1992	6.10
1993	26.32
1994	9.61
1995	2.92
1996	5.84
1997	10.43
1998	21.06
1999	14.20
2000	6.95
2001	5.21
2002	16.37
2003	3.79
2004	6.45
2005	0.90
2006	4.42

2007	8.48
2008	10.80
2009	16.60
2010	7.60
2011	9.80
2012	15.60
2013	10.20
2014	14.20
2015	6.80
2016	9.00
2017	30.14
2018	77.06
2019	23.65
2020	1.00
Σ	388.57

N	30.00
----------	-------

PROMEDIO	12.95 mm/año
-----------------	--------------

3.8.4. Estudio de tráfico

3.8.4.1. Generalidades

Este estudio se llevó a cabo mediante el conteo visual de los vehículos que transitan entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo, siendo el método manual la recopilación de datos empleando el formato establecido por el MTC, el cual permite clasificar a los vehículos por categorías, tamaños, tipos, ejes, entre demás, dichos datos fueron procesados mediante Microsoft Excel.

3.8.4.2. Objetivos

Realizar el conteo de los vehículos que circulan a lo largo del tramo en estudio, así mismo ubicarnos en un punto estratégico.

Determinar los ejes equivalentes para un posterior diseño óptimo de la carretera.

3.8.4.3. Ubicación de la estación de conteo

La estación de conteo se localizó en un punto estratégico en donde los camiones y trailers van en dirección hacia la panamericana norte. A continuación, mediante el programa Google Earth se presenta la ubicación de la estación para el conteo de vehículos.



Figura 18. Ubicación de la estación de conteo vehicular

Todo el proceso se ejecutó contando la cantidad de vehículos que transitan a lo largo de la vía en mejoramiento, dicho conteo se hizo en un tiempo de 7 días en ambos sentidos de la carretera. Mediante la guía de observación N°2 (Ver anexo 4.4), se registraron la cantidad de vehículos, los cuales fueron distribuidos por tipo, dicha guía mencionada anteriormente es un formato que es proporcionado por el MTC (Ministerio de Transportes y comunicaciones).

Los datos en general que fueron obtenidos en el lugar de estudio (índice medio diario semanal) fueron asentados en el software Microsoft Excel para posteriormente ser empleados para calcular los ejes equivalentes EE, el cual es un dato indispensable para el diseño de un pavimento.

Tabla 47. Datos del conteo vehicular

CLASE DE VEHICULO	IMDs	IMDS
Auto	351	50.14
Station wagon	282	40.29
Pick up	342	48.86
Panel	1	0.14
Combi	38	5.43
Micro	3	0.43
Bus 2E	154	22.00
Bus >=3E	105	15.00
Camión 2E	249	35.57
Camión 3E	223	31.86
Camión 4E	117	16.71
Semi trailer 2S2	66	9.43
Semi trailer 2S3	120	17.14
Semi trailer 3S2	150	21.43
Semi trailer >=3S3	201	28.71
2T2	198	28.29
2T3	109	15.57
3T2	112	16.00
>=3T3	135	19.29
TOTAL	2956	

Cálculo del índice diario medio Anual (IMDA).

Se calculó el IMDA, que es el promedio de la cantidad de vehículos que circulan a diario durante los 365 días del año, se utilizó la siguiente formula:

$$IMDA = \frac{IMDs}{7} \times FC$$

Figura 19. Ecuación Índice medio diario anual

Donde:

IMDA: Es el índice medio diario anual.

IMDs: Es el índice diario de los días de conteo.

FC: Factor de corrección estacional.

Los datos fueron obtenidos teniendo en cuenta el mes de estudio (octubre) y el peaje más cercano a la zona en estudio, para este caso se empleó el factor de corrección estacional del peaje de Virú que corresponde al año del (2010 - 2016), para vehículos ligeros (0.9628) y pesados (0.9200) según corresponde. El IMDA se procesó mediante el Software Microsoft Excel, y dio como resultado lo que se presenta a continuación:

Tabla 48. Índice medio diario anual encontrado

CLASE DE VEHICULO	IMDs	IMDS	FC	IMDA
Auto	351	50.14	0.9628	48
Station wagon	282	40.29	0.9628	39
Pick up	342	48.86	0.9628	47
Panel	1	0.14	0.9628	0
Combi	38	5.43	0.9628	5
Micro	3	0.43	0.9628	0
Bus 2E	154	22.00	0.9200	20
Bus >=3E	105	15.00	0.9200	14
Camión 2E	249	35.57	0.9200	33
Camión 3E	223	31.86	0.9200	29
Camión 4E	117	16.71	0.9200	15
Semi trailer 2S2	66	9.43	0.9200	9
Semi trailer 2S3	120	17.14	0.9200	16
Semi trailer 3S2	150	21.43	0.9200	20
Semi trailer >=3S3	201	28.71	0.9200	26
2T2	198	28.29	0.9200	26
2T3	109	15.57	0.9200	14
3T2	112	16.00	0.9200	15

>=3T3	135	19.29	0.9200	18
TOTAL	2956			395

Factor direccional y factor carril

El factor direccional y el factor carril que se considero está en función al número de calzadas, número de sentidos y el número de carriles por sentido. Para este caso la carretera en estudio estuvo compuesta por una calzada en ambos sentidos y un carril por sentido, los cuales dieron como resultado los siguientes valores:

$$F_d = 0.5$$

$$F_c = 1$$

$$F_d \times F_c = 0.5$$

Factor Camión (F.C.)

En este caso, el factor camión empleado fue el promedio obtenido de calcular el factor camión máximo (Vehículos pesados con carga máxima) y el factor camión mínimo (Vehículos pesados sin carga). Estos factores fueron hallados en función al tipo de eje y el valor que presenta cada uno de los ejes. Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 49. Factor camión promedio

CLASE DE VEHICULO	F.C.
Auto	0.0011
Station wagon	0.0011
Pick up	0.0011
Panel	0.0011
Combi	0.0011
Micro	0.0011
Bus 2E	4.5037
Bus >=3E	2.6313
Camión 2E	4.5037
Camión 3E	3.2846

Camión 4E	2.7736
Semi trailer 2S2	7.7419
Semi trailer 2S3	6.2097
Semi trailer 3S2	6.5229
Semi trailer >=3S3	4.9906
2T2	10.9802
2T3	9.7612
3T2	9.7612
>=3T3	8.5421

Presión de neumáticos (Fp)

Para este caso el valor mínimo a considerar es 80psi, dando como resultado el siguiente valor:

$$F_p = 1.00$$

Ejes equivalentes

El cálculo del factor de ejes equivalente se consigue mediante la siguiente formula:

$$EE = IMDA \times F_d \times F_c \times F.C. \times F_p$$

Figura 20. Ecuación - Cálculo de ejes equivalentes

Donde:

EE = Ejes equivalentes

IMDA = Es el índice medio diario anual.

Fd = Factor direccional

Fc = Factor carril

F.C. = Factor camión

Fp = Factor de presión de neumáticos

Tabla 50. Ejes equivalentes

CLASE DE VEHICULO	IMDA	Fc x Fd	F.C.	Fp	E.E.
Auto	48	0.50	0.0011	1	0.03
Station wagon	39	0.50	0.0011	1	0.02
Pick up	47	0.50	0.0011	1	0.02
Panel	0	0.50	0.0011	1	0.00
Combi	5	0.50	0.0011	1	0.00
Micro	0	0.50	0.0011	1	0.00
Bus 2E	20	0.50	4.5037	1	45.58
Bus >=3E	14	0.50	2.6313	1	18.16
Camión 2E	33	0.50	4.5037	1	73.69
Camión 3E	29	0.50	3.2846	1	48.13
Camión 4E	15	0.50	2.7736	1	21.32
Semi trailer 2S2	9	0.50	7.7419	1	33.58
Semi trailer 2S3	16	0.50	6.2097	1	48.97
Semi trailer 3S2	20	0.50	6.5229	1	64.30
Semi trailer >=3S3	26	0.50	4.9906	1	65.92
2T2	26	0.50	10.9802	1	142.87
2T3	14	0.50	9.7612	1	69.92
3T2	15	0.50	9.7612	1	71.84
>=3T3	18	0.50	8.5421	1	75.78

Factor de crecimiento anual

Dependiendo de la categoría del vehículo, se está considerando un valor de 1.26% para vehículos pesados y 2.83% para vehículos ligeros. El periodo de diseño es de 20 años.

El factor de crecimiento anual se calcula con la siguiente ecuación:

$$Factor\ Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Figura 21. Ecuación - Cálculo de Factor de crecimiento

En donde:

r = Tasa anual de crecimiento

n = Periodo de diseño

Los factores de crecimiento anual para vehículos ligeros y pesados que se obtuvieron se muestran a continuación:

$$Fca\ V.\ ligeros = \frac{(1 + 0.0126)^{20} - 1}{0.0126}$$

$$Fca\ V.\ ligeros = 22.59$$

$$Fca\ V.\ pesados = \frac{(1 + 0.0283)^{20} - 1}{0.0283}$$

$$Fca\ V.\ pesados = 26.41$$

Ejes equivalentes proyectado (ESAL)

Para hallar los ejes equivalentes (EE) en un tiempo de diseño de 20 años, se empleó la ecuación proporcionada por el manual, la cual se presenta a continuación:

$$ESAL = \sum EE \times Fca \times 365$$

Figura 22. Ecuación - Cálculo de ESAL

Donde:

ESAL: Número de acumulado de cargas en un año

F.IMDA: In índice medio diario anual.

Fca : Factor acumulado vehículos pesados

Los datos anteriormente mencionados fueron procesados en el software Microsoft Excel y se procedió a calcular el número acumulado de carga (ESAL) para un periodo de diseño de 20 años, empleando los factores de crecimiento que se calcularon con anterioridad. El ESAL (W18) se muestran a continuación:

Tabla 51. Número de acumulado de cargas en un año

CLASE DE VEHICULO	E.E.	F.c.a	Días del año	ESAL
Auto	0.03	22.59	365	210
Station wagon	0.02	22.59	365	169
Pick up	0.02	22.59	365	204
Panel	0.00	22.59	365	1
Combi	0.00	22.59	365	23
Micro	0.00	22.59	365	2
Bus 2E	45.58	26.41	365	439346
Bus >=3E	18.16	26.41	365	175018
Camión 2E	73.69	26.41	365	710371
Camión 3E	48.13	26.41	365	463987
Camión 4E	21.32	26.41	365	205562
Semi trailer 2S2	33.58	26.41	365	323679
Semi trailer 2S3	48.97	26.41	365	472032
Semi trailer 3S2	64.30	26.41	365	619799
Semi trailer >=3S3	65.92	26.41	365	635434
2T2	142.87	26.41	365	1377202
2T3	69.92	26.41	365	673983
3T2	71.84	26.41	365	692533
>=3T3	75.78	26.41	365	730497
			ESAL	7520051

3.8.5. Diseño geométrico

3.8.5.1. Generalidades

En la presente investigación se realizó el diseño geométrico entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo acorde al Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 y empleando el software AutoCAD Civil 3d.

3.8.5.2. Objetivos

Determinar la categoría de la carretera y clasificarla según la norma DG – 2018.

Determinar la orografía del terreno de la zona de estudio.

3.8.5.3. Clasificación de la carretera

Primeramente, para el diseño geométrico de una carretera se tuvo en cuenta la clasificación de la vía en estudio, para lo cual se presentará a continuación la clasificación de la carretera según la demanda vehicular y la orografía del terreno.

3.8.5.3.1. Por la demanda vehicular

Según el estudio de tráfico ejecutado anteriormente, se identificó que la vía corresponde al de una carretera de tercera clase, puesto que presenta un tráfico menor a 400 veh/día.

3.8.5.3.2. Por la orografía del terreno

Según los cálculos para determinar la orografía del terreno que se realizó, se encontró que la topografía donde se realizó el mejoramiento de la carretera, es un terreno plano por presentar pendientes máximas menores a 10%.

Tabla 52. Evaluación de la orografía

EVALUACION DE LA OROGRAFÍA							
ZONA	ZONA		DIFERENCIA COTAS	DISTANCIA (m)	PENDIENTE (%)	OROGRAFÍA	TIPO
	SUPERIOR	INFERIOR					
1	22.000	21.000	1.00	70.4	1.42	PLANO	TIPO 1
2	26.044	21.000	5.04	249.97	2.02	PLANO	TIPO 1
3	28.094	26.044	2.05	206.72	0.99	PLANO	TIPO 1
4	29.222	28.094	1.13	82.20	1.37	PLANO	TIPO 1
5	31.138	29.222	1.92	159.15	1.20	PLANO	TIPO 1
6	31.708	31.138	0.57	69.21	0.82	PLANO	TIPO 1
7	31.708	30.133	1.58	145.94	1.08	PLANO	TIPO 1
8	31.383	30.133	1.25	290.68	0.43	PLANO	TIPO 1
9	31.383	27.744	3.64	214.93	1.69	PLANO	TIPO 1
10	27.744	26.600	1.14	265.21	0.43	PLANO	TIPO 1
11	26.600	26.268	0.33	100.55	0.33	PLANO	TIPO 1
12	28.235	26.268	1.97	271.45	0.72	PLANO	TIPO 1
13	28.235	27.646	0.59	225.51	0.26	PLANO	TIPO 1
14	27.646	25.222	2.42	75.99	3.19	PLANO	TIPO 1
15	25.824	25.222	0.60	302.60	0.20	PLANO	TIPO 1
16	25.824	25.631	0.19	294.27	0.07	PLANO	TIPO 1
17	26.287	25.631	0.66	221.21	0.30	PLANO	TIPO 1
18	28.765	26.287	2.48	483.58	0.51	PLANO	TIPO 1
19	31.541	28.765	2.78	149.95	1.85	PLANO	TIPO 1
20	32.868	31.541	1.33	363.01	0.37	PLANO	TIPO 1
21	32.868	32.526	0.34	87.43	0.39	PLANO	TIPO 1
22	32.526	31.769	0.76	111.36	0.68	PLANO	TIPO 1
23	33.242	31.769	1.47	209.00	0.70	PLANO	TIPO 1
24	33.242	33.099	0.14	86.62	0.17	PLANO	TIPO 1

Tabla 53. Estadísticas según la orografía.

ESTADÍSTICA			
TIPO		NÚMERO	%
Nº	NOMBRE		
1	PLANO	24	100.00
2	ONDULADO	0	0.00
3	ACCIDENTADO	0	0.00
4	ESCARPADO	0	0.00
TOTAL		24	100 %

3.8.5.3.3. Velocidad de Diseño

La velocidad del tramo homogéneo, según su orografía (plana), es de 40 km/h.

3.8.5.3.4. Radio Mínimo

Por la velocidad de diseño, establece la norma un peralte máximo de 8%, fricción transversal de 0.17 y un radio de 50m.

3.8.5.3.5. Curva de transición

La longitud mínima de la curva se dispone por la velocidad de 40km/h de diseño.

3.8.5.3.6. Sobreancho.

Dispone el ancho adicional que se le agrega a la vía, empleando un espacio mayor en los tramos de curva.

3.8.5.3.7. Pendiente Máxima.

Mediante la demanda y velocidad de diseño, se precisó una pendiente máxima de 2.78%.

3.8.5.3.8. Ancho de bermas.

El ancho de bermas para carreteras de tercera clase está en función de velocidad y la orografía del terreno, para este caso para una velocidad de diseño 40 km/h en orografía plana, el ancho mínimo de las bermas es de 1.20 metros.

3.8.5.3.9. Bombeo.

Se tomó un porcentaje (%) de 2.5.

3.8.6. Diseño de pavimento flexible

3.8.6.1. Generalidades

Este proyecto realizo el diseño del pavimento flexible, para lo cual se necesitó extraer datos de los estudios anteriores como el CBR obtenido en el estudio de suelos y el ESAL calculado del estudio de tráfico. Con estos datos se procedió a diseñar el pavimento, el cual estuvo acorde al Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

3.8.6.2. Objetivos

Determinar los espesores de la carpeta Asfáltica, base y sub-base que conforman el pavimento flexible.

3.8.6.3. Procedimiento

Se realizó el diseño estructural del pavimento flexible en base a los ejes equivalentes conseguidos en el estudio de tráfico (ejes equivalentes) y al estudio de suelo (CBR). Posteriormente se realizó el siguiente procedimiento:

a) Tipo de trafico

En función del estudio de tráfico realizado, se obtuvo un ESAL de 7'520'051, lo que demuestra un tráfico tipo Tp9 (ver Tabla 54).

Tabla 54. Número de repeticiones acumuladas de EE de 8.2t, en el carril de diseño

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T _{P5}	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T _{P6}	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T _{P7}	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T _{P8}	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T _{P9}	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T _{P10}	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T _{P11}	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T _{P12}	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T _{P13}	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T _{P14}	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE

Fuente: Manual de carreteras: Suelos y pavimentos, 2014

b) Periodo de diseño

Se tomó en cuenta un periodo de diseño en una sola etapa de 20 años.

c) Categoría de la subrasante

En función del CBR obtenido que fue del 8% (ver Tabla 27) de los estudios de mecánica de suelos, se catalogó como una subrasante regular, por lo que no es necesario que lleve a cabo una estabilización de suelos. (ver Tabla 55)

Tabla 55. Categorías de la Sub rasante

CATEGORÍAS DE SUB RASANTE	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de carreteras: Suelos y pavimentos, 2014

d) Módulo de resiliencia

Para este apartado se utilizó el CBR (8%) para hallar el MR mediante la siguiente fórmula:

$$MR(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$$

Reemplazando valores:

$$MR(psi) = 2555 \times 8^{0.64}$$

$$MR(psi) = 9668.71$$

e) Confiabilidad (%)

Se encontró que el nivel de confiabilidad para un Tp9 es del 90%. (ver Tabla 56)

Tabla 56. Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años) según rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	75,000	150,000	65%
	T _{P1}	150,001	300,000	70%
	T _{P2}	300,001	500,000	75%
	T _{P3}	500,001	750,000	80%
	T _{P4}	750 001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	95%
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	95%
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	95%
	T _{P15}		>30'000,000	95%

Fuente: Manual de carreteras: Suelos y pavimentos, 2014

f) Desviación estándar normal (Zr)

Para este caso corresponde un valor de -1.282 (ver Tabla 57).

Tabla 57. Desviación estándar para una sola etapa (10 a 20 años)

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	75,000	150,000	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	-0.842
	T _{P4}	750 001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	-1.645
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	-1.645
	T _{P15}	>30'000,000		-1.645

Fuente: Manual de carreteras: Suelos y pavimentos, 2014

g) Desviación estándar combinada (So)

El factor recomendado según el Manual de carreteras: Suelos y pavimentos del año 2014 es de 0.45 puesto que este valor se considera teniendo en cuenta los constantes cambios que puede existir en el tránsito y diversos factores.

h) Índice de Serviciabilidad inicial (Pi)

Para un tráfico T_{p9} corresponde un Pi de 4.00 (ver Tabla 58).

Tabla 58. Valores del Índice de Serviabilidad Inicial

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,00	150,000	3.80
	TP1	150,001	300,000	3.80
	TP2	300,001	500,000	3.80
	TP3	500,001	750,000	3.80
	TP4	750 001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.00
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.00
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.00
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.00
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.00
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.00
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.00
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.20
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.20
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.20
	TP15	>30'000,000		4.20

Fuente: Manual de carreteras: Suelos y pavimentos, 2014

i) Índice de Serviabilidad final (Pt)

Para un tipo de tráfico Tp9 corresponde un Pt de 2.50 (ver Tabla 59).

Tabla 59. Valores del Índice de Serviabilidad Final

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,000	150,000	2.00
	TP1	150,001	300,000	2.00
	TP2	300,001	500,000	2.00
	TP3	500,001	750,000	2.00
	TP4	750 001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	2.50
	TP6	1,500,001	3,000,000	2.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	2.50
	TP8	5,000,001	7,500,000	2.50
	TP9	7,500,001	10'000,000	2.50
	TP10	10'000,001	12'500,000	2.50
	TP11	12'500,001	15'000,000	2.50
	TP12	15'000,001	20'000,000	3.00
	TP13	20'000,001	25'000,000	3.00
	TP14	25'000,001	30'000,000	3.00
	TP15	>30'000,000		3.00

Fuente: Manual de carreteras: Suelos y pavimentos, 2014

j) Diferencial de Serviciabilidad (Δ PSI)

Se tomó el valor de 1.50 (diferencia entre la Serviciabilidad Inicial y Terminal). (ver Tabla 60).

Tabla 60. Diferencial de Serviciabilidad

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,001	1500,000	1.80
	TP1	150,001	300,000	1.80
	TP2	300,001	500,000	1.80
	TP3	500,001	750,000	1.80
	TP4	750 001	1,000,000	1.80
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	1.50
	TP6	1,500,001	3,000,000	1.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	1.50
	TP8	5,000,001	7,500,000	1.50
	TP9	7,500,001	10'000,000	1.50
	TP10	10'000,001	12'500,000	1.50
	TP11	12'500,001	15'000,000	1.50
	TP12	15'000,001	20'000,000	1.20
	TP13	20'000,001	25'000,000	1.20
	TP14	25'000,001	30'000,000	1.20
	TP15		>30'000,000	1.20

Fuente: Manual de carreteras: Suelos y pavimentos, 2014

k) Número Estructural Requerido (SNR)

Con los datos hallados se pudo calcular el Número Estructural Requerido (SNR), mediante el software AASHTO 93:

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
 90 % Zr=-1.282 So = 0.45

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial 4.00 PSI final 2.50

Módulo resiliente de la subrasante
 Mr 9668.71 psi

Información adicional para pavimentos rígidos
 Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)
 Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)
 Coeficiente de transmisión de carga - (J)
 Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis
 Calcular SN **W18 =** 7520051
 Calcular W18

Número Estructural
SN = 4.51

Calcular Salir

Figura 23. Número Estructural Requerido mediante software AASHTO 93
 SNR = 4.51

I) Coeficientes estructurales

Se tomaron los valores mínimos de coeficientes estructurales. (ver Tabla 61).

Tabla 61. Valor del coeficiente estructural

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2.965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	a_1	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico. Este ES un valor Maximo y de utilizarse como tal, El expediente de ingeniería debe ser explícito en cuanto a pautas de cumplimiento obligatorio como realizar : - Un control de calidad riguroso - Indicar un valor de Estabilidad Marshal, superior a 1000 kf-f - Alertar sobre la susceptibilidad al fisuramiento térmico y por fatiga (AASHTO 1993)
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	a_1	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 1'000,000 EE
Micropavimento 25 mm	a_1	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a_1	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm.	a_1	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico \leq 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) no se considerapor no tener aporte estructural			
BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico \leq 10'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico > 10'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a_{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a_{2b}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a_{2c}	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
SUBBASE			
Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.047 / cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico

Fuente: Manual de carreteras: Suelos y pavimentos, 2014

$$a_1 = 0.170 \text{ cm}$$

$$a_2 = 0.052 \text{ cm}$$

$$a_3 = 0.047 \text{ cm}$$

- Se consideró el valor de 1 para los coeficientes de drenaje tanto para bases como sub-bases puesto que no se sabe con precisión el tiempo que tarda el agua de las lluvias en ser evacuada.

Tabla 62. Valor del coeficiente de drenaje

m2	m3
1	1

m) Espesores mínimos

Se calculó los espesores de las capas para el Número Estructural Requerido (SNR):

$$SNR = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3$$

Figura 24. Cálculo de los espesores de pavimento

Se empleó los espesores mínimos de acorde al reglamento (ver Tabla 63):

Tabla 63. Espesores Mínimos recomendados de Carpeta de rodadura y Base Granular

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, o Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frío:	150 mm
	TP2	300,001	500,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, o Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frío:	150 mm
	TP3	500,001	750,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frío: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 70mm	150 mm
	TP4	750 001	1,000,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frío: 70mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
	TP6	1,500,001	3,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	TP7	3,000,001	5,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	TP8	5,000,001	7,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 100mm	250 mm
	TP9	7,500,001	10'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 110mm	250 mm
	TP10	10'000,001	12'500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 120mm	250 mm
	TP11	12'500,001	15'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 130mm	250 mm
	TP12	15'000,001	20'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 140mm	250 mm
	TP13	20'000,001	25'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm
	TP14	25'000,001	30'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm

Fuente: Manual de carreteras: Suelos y pavimentos, 2014

Carpeta Asfáltica = 11 cm.

Base granular = 25 cm.

Tabla 64. Espesores de la capa superficial y base granular (propuesta)

d1	d2	d3
12	30	20
Carpeta asfáltica	Base	Sub base

Tabla 65. Verificación que el SNR (Resultado) sea mayor a SNR (Requerido)

SNR (Requerido)	4.51	SNR (Resultado) > SNR (Requerido)
SNR (Resultado)	4.54	SI CUMPLE

IV. RESULTADOS

4.1. Levantamiento topográfico

4.1.1. Coordenadas UTM

Tabla 66. Puntos topograficos con sus Coordenadas UTM

Puntos	Este	Norte	Altitud	Detalle
1	732145.246	9070276.41	20.8013	P
2	732158.535	9070282.13	21.5245	P
3	732155.965	9070281.63	21.4146	P
4	732147.43	9070277.4	20.9215	P
5	732152.34	9070279.8	21.2264	E
6	732161.057	9070269.73	21.5893	P
7	732153.128	9070262.27	21.2309	P
8	732159.836	9070268.2	21.546	P
9	732154.06	9070263.25	21.3871	P
10	732157.535	9070266.23	21.5778	E
11	732167.66	9070252.03	21.9746	P
12	732167.685	9070252.01	21.9758	P
13	732173.49	9070259.25	22.4785	P
14	732168.124	9070252.41	22.0462	P
15	732172.651	9070257.72	22.2827	P
16	732170.663	9070255.12	22.1648	E
17	732187.268	9070248.97	23.4284	P
18	732187.105	9070248.77	23.3055	P
19	732181.483	9070241.89	22.58	P
20	732181.648	9070242.31	22.6091	P
21	732186.065	9070247.28	22.8655	P
22	732184.075	9070244.68	22.706	E
	732201	9070236	23.0939	E2
23	732205.494	9070236.14	23.6725	P
24	732204.207	9070234.14	23.2457	P
25	732198.803	9070227.56	23.2122	P
26	732199.654	9070228.8	23.1803	P
27	732201.683	9070231.38	23.2597	E
28	732218.89	9070225.88	23.8636	P
29	732217.407	9070224.14	23.4146	P
30	732212.864	9070217.43	23.2074	P
31	732213.384	9070218.28	23.1804	P
32	732215.824	9070221.16	23.4089	E
33	732228.877	9070205.2	23.2362	P
34	732234.124	9070213.11	23.7615	P
35	732233.226	9070211.77	23.5163	P

36	732229.544	9070206.24	23.331	P
37	732231.666	9070209.32	23.5328	E
38	732242.147	9070195.19	23.2964	P
39	732242.128	9070195.17	23.296	P
40	732247.167	9070203.15	23.9943	P
41	732247.101	9070203.11	23.9788	P
42	732246.252	9070201.6	23.5551	P
43	732242.571	9070196.35	23.3477	P
44	732244.615	9070198.97	23.5548	E
45	732257.687	9070182.75	23.1385	P
46	732262.374	9070190.4	23.8918	P
47	732261.619	9070189.17	23.6209	P
48	732257.697	9070182.84	23.1221	P
49	732258.205	9070183.59	23.3732	P
50	732260.194	9070186.86	23.6227	E
.....				

4.1.2. Curvas de nivel

VER PLANO TOPOGRAFICO EN ANEXO 7.2.

4.2. Estudio de mecanica de suelos

Tabla 67. Estudio completo de mecanica de suelos

CALICATA	PROPIEDADES DEL SUELO												
	GRANULOMETRIA (% PASA)					LIMITE DE CONSISTENCIA (%)			CLASIFICACIÓN DE SUELOS		PROPIEDADES MECANICAS		
	1"	3/4"	N°4	N°40	N°200	L.L	L.P	I.P	SUCS	AASTH O	PROCTOR		CBR
										OCH	DSM		
C-01	100	100	100	99.7	0.7	0	0	0	SP	A-3(0)	-	-	-
C-02	100	100	100	99.7	0.7	0	0	0	SP	A-3(0)	-	-	-
C-03	100	100	100	99.7	1.2	0	0	0	SP	A-3(0)	-	-	-
C-04	100	100	100	99.4	0.9	0	0	0	SP	A-3(0)	-	-	-
C-05	100	100	100	99.5	1	0	0	0	SP	A-3(0)	8.18	1.68	9.00
C-06	100	100	100	99.8	0.8	0	0	0	SP	A-3(0)	-	-	-
C-07	100	100	100	99.6	0.9	0	0	0	SP	A-3(0)	-	-	-
C-08	100	100	100	94.5	8	0	0	0	SP	A-3(0)	-	-	-
C-09	100	100	100	94.5	7.6	0	0	0	SP - SM	A-3(0)	-	-	-
C-10	100	100	100	94.4	7.7	0	0	0	SP - SM	A-3(0)	8.01	1.68	9.00
C-11	100	100	100	99.7	1.1	0	0	0	SP	A-3(0)	-	-	-
C-12	100	100	100	99.7	0.8	0	0	0	SP	A-3(0)	-	-	-
C-13	100	100	100	99.7	5.5	0	0	0	SP - SM	A-3(0)	-	-	-
C-14	100	100	100	94.6	7.3	0	0	0	SP - SM	A-3(0)	-	-	-
C-15	100	100	100	94.5	8.3	0	0	0	SP - SM	A-3(0)	8.1	1.68	8.00

4.3. Estudio hidrológico

4.3.1. Precipitaciones máximas

Tabla 68. Precipitaciones máximas

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX. ANUAL
TOTAL DE PRECIPITACIONES (mm)													
1991	0.95	0.61	2.45	0.41	0.09	0.14	0.03	0.17	0.60	0.06	0.59	0.97	0.95
1992	2.14	0.69	0.29	0.67	0.41	0.65	0.04	0.34	0.33	0.02	0.28	0.24	2.14
1993	1.57	10.40	9.06	2.56	0.96	0.27	0.12	0.29	0.38	0.11	0.51	0.09	10.40
1994	1.47	3.70	1.52	0.65	0.33	0.10	0.02	0.13	0.28	0.06	1.25	0.10	3.70
1995	0.35	0.38	0.23	0.19	0.04	0.09	0.06	0.53	0.05	0.03	0.82	0.15	0.82
1996	1.81	1.33	1.17	0.13	0.11	0.21	0.01	0.50	0.11	0.16	0.19	0.11	1.81
1997	5.03	0.32	0.39	0.38	0.18	0.24	0.09	0.35	0.66	0.44	0.96	1.39	1.39
1998	9.62	2.10	3.99	0.46	0.81	0.18	0.09	0.22	0.21	0.08	0.36	2.94	9.62
1999	1.30	8.12	1.26	0.86	1.04	0.54	0.11	0.08	0.15	0.00	0.18	0.56	8.12
2000	0.47	0.46	2.08	0.97	0.51	0.33	0.04	0.48	0.36	0.00	1.07	0.18	2.08
2001	0.57	0.40	0.68	0.52	0.24	0.52	0.35	0.35	0.20	0.00	0.04	1.33	0.40
2002	0.00	5.18	1.60	0.50	0.00	0.23	0.00	0.00	0.40	0.40	2.40	5.66	5.18
2003	0.00	0.88	0.27	0.53	0.60	0.31	0.20	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.88
2004	0.60	2.55	2.00	0.20	0.40	0.20	0.30	0.02	0.01	0.03	0.11	0.03	2.55
2005	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30
2006	0.20	1.27	0.60	0.55	0.20	1.00	0.00	0.20	0.00	0.40	0.00	0.00	1.27

2007	0.20	3.80	4.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	4.40
2008	1.60	1.00	4.80	0.40	0.00	2.60	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	4.80
2009	0.20	0.00	2.20	5.80	0.00	4.40	2.20	0.80	0.60	0.00	0.40	0.00	5.80
2010	0.00	5.00	0.40	0.20	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.80	0.00	0.80	5.00
2011	1.60	0.00	1.20	1.20	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	3.60	3.60
2012	0.60	2.60	4.60	0.60	0.20	1.40	0.40	0.40	0.00	3.80	0.00	1.00	4.60
2013	1.20	2.40	1.20	0.00	0.00	1.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	4.20	4.20
2014	0.60	6.80	2.80	1.40	0.60	1.20	0.40	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	6.80
2015	0.00	0.20	0.40	0.20	0.20	0.60	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	4.80	4.80
2016	1.00	4.20	2.00	1.40	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	4.20
2017	2.54	0.00	25.40	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.40
2018	2.54	35.56	12.70	0.80	0.20	22.86	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	2.00	35.56
2019	5.88	7.62	7.62	0.00	0.00	0.20	0.27	0.17	0.16	0.25	0.38	1.09	7.62
2020	0.00	0.00	0.20	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40
PROM	1.47	3.59	3.26	0.81	0.24	1.32	0.26	0.17	0.15	0.24	0.37	1.07	5.63

4.3.2. Intensidades máximas

Tabla 69. Intensidades máximas

Frecuencia años	Duración en minutos					
	5	10	15	20	25	30
2	7.01	4.83	3.88	3.33	2.95	2.68
5	9.78	6.74	5.42	4.64	4.12	3.73
10	12.58	8.66	6.97	5.97	5.29	4.8
25	17.54	12.09	9.72	8.33	7.39	6.7
50	22.57	15.55	12.5	10.71	9.5	8.61
75	26.15	18.02	14.49	12.41	11.01	9.98
100	29.03	20	16.08	13.78	12.22	11.08
500	52.1	35.89	28.86	24.73	21.93	19.89

Tabla 70. Intensidades maximas

Frecuencia años	Duración en minutos					
	35	40	45	50	55	60
2	2.46	2.29	2.15	2.03	1.93	1.84
5	3.44	3.2	3	2.84	2.69	2.57
10	4.42	4.11	3.86	3.65	3.47	3.31
25	6.16	5.74	5.39	5.09	4.83	4.61
50	7.93	7.38	6.93	6.55	6.22	5.94
75	9.19	8.55	8.03	7.59	7.21	6.88
100	10.2	9.49	8.91	8.42	8	7.63
500	18.3	17.04	15.99	15.11	14.36	13.7

4.4. Estudio de tráfico

4.4.1. Índice Medio Diario Anual

Tabla 71. Índice medio diario anual

CLASE DE VEHICULO	IMDs	IMDs	FC	IMDA	%
Auto	351	50.14	0.9628	48	12.23
Station wagon	282	40.29	0.9628	39	9.83
Pick up	342	48.86	0.9628	47	11.92
Panel	1	0.14	0.9628	0	0.03
Combi	38	5.43	0.9628	5	1.32
Micro	3	0.43	0.9628	0	0.10
Bus 2E	154	22.00	0.9200	20	5.13
Bus >=3E	105	15.00	0.9200	14	3.50
Camión 2E	249	35.57	0.9200	33	8.29
Camión 3E	223	31.86	0.9200	29	7.43
Camión 4E	117	16.71	0.9200	15	3.90
Semi trailer 2S2	66	9.43	0.9200	9	2.20
Semi trailer 2S3	120	17.14	0.9200	16	4.00
Semi trailer 3S2	150	21.43	0.9200	20	4.99
Semi trailer >=3S3	201	28.71	0.9200	26	6.69
2T2	198	28.29	0.9200	26	6.59
2T3	109	15.57	0.9200	14	3.63
3T2	112	16.00	0.9200	15	3.73
>=3T3	135	19.29	0.9200	18	4.50
TOTAL	2956			395	100.00

4.4.2. ESAL

Tabla 72. ESAL

CLASE DE VEHICULO	E.E.	F.c.a	Días del año	ESAL
Auto	0.03	22.59	365	210
Station wagon	0.02	22.59	365	169
Pick up	0.02	22.59	365	204
Panel	0.00	22.59	365	1
Combi	0.00	22.59	365	23
Micro	0.00	22.59	365	2
Bus 2E	45.58	26.41	365	439346
Bus >=3E	18.16	26.41	365	175018
Camión 2E	73.69	26.41	365	710371
Camión 3E	48.13	26.41	365	463987
Camión 4E	21.32	26.41	365	205562
Semi trailer 2S2	33.58	26.41	365	323679
Semi trailer 2S3	48.97	26.41	365	472032
Semi trailer 3S2	64.30	26.41	365	619799
Semi trailer >=3S3	65.92	26.41	365	635434
2T2	142.87	26.41	365	1377202
2T3	69.92	26.41	365	673983
3T2	71.84	26.41	365	692533
>=3T3	75.78	26.41	365	730497
			ESAL	7520051

4.5. Diseño geométrico

4.5.1. Parámetros de diseño

Tabla 73. Parámetros básicos de diseño

PARAMETROS BASICOS DE DISEÑO	
Índice medio diario anual	395 Veh/día < 400 Veh/día
CATEGORIA DE LA VIA	
Por demanda	Carretera de tercera clase
Por orografía	Terreno plano
PARAMETROS DE DISEÑO GEOMETRICO	
Nº Calzadas	1
Nº Carriles	2
Velocidad de diseño	40 km/hr
Alineamiento horizontal	4483 m.
Peralte máximo	P (máx.) = 8%
Radio mínimo	R mín. = 50 m.
Pendientes	S máx = 2.78%
	S mín. = 0.06%
Sección transversal	Calzada = 6.60 m.
Bombeo	2.50%
Berma	Ancho = 1.20 m

4.6. Diseño de pavimento flexible

4.6.1. Diseño estructural

Tabla 74. Diseño estructural del pavimento flexible

PAVIMENTO FLEXIBLE (Periodo de 20 años)			
Sector	Carpeta Asfáltica	Base (cm)	Sub-base (cm)
Desvio Fronton Bajo - Caserio Fronton Bajo	12 cm.	30 cm.	20 cm.



Figura 25. Espesores de capas del pavimento

V. DISCUSION

El mejoramiento de la infraestructura vial entre el desvió Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo del distrito de Virú en el año 2021, consiste en un diseño geométrico de la vía que valla acorde con los parámetros indicados por el MTC, la DG – 2018. Además cuenta con una nueva carpeta asfáltica, en el cual su estructura de dicho pavimento está compuesta por diferentes espesores en las capas de carpeta de rodadura, base y subbase de 12 cm, 30 cm y 20 cm respectivamente, cumpliendo así con la hipótesis planteada.

En la tabla 66, señala los puntos topográficos con sus coordenadas UTM, siendo estos el resultado del levantamiento topográfico mediante el uso de la Estación Total, además se obtiene las curvas de nivel haciendo uso del software Google Earth y Global Mapper. Por lo tanto, de acuerdo con este estudio topográfico, el terreno se clasifica como plano. En la tabla 67, se aprecia los datos obtenidos del estudio de suelos como la granulometría, límites de consistencia, clasificación de suelos y las propiedades mecánicas (proctor y cbr), el tipo de suelo encontrado es SP (arena mal graduada) y SP-SM (arena mal graduada con presencia de limos) según SUCS. Cuenta con un CBR de diseño al 95% de 8%. En la tabla 68, se aprecia el registro histórico de las precipitaciones pluviales de la zona, contemplando 30 años de antigüedad (1991-2020), estos datos fueron proporcionados de la Estación meteorológica de San José monitoreada por el Proyecto Especial Chavimochic, la precipitación promedio anual fue de 12.97 mm, dato que sirvió para hallar el bombeo de la calzada; además, en las tablas 69 y 70 se observan las intensidades máximas halladas para distintos periodos de años, las cuales sirven para el diseño de cunetas y alcantarillado. En la tabla 71, se aprecia el IMDA calculado (395 veh/día), el cual permitió clasificar a la carretera como de tercera clase; así mismo, en la tabla 72 se observa el ESAL calculado (7520051), el cual se usó para el diseño del pavimento flexible. es un dato esencial para. En la tabla 73, se muestra los parámetros básicos de diseño, con los cuales se realizó el nuevo diseño geométrico de la vía, entre los cuales se tiene valores como la Velocidad de diseño de 40 km/hr, alineamiento horizontal de 4483 m., peralte máximo de 8%, radio mínimo de 50m., ancho de calzada

de 6.60 m., bombeo de 2.5%, ancho de berma de 1.20m. En la tabla 74 y figura 25, se observa el diseño estructural del pavimento flexible, el tramo de estudio y los espesores de la capa del pavimento.

En el estudio de Sánchez & Machuca (2015), se encontró que el TPD (Transito Promedio Diario) del tramo en estudio fue de 206 Veh/día, mientras que en la presente investigación se obtuvo un IMDA de 395 Veh/día clasificándola como una carretera de tercera clase por su demanda vehicular. Además se calculó los ejes equivalentes dando un ESAL de 7'520'051 clasificándose como un tipo de tráfico pesado Tp 9.

En el proyecto de Horna (2020), se realizó estudios de laboratorios teniendo en consideración a los sistemas de clasificación de suelos SUCS y AASHTO, para ello realizó 7 calicatas de 1.50m. de profundidad, así mismo se extrajo muestras para el CBR siendo un total de 3, como resultado de la clasificación de suelos se obtuvo un suelo arcilloso de baja plasticidad regularmente malo y como resultado del CBR al 95% se obtuvo que el menor valor fue de 6.20% y mayor valor 8.40%, mientras que en la presente investigación se realizó 15 calicatas con una profundidad de 1.50m. y a la par se sacó muestras para el CBR que fueron 3 en total, aplicando el mismo sistema y método anteriormente mencionado se encontró un suelo arenoso pobremente graduado y con presencia de limo, como resultado del CBR al 95% se obtuvo que el menor valor fue de 8.00% y mayor valor 9.00%.

En la investigación de Miñano (2017), se ejecutó el levantamiento topográfico de la zona en estudio, para lo cual empleó una estación total, primas y un GPS navegador dando como resultado el plano topográfico donde se plasmó el alineamiento horizontal (poligonal abierta) de 2'224.47 m. de longitud con sus respectivas curvas de nivel; mientras que en el presente proyecto, el levantamiento topográfico se llevó a cabo de la misma manera, requiriendo del servicio de un técnico en topografía y haciendo uso de una estación total, primas y un GPS navegador dando como resultado el plano topográfico en donde se presentó la poligonal abierta (alineamiento horizontal) de 4'762 m. de longitud con sus curvas de nivel.

En la investigación de Chuna (2019), se realizó el diseño estructural de un pavimento flexible mediante el método AASHTO-93 logrando obtener una capa de rodadura, base y sub-base de los siguientes espesores 9, 15 y 10 cm respectivamente, mientras que en el presente proyecto empleando el mismo método dio como resultado una carpeta asfáltica, base y sub-base de 12, 30 y 20 cm respectivamente.

En la tesis de Mejía & Zavala (2020), se realizó el estudio hidrológico con la finalidad de calcular las lluvias máximas, Pd, para diferentes lapsos de continuidad, esto con la ayuda del SENAMHI que mediante la estación en Bagua Chica se recolectó los datos históricos de precipitación de las dos últimas décadas (20 años), mientras que en la presente investigación los datos meteorológicos de la zona en estudio fueron proporcionados por el Proyecto Especial Chavimochic a través de su estación en San José del distrito de Virú, los datos históricos obtenidos de las precipitaciones máximas correspondió a los últimos 30 años (1991 – 2020). Una vez recolectado dichos datos se pudo calcular la precipitación promedio anual que fue de 12.95 mm/año, también se calculó los periodos de retorno para 2, 5, 10, 25, 50, 75, 100 y 500 años, además se halló las intensidades y por consiguiente las Curvas IDF.

En la tesis de Crisólogo & Hernández (2020), se trabajó con una carretera de tercera clase puesto que el IMDA fue de 353 Veh/día, el terreno según la orografía fue Accidentado, su velocidad de diseño fue de 30 km/h, alineamiento horizontal de 2500 m. de longitud, distancia de visibilidad de 35 m. en bajada, distancia de visibilidad de adelantamiento de 200 m., peralte máximo de 12%, obteniendo radios mínimos de 25 m, con pendiente máxima de 8.81% y mínima de 0.16%, ancho de calzada de 6m, , bombeo de 2%, berma de 0.50 m. y longitud de transición de 58m; mientras que en la presente investigación, para el diseño geométrico se trabajó con una carretera de tercera clase puesto que el IMDA fue de 395 Veh/día, fue terreno plano y se consideró una velocidad de diseño de 40 km/hr, peralte máximo de 8%, bombeo de 2.5%, radio mínimo de 50 m., ancho de berma de 1.20 m., presentando pendientes máximas de 2.78%, calzada de 6.60 m. entre demás parámetros básicos de diseño.

Principalmente la limitación que se presentó en esta investigación es referente a los estudios in situ como por ejemplo el estudio de suelos que por motivos de la Pandemia de la Covid-19, los laboratorios de las diferentes universidades fueron cerrados temporalmente, lo que ocasiono que se buscara otras alternativas para poder realizar dicho estudio y a su vez los precios subieran drásticamente y por consecuente perjudicara a los diferentes estudiantes que requerían llevar a cabo el estudio antes mencionado. Sin embargo, el presente proyecto aporta al distrito de Virú con un mejoramiento a nivel de infraestructura vial entre el desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo realizando un diseño tanto geométrico como a nivel de pavimento flexible acorde a lo establecido por las normas peruanas. Además aporta a los futuros investigadores que deseen llevar a cabo proyectos relacionados al mejoramiento de carreteras con nuevos conocimientos y resultados.

En la infraestructura vial entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Fronton Bajo se realizó el levantamiento topográfico obteniendo una poligonal (alineamiento horizontal) de 4762 m. con sus respectivas curvas de nivel. El estudio de mecánica de suelos arrojó que se trataba de un suelo arenoso pobremente graduado con presencia de limo y un CBR al 95% de 8% (valor menor) y 9% (valor mayor). Para el estudio hidrológico se recolectó los registros históricos de las precipitaciones de los últimos 30 años que fueron proporcionados por el Proyecto Especial Chavimochic (Estación meteorológica en San José – Virú); todo esto dio como resultado una precipitación promedio anual de 12.95 mm/año, las intensidades máximas y las Curvas IDF. También se calculó un IMDA de 395 veh/día lo que indica que la vía en mejoramiento se debe diseñar con los parámetros básicos para una carretera de tercera clase y el ESAL encontrado fue de 7'520'051. El diseño geométrico de la carretera estuvo acorde a la norma DG-2018 teniendo en cuenta los siguientes valores: velocidad de diseño de 40km/hr, peralte máximo de 8%, bombeo de 2.5%, radio mínimo de 50m, ancho de berma de 1.20 m entre demás factores. Finalmente se realizó el diseño del pavimento flexible dando como resultado los espesores de 12, 30 y 20 cm para las capas de la carpeta asfáltica, base y subbase, respectivamente.

En conclusión, cada uno de los resultados presentados en la presente investigación estuvieron acorde a los parámetros indicados en las diferentes normas que gobiernan en el país. Estos resultados como el estudio de topografía donde se empleó la Estación Total, el estudio de suelos, el estudio hidrológico, el estudio de tráfico que facilito poder clasificar la vía como una carretera de tercera clase y por último los diseños geométrico y de pavimento flexible de la carretera.

VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó el mejoramiento de la infraestructura vial entre el desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo, Distrito de Virú, La Libertad, teniendo como base a los parámetros básicos de diseño del Manual de carreteras: Sección Suelos y Pavimentos 2014 y al Manual de Diseño Geométrico 2018 logrando de tal manera brindar a la población un servicio de calidad, seguridad y comodidad.
2. Se realizó el levantamiento topográfico de la zona en estudio, para lo cual se utilizó una Estación total operado por un Técnico en Topografía. Dicho estudio dio como resultado los puntos topográficos con las coordenadas UTM y las curvas de nivel, todo esto plasmado en un plano topográfico.
3. Se realizó el estudio de suelos, en donde se determinó que el tipo de suelo a lo largo del tramo en mejoramiento según SUCS era arenoso pobremente graduado y con presencia de limos (SP – SM) y según AASHTO resulto ser un suelo A-3(0), con un CBR al 95% se obtuvo que el menor valor fue de 8.00% y mayor valor 9.00%.
4. Se determinó el estudio hidrológico del tramo en mejoramiento, logrando recolectar los datos históricos de las precipitaciones máximas desde el año 1991 hasta el año 2020 mediante una estación monitoreada por el Proyecto Especial Chavimochic. Luego se procedió a calcular los periodos de retorno para 2, 5, 10, 25, 50, 75, 100 y 500 años. También se logró calcular las intensidades máximas y la Curvas IDF.
5. Se realizó el estudio de tráfico, dando como resultado un Índice Medio Diario Anual (IMDA) de 395 Veh/día, por lo cual se consideró una carretera de tercera clase por su demanda puesto que el IMDA antes mencionado fue menor a los 400 Veh/día. El ESAL resultante fue de 7'520'051 clasificándose así como un tipo de tráfico pesado Tp9.
6. Se realizó el diseño geométrico de la carretera en mejoramiento teniendo considerando un bombeo de 2.50%, pendiente de peralte 8%, radio mínimo de 50 m, berma de 1.20 m. entre demás características logrando así que se

cumpla con los parámetros mínimos que la norma de Diseño Geométrico 2018 exige.

7. Se realizó el diseño la estructura del pavimento flexible de la carretera en mejoramiento, todo esto teniendo como base a los parámetros básicos de diseño proporcionado por el Manual de carreteras: suelos y pavimentos, mediante el método AASHTO 93, logrando obtener los siguientes espesores: carpeta de rodadura = 12 cm, base = 30 cm y sub base = 20 cm.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Virú, ejecutar de manera inmediata los trabajos para la mejora de la infraestructura vial entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo cumpliendo con lo expuesto en la norma DG - 2018.
2. Se recomienda a los moradores del lugar, instar reiteradamente una mejora de la infraestructura vial a la Entidad correspondiente, puesto que poseen una carretera que no cumple con los parámetros indicados en la DG - 2018 y a su vez carece de pavimento, lo cual hace difícil la transitabilidad vehicular y peatonal.
3. Se recomienda a los investigadores, llevar a cabo el conteo vehicular correspondiente al estudio de tráfico de por lo menos 7 días de la semana puesto que así se obtiene un IMDA con mayor precisión y con respecto al estudio hidrológico se recomienda emplear información validada por la entidad competente del rubro (Proyecto Especial Chavimochic) y sobretodo que este cercano al proyecto.

REFERENCIAS

1. ADEKE, P. T., ATOO, A. A. y ORGA, S. G. Assessment of Pavement Condition Index: A Case of flexible road pavements on the university of agricultura Makurdi Campus. Nigerian Journal of Technology (NIJOTECH) [en línea]. January 2019, n° 1. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2021]. Disponible en 181931-Article Text-463744-1-10-20190116.pdf ISSN: 2467-8821
2. ADLY, Emil [et al]. Functional Damage Assessment Visually on the Road Using Pavement Condition Index (PCI). Advances in Engineering Research [en línea]. February 2021. [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2021]. Disponible en Functional Damage Assessment Visually on the Road Using Pavement Condition Index (PCI) | Atlantis Press (atlantis-press.com) ISSN: 2352-5401
3. BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación. 3.º ed. México: Grupo Editorial Patria, 2017.
ISBN: 9786077447481
4. BENDEZÚ, Luis y VÁSQUEZ, Arturo. Ensayos sobre el rol de la infraestructura vial en el crecimiento económico del Perú. Consorcio de Investigación Económica y Social, CIES. Lima: Nova Print S.A.C., 2008.
ISBN: 9789972804830.
5. CÁRDENAS, James. Diseño Geométrico de Carreteras. 2.º ed. Bogotá: Eco Ediciones, 2013. 544 pp.
ISBN: 9789586488594.
6. CORONEL, Hugo, BAQUERIZO, Eduardo y ROSALES, Luis. Estudio Preliminar y Diseño de la Via: Tramos Cerecita-Tamarindo 0+000 - 1+500 l=1500 Metros, Tamarindo - la Bajada de Progreso 0+000 - 1+300 Metros; Con Pavimento Flexible. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Civil). Trujillo: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2016. Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/32263>
7. CHUNA, Julio. Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad usando el Método AASHTO 93 en la Urbanización Santa Rosa Ventanilla-Callao, 2019. Tesis (Licenciado en Ingeniería Civil). Callao: Universidad

- César Vallejo, 2019.
8. CHURA, Fredy. Mejoramiento de la infraestructura vial a nivel de pavimento flexible de la avenida Simón Bolívar de la ciudad de Arapa – provincia de Azángaro – Puno. Tesis (Licenciado en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional del Altiplano, 2014.
Disponibile en <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/1951>
 9. CRISÓLOGO, Alfredo y HERNÁNDEZ, Erik. Mejoramiento del diseño de infraestructura vial entre el desvío Charat y distrito de Charat, Otuzco, La Libertad 2020. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2017. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/54885>
 10. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (Ministerio de Transportes y Comunicaciones). Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018. Lima: s.n., 2018. 285 pp.
 11. GOMEZ, Susan. Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del Óvalo Grau – Trujillo – La Libertad. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2014. Disponible en <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/638>
 12. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. Metodología de la Investigación. 6.º ed. México: Interamericana Editores S.A., 2014.
ISBN: 9781456223960
 13. HORNA, Eleuterio. 2020. Diseño de Infraestructura vial entre los caseríos San Felipe y Corrales, Distrito De Cutervo, Cajamarca - Cajamarca Tesis (titulacion en Ingeniería Civil). Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, 2020. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49167>.
 14. HUANG, Chong. Improvement on the crack resistance property of semi-flexible pavement by cement-emulsified asphalt mortar. Key Engineering Materials [in line]. 2012. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021].
Disponibile en: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.509.26>
ISSN 2319 – 6009
 15. KUMAR, Dilip. A Study of Correlation Between California Bearing Ratio

(CBR) Value With Other Properties of Soil. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering [en línea]. January 2014, n.º 1. [Fecha de consulta: 13 de junio de 2021].

Disponible en <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.643.688&rep=rep1&type=pdf>

ISSN: 2250-2459

16. LEGUÍA, Paola, PACHECO, Hans. Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima). Tesis (Licenciado en Ingeniería civil). Lima: Universidad San Martín de Porres, 2016. Disponible en https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:u25k9Eti20kJ:https://repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/2311/leguia_pacheco.pdf%3Fsequence%3D1+%&cd=1&hl=es419&ct=clnk&gl=pe
17. LOARTE, Paola y RISCO, Hans. Mejoramiento y rehabilitación de la carretera Ayacucho. Tesis (título en Ingeniero Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2014. Disponible en: <https://1library.co/document/yr3x117y-evaluacion-superficialpavimento-flexible-pavement-condition-arteriales-cincuentenario.html>
18. MAYA, Esther. Métodos y técnicas de Investigación. Coyoacán: Universidad Nacional Autónoma de México, 2014. 90 pp.
ISBN: 9789703254323
19. MEJIA, Elvis y ZAVALA, Johnny. Diseño de infraestructura vial tramo ciudad La Peca – caserío San Martín – Cruce Sector Almendra, distrito La Peca, Amazonas. Tesis (Licenciado en Ingeniería Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2020.
20. Ministerio de Economía y Finanzas. Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras. [en línea]. Perú: Dirección General de Inversión Pública-DGIP, 2015 [fecha de consulta: 24 de mayo de

- 2021]. Disponible en:
https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf
21. Ministerio de transportes y comunicaciones (Perú). Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Lima, 2014
22. Ministerio de transportes y comunicaciones (Perú). Manual de carreteras. Lima, 2018.
23. Ministerio de transportes y comunicaciones (Perú). Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Lima, 2014.
24. MIÑANO, Medalith. Diseño de la carretera Cruce Huamanmarca – Loma Linda, distrito de Mache, provincia de Otuzco, departamento de La Libertad. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2017. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/11742>
25. MONSALVE, Lina, GIRALDO, Laura y MAYA, Jessica. Diseño de Pavimento Flexible y Rígido. Programa de Ingeniería Civil. Armenia: Universidad del Quindío, 2012.
26. NAVARRO, Sergio. Diseño y Cálculo geométrico de Viales. Estelí: Universidad Nacional de Ingeniería, 2017. 245 pp.
27. PACHAS, Raquel. El levantamiento topográfico: Uso del GPS y estación total. Revista ACADEMIA [en línea]. Julio-diciembre 2009, n.º 16. [Fecha de consulta: 13 de junio de 2021]. Disponible en <http://revencyt.ula.ve/storage/repo/ArchivoDocumento/academia/v8n16/articulo3.pdf>
ISSN: 1690-3226
28. PRIEGO DE LOS SANTOS, Enrique. 2015. Topografía instrumentación y observación.
29. PSALMEN, Rijal y SEJAHTERA, Medis. Study of Pavement Condition Index (PCI) relationship with International Roughness Index (IRI) on Flexible Pavement. MATEC Web of Conferences [en línea]. January 2019, nº 03019.

[Fecha de consulta: 25 de mayo de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.1051/mateconf/201925803019> E-ISSN: 2261-236X

30. QUINTANA, Luis. Aplicación del método índice de condición del pavimento para evaluar la superficie de rodadura de la carretera Reque-Puerto Eten. Tesis (Licenciado en Ingeniería civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2018. Disponible en [quintana_dl.pdf \(ucv.edu.pe\)](#)
31. ROMÁN, Wilde y Saldaña, Alexander. Propuesta de parámetros de diseño geométrico para trochas carrozables en la norma dg – 2018 a fin de optimizar costos. Trabajo de titulación (ingeniero civil). Lima. Facultad de ingeniería. 2018. 75p
32. SABARUDDIN, Alvret. Application of pavement condition index (PCI) on the 38 assessment of the kalumata highway of the city of south ternate. Science, Technology and Engineering [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2021]. Disponible en [Application of Pavement Condition Index \(PCI\) on the Assessment of the Kalumata Highway of the City of South Ternate | Sabaruddin | International Joint Conference on Science and Technology \(trunojoyo.ac.id\)](#)
33. SANCHEZ, Luis y MACHUCA, Oliver. Estudio de las fallas en los pavimentos rígidos para el mantenimiento y rehabilitación de las vías principales del municipio de Tamalameque Cesar. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, 2015. Disponible en <https://es.scribd.com/document/359028557/Estudio-de-Las-Fallas-en-Los-Pavimntos-Rigidos-Para-El-Mantenimiento-y-Rehabilitacion-de-Las-Vias-Principales-Del-Municipio-de-Tamalameque-Cesar>
34. SMAIDA, Ali, HADDADI, Smail y NECHNECH, Ammar. Improvement on the crack resistance property of semi-flexible pavement by cement-emulsified asphalt mortar. Construction and Building Materials [in line]. 2019. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021].
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.041>
ISSN 0950-0618

35. TITO, Luis. Mejoramiento y rehabilitación de la carretera Ayacucho - Abancay, Tramo IV, pertenece a la Ruta PE – 28B. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2014. Disponible en <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/urp/420>
36. TORRES Tafur, Benjamín. Diseño definitivo de una carretera. Universidad Cesar Vallejo. Facultad de ingeniería.
37. TUPAK, Obando. Sondeos Geotécnicos y Calicatas. Academia [en línea]. 2009. [Fecha de consulta: 13 de junio de 2021].
Disponible en <file:///C:/Users/USER/Downloads/Sondeos-geotecnicos-calicatas-with-cover-page-v2.pdf>
38. UNIVERSIDAD Mayor de San Simón – UMSS. Manual Completo: Diseño de Pavimentos [en línea]. [Fecha de consulta: 13 de junio de 2021]. Disponible en <https://www.libreriaingeniero.com/2019/06/manual-completo-diseno-de-pavimentos-umss.html>
39. VALLVERDU, Arsenio. 2010. Pavimentos en infraestructura vial Avances y Desafíos. 2010.
40. VEGA, Daniel. 2018. Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al nuevo Puerto de Yurimaguas (km 1+000 a 2+000). Lima.

ANEXOS

Anexo N°1: Declaratoria de autenticidad de los autores

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DE LOS AUTORES

Yo, Miguel Ángel Chacha Cerna y Bruno Rafael Cordova Arteta, estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, identificados con DNI N° 76474532 y 74934411 respectivamente; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, declaramos bajo juramento que el Proyecto de Investigación es de nuestra autoría y que toda la documentación, datos e información que en ella se presenta es veraz y auténtica.

En tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u comisión tanto del contenido del presente Proyecto de Investigación como de información adicional aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 21 de diciembre de 2021



Miguel Ángel Chacha Cerna



Bruno Rafael Cordova Arteta

Anexo N° 2: Declaratoria de autenticidad del asesor

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, Josualdo Carlos Villar Quiroz, docente de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo – Trujillo revisor del proyecto de investigación: “Mejoramiento de la infraestructura vial entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo, Virú, La Libertad, 2021”, de los estudiantes Miguel Ángel Chacha Cerna y Bruno Rafael Cordova Arteta, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

Trujillo, 21 de diciembre de 2021



Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

Anexo N° 3:

Anexo N° 3.1: Matriz de operacionalización de variables

Mejoramiento de la infraestructura vial entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo, Virú, La Libertad, 2021					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Mejoramiento	El mejoramiento de la infraestructura vial se refiere a la realización de las actividades constructivas imprescindibles para proveer a una vía ya existente que este en buena, regular o mala condición, de mejores	Se realiza el mejoramiento de la vía mediante un rediseño geométrico de la carretera teniendo en cuenta los criterios mínimos que solicitan las normas DG-2018 y para la pavimentación el Manual de carreteras	Levantamiento topográfico	Coordenadas UTM	Razón
				Curvas de nivel	
			Estudio de mecánica de suelos	CBR	Razón
			Estudio hidrológico	Precipitaciones máximas	Razón
Intensidad máxima					

	condiciones físicas y efectivas de las que poseía anteriormente, con la finalidad de aumentar su capacidad o simplemente entregar un mejor servicio a la población. (Chura, 2014)	Sección Suelos y Pavimento 2014	Estudio de trafico	Índice Medio Diario Anual (IMDA)	Razón
			Diseño geométrico	Alineamiento Horizontal	Razón
				Bombeo	
				Peralte	
				Secciones transversales	
				Bermas	
				Pendientes	
			Diseño de pavimento flexible	Velocidad de diseño	Razón
				Carpeta Asfáltica	
				Base	
			Sub base		

Anexo N° 3.2: Indicadores de la variable

OBJETIVO ESPECÍFICO	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	TÉCNICA / INSTRUMENTO	TIEMPO EMPLEADO	MODO DE CÁLCULO
Realizar el levantamiento topográfico entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo.	Coordenadas UTM	Es la recopilación de características del terreno mediante levantamiento topográfico	La observación/Guia de observación N°1	2 días	Mediante el uso de la Estación Total
	Curvas de nivel	Representa la orografía del terreno, mostrando las cotas de nivel.		2 días	Procesamiento de información en el software civil 3D
Realizar el estudio de mecánica de entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo.	CBR	Es la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para evaluar la calidad de la subrasante	Revisión documental/Ficha de datos N°1	7 días	Se sigue las Normas ASTM y además el Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Determinar el estudio hidrológico entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo mediante el uso de datos proporcionados por el Proyecto Especial Chavimochic	Precipitaciones máximas	Es la cantidad de agua máxima que recibe la superficie terrestre en un periodo determinado.	La observación/ Ficha de datos N°2	3 días	Tabulación de información en Microsoft Excel
	Intensidad máxima	Es la razón de incremento de agua respecto al tiempo.			
Realizar el estudio de tráfico entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo.	Índice Medio Diario Anual (IMDA)	Es el conteo de vehículos que transitan por la zona de estudio,	La observación/Guia de observación N°2	9 días	Tabulación de información en Microsoft Excel
Realizar el diseño geométrico entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo empleando la	Alineamiento Horizontal	Es la proyección del eje de la vía.	La observación	14 días	Se sigue los parámetros mínimos para una carretera de 3° clase según la DG – 2018 del MTC
	Bombeo	Es la inclinación perpendicular al eje de la carretera.			

norma DG – 2018.	Peralte	Pendiente transversal que se da en las curvas.		
	Secciones transversales	Es un corte vertical al alineamiento horizontal.		
	Bermas	Es la parte exterior de la vía, destinada al soporte lateral de la calzada.		
	Pendientes	Es la inclinación positiva o negativa que tiene un terreno		
	Velocidad de diseño	Es la aceleración a la que debe ir un vehículo en una carretera para la cual fue diseñada.		

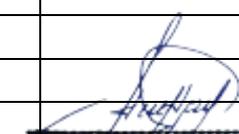
Realizar el diseño de pavimento flexible entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo.	Carpeta Asfáltica	Es la primera capa del pavimento y es de material bituminoso.	La observación	7 días	Se sigue los procedimientos de la guía del diseño AASHTO 93, para pavimentos flexibles.
	Base	Es la segunda capa y recibe mayores esfuerzos por los vehículos.			
	Sub base	Esta capa va directamente sobre la terracería			

Anexo N° 4: Instrumento y recolección de datos

Anexo N° 4.1.

Guía de observación N°1: Datos del levantamiento topográfico.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			
Tesis	Mejoramiento de la infraestructura vial entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo, Virú, La Libertad, 2021		
Autores	Chacha Cerna, Miguel Ángel Cordova Arteta Bruno Rafael		
Equipo Topografico	Estación Total		
Puntos	Este	Norte	Altitud
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			


Luis Alberto Horna Araujo
ING. CIVIL
CIP. 24002

Anexo N° 4.2: Propiedades del suelo

Ficha de datos N° 1: Datos del estudio de mecanica de suelos

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO													
Tesis:	Mejoramiento de la infraestructura vial entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo, Virú, La Libertad, 2021												
Autores:	Chacha Cerna, Miguel Ángel Cordova Arteta Bruno Rafael												
Ubicación:	Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo												
CALICATA	PROPIEDADES DEL SUELO												
	GRANULOMETRIA (% PASA)					LIMITE DE CONSISTENCIA (%)			CLASIFICACIÓN DE SUELOS		PROPIEDADES MECANICAS		
	1"	3/4"	N°4	N°40	N°200	L.L	L.P	I.P	SUCS	AASTHO	PROCTOR		CBR
											OCH	DSM	
C-01													
C-02													
C-03													
C-04													
C-05													

C-06													
C-07													
C-08													
C-09													
C-10													
C-11													
C-12													
C-13													
C-14													
C-15													


Luis Alberto Horna Araujo
ING. CIVIL
CIP. 24002

Anexo N° 4.3: Estudio Hidrológico

Ficha de datos N° 2: Datos del Estudio Hidrológico

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO													
Tesis	Mejoramiento de la infraestructura vial entre el desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo, Virú, La Libertad, 2021												
Autores	Chacha Cerna, Miguel Ángel Cordova Arteta Bruno Rafael												
Ubicación	Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo, Virú, La Libertad												
PRECIPITACIONES MAXIMAS (mm)													
REGISTRO	AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	MAX. ANUAL
1	1991												
2	1992												
3	1993												
4	1994												
5	1995												
6	1996												
7	1997												
8	1998												
9	1999												

Anexo N° 4.4: Índice Medio Diario Anual

Guía de observación N° 2: Estudio de tráfico

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO																						
VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO																						
Carretera:		Mejoramiento de la infraestructura vial entre el Desvio Fronton bajo y Caserío Fronton bajo, Virú, La Libertad, 2021																				
Tramo :		Desvio Fronton bajo y Caserío Fronton bajo														Ubicacion		Viru - La Libertad				
Cod Estación:		E - 1														Sentido						
Estación:		Desvio Fronton bajo														Dia		Fecha				
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		COMBI RURAL	MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %	
			PICK UP	PANEL			2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01																						
01-02																						
02-03																						
03-04																						
04-05																						
05-06																						
06-07																						
07-08																						
08-09																						
09-10																						
10-11																						
11-12																						
12-13																						
13-14																						
14-15																						
15-16																						
16-17																						
17-18																						
18-19																						
19-20																						
20-21																						
21-22																						
22-23																						
23-24																						
TOTAL																						
%																						


 Luis Alberto Horna Araujo
 ING. CIVIL
 CIP. 24002

Anexo 5: Validez y confiabilidad de los instrumentos.

Anexo 5.1: Matriz de evaluación de experto

MATRIZ DE EVALUACION DE EXPERTO			
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:	Mejoramiento de la infraestructura vial entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo, Virú, La Libertad, 2021		
LINEA DE INVESTIGACIÓN:	Diseño de Infraestructura Vial		
EXPERTO:	Luis Alberto Horna Araujo		
FECHA:	17/12/2021		
PREGUNTAS			
		SI	NO
1. ¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de investigación?	X		
2. ¿La creación de los instrumentos de recolección de datos son adecuados para el proyecto de investigación?	X		
3. ¿La creación de los instrumentos de recolección de datos permitirá el logro de los objetivos planteados?	X		
4. ¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
5. ¿El instrumento de medición es claro, preciso de tal manera que se logre obtener los datos requeridos?	X		
6. ¿El diseño del instrumento de medición facilitara el análisis y procesamiento de datos?	X		
  FIRMA:			

Anexo 5.2: Matriz de evaluación de experto

MATRIZ DE EVALUACION DE EXPERTO				
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:	Mejoramiento de la infraestructura vial entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo, Virú, La Libertad, 2021			
LINEA DE INVESTIGACIÓN:	Diseño de Infraestructura Vial			
EXPERTO:	Josualdo Carlos Villar Quiroz			
FECHA:	17/12/2021			
PREGUNTAS			SI	NO
1. ¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de investigación?			X	
2. ¿La creación de los instrumentos de recolección de datos son adecuados para el proyecto de investigación?			X	
3. ¿La creación de los instrumentos de recolección de datos permitirá el logro de los objetivos planteados?			X	
4. ¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?			X	
5. ¿El instrumento de medición es claro, preciso de tal manera que se logre obtener los datos requeridos?			X	
6. ¿El diseño del instrumento de medición facilitara el análisis y procesamiento de datos?			X	
				
FIRMA: CIP: 106997				

Anexo 6: Instrumentos de recolección de datos completados.

Anexo 6.1. Guía de observación N°1: Datos del levantamiento topográfico.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			
Tesis	Mejoramiento de la infraestructura vial entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo, Viru, La Libertad, 2021		
Autores	Chacha Cerna, Miguel Ángel Cordova Arteta Bruno Rafael		
Equipo Topografico	Estación Total		
Puntos	Este	Norte	Altitud
1	732145.25	9070276.41	20.80
2	732158.53	9070282.13	21.52
3	732155.96	9070281.63	21.41
4	732147.43	9070277.40	20.92
5	732152.34	9070279.80	21.23
6	732161.06	9070269.73	21.59
7	732153.13	9070262.27	21.23
8	732159.84	9070268.20	21.55
9	732154.06	9070263.25	21.39
10	732157.53	9070266.23	21.58
11	732167.66	9070252.03	21.97
12	732167.69	9070252.01	21.98
13	732173.49	9070259.25	22.48
14	732168.12	9070252.41	22.05
15	732172.65	9070257.72	22.28
16	732170.66	9070255.12	22.16
17	732187.27	9070248.97	23.43
18	732187.10	9070248.77	23.31
19	732181.48	9070241.89	22.58
20	732181.65	9070242.31	22.61
21	732186.07	9070247.28	22.87
22	732184.08	9070244.68	22.71
	732201	9070236	23.09
23	732205.49	9070236.14	23.67
24	732204.21	9070234.14	23.25
25	732198.80	9070227.56	23.21

26	732199.65	9070228.80	23.18
27	732201.68	9070231.38	23.26
28	732218.89	9070225.88	23.86
29	732217.41	9070224.14	23.41
30	732212.86	9070217.43	23.21
31	732213.38	9070218.28	23.18
32	732215.82	9070221.16	23.41
33	732228.88	9070205.20	23.24
34	732234.12	9070213.11	23.76
35	732233.23	9070211.77	23.52
36	732229.54	9070206.24	23.33
37	732231.67	9070209.32	23.53
38	732242.15	9070195.19	23.30
39	732242.13	9070195.17	23.30
40	732247.17	9070203.15	23.99
41	732247.10	9070203.11	23.98
42	732246.25	9070201.60	23.56
43	732242.57	9070196.35	23.35
44	732244.62	9070198.97	23.55
45	732257.69	9070182.75	23.14
46	732262.37	9070190.40	23.89
47	732261.62	9070189.17	23.62
48	732257.70	9070182.84	23.12
49	732258.20	9070183.59	23.37
50	732260.19	9070186.86	23.62
51	732277.26	9070178.82	23.60
52	732276.46	9070177.88	23.50
53	732272.00	9070171.87	23.31
54	732272.51	9070172.78	23.39
55	732274.70	9070175.47	23.51
56	732287.27	9070171.03	23.69
57	732282.24	9070164.11	23.40
58	732282.73	9070164.95	23.40
59	732286.48	9070169.92	23.55
60	732284.86	9070167.77	23.53
61	732284.89	9070167.75	23.53
62	732296.68	9070153.03	23.29
63	732301.37	9070160.09	23.75
64	732300.80	9070159.27	23.60
65	732297.21	9070153.87	23.53
66	732299.42	9070157.07	23.61
67	732311.63	9070141.84	23.60

68	732316.25	9070148.79	23.75
69	732315.85	9070148.26	23.64
70	732312.22	9070142.70	23.65
71	732314.18	9070145.84	23.70
72	732331.40	9070137.39	23.87
73	732330.96	9070136.59	23.82
74	732329.30	9070134.71	23.84
75	732325.76	9070130.85	23.70
76	732326.36	9070132.02	23.79
77	732346.13	9070126.26	24.27
78	732345.41	9070125.35	24.07
79	732340.49	9070119.85	23.91
80	732340.80	9070120.72	23.94
81	732343.07	9070123.41	24.03
82	732399.68	9070084.31	26.04
83	732360.93	9070113.94	24.18
84	732360.47	9070113.15	24.01
85	732355.50	9070107.26	24.02
86	732356.27	9070108.31	23.90
87	732357.82	9070110.59	24.03
88	732374.81	9070104.05	24.43
89	732373.99	9070102.69	24.47
90	732374.00	9070102.68	24.47
91	732369.69	9070096.39	24.50
92	732370.41	9070097.25	24.34
93	732371.80	9070099.67	24.38
94	732387.58	9070098.54	24.24
95	732387.33	9070096.62	24.54
96	732385.43	9070086.61	25.16
97	732385.80	9070088.49	25.08
98	732386.29	9070091.67	24.91
99	732396.23	9070100.22	25.25
100	732396.87	9070098.66	25.23
101	732401.79	9070087.25	26.00
102	732400.01	9070089.78	25.77
103	732397.64	9070094.36	25.56
104	732402.02	9070106.41	26.14
105	732403.89	9070105.24	26.23
106	732412.56	9070100.77	26.43
107	732410.57	9070102.12	26.21
108	732407.65	9070104.35	26.30
109	732409.33	9070118.85	26.38

110	732411.74	9070117.10	26.78
111	732419.35	9070109.25	26.55
112	732416.82	9070111.03	26.45
116	732413.57	9070113.49	26.59
117	732428.26	9070115.03	26.61
118	732422.79	9070128.29	27.27
119	732427.52	9070118.00	26.68
120	732424.07	9070125.07	27.24
121	732425.60	9070122.21	26.98
122	732439.18	9070113.87	27.23
123	732443.72	9070124.67	27.80
124	732442.37	9070121.79	27.35
125	732439.35	9070116.16	26.97
126	732441.30	9070119.24	27.16
127	732454.81	9070115.49	27.81
128	732447.70	9070105.51	27.13
129	732449.40	9070108.37	27.18
130	732453.49	9070114.13	27.26
131	732451.65	9070111.55	27.25
132	732458.60	9070097.94	27.23
133	732464.65	9070107.38	27.63
134	732463.77	9070106.20	27.26
135	732459.92	9070100.25	27.21
136	732461.93	9070103.88	27.29
137	732472.70	9070089.59	27.11
138	732477.76	9070096.30	27.58
139	732476.99	9070095.69	27.39
140	732473.47	9070091.19	27.18
141	732475.47	9070093.76	27.37
142	732486.58	9070078.21	27.26
143	732490.96	9070085.82	27.41
144	732487.85	9070080.18	27.24
145	732490.04	9070082.86	27.32
146	732491.96	9070084.25	27.36
147	732500.35	9070067.68	27.08
148	732504.56	9070076.15	27.44
149	732504.08	9070075.27	27.30
150	732500.36	9070067.55	27.07
151	732501.43	9070069.76	27.16
152	732502.72	9070073.21	27.29
153	732518.23	9070066.72	27.23
154	732513.46	9070059.02	26.70

155	732514.28	9070060.10	27.06
156	732517.68	9070065.97	27.24
157	732516.13	9070063.29	27.22
158	732528.34	9070048.75	27.09
159	732527.82	9070047.65	27.13
160	732533.99	9070054.88	27.32
161	732533.13	9070054.48	27.31
162	732528.66	9070049.29	27.14
163	732531.58	9070052.02	27.27
164	732538.91	9070037.96	27.15
165	732546.38	9070045.13	27.50
166	732545.43	9070044.37	27.48
167	732540.25	9070039.49	27.25
168	732542.98	9070042.03	27.42
169	732557.86	9070032.89	27.59
170	732551.07	9070026.24	27.46
171	732557.15	9070032.41	27.64
172	732552.64	9070027.78	27.39
173	732555.17	9070030.22	27.61
174	732569.00	9070020.04	27.81
175	732562.77	9070013.21	27.59
176	732564.66	9070015.19	27.70
177	732568.51	9070019.78	27.84
178	732566.19	9070017.46	27.82
179	732579.34	9070007.79	28.02
180	732579.30	9070007.73	27.99
181	732572.04	9070003.40	27.97
182	732574.02	9070004.38	27.86
183	732578.76	9070007.26	27.95
184	732576.51	9070006.48	27.94
185	732588.47	9069995.29	28.06
186	732579.86	9069990.00	28.06
187	732587.64	9069995.35	27.96
188	732587.52	9069995.27	28.07
189	732583.36	9069992.43	28.01
190	732585.73	9069994.18	28.03
191	732585.74	9069994.22	28.07
192	732585.74	9069994.22	28.07
192	732585.74	9069994.22	28.21
193	732598.39	9069981.29	28.45
194	732597.86	9069980.82	28.47
195	732591.10	9069976.21	28.50

196	732592.99	9069977.23	28.43
197	732595.63	9069978.76	28.43
198	732626.68	9069922.95	29.22
199	732626.69	9069922.95	29.22
199	732626.69	9069922.95	29.15
200	732597.69	9069981.26	28.39
201	732590.46	9069976.74	28.44
202	732592.35	9069978.04	28.34
203	732595.00	9069979.65	28.34
204	732606.73	9069966.47	28.52
205	732599.44	9069961.32	28.49
206	732602.02	9069962.59	28.54
207	732604.09	9069964.01	28.54
208	732616.80	9069951.41	28.76
209	732609.48	9069946.89	28.66
210	732610.92	9069947.66	28.73
211	732613.39	9069949.14	28.69
212	732625.53	9069937.97	29.04
213	732618.74	9069932.37	28.86
214	732620.69	9069933.64	29.03
215	732623.18	9069935.10	29.04
216	732639.95	9069921.81	29.52
217	732633.61	9069914.83	29.20
218	732635.97	9069916.95	29.43
219	732638.21	9069918.70	29.48
220	732661.06	9069904.35	29.92
221	732654.81	9069897.12	29.51
222	732656.93	9069899.75	29.73
223	732658.78	9069901.57	29.89
224	732683.15	9069885.11	30.31
225	732677.38	9069878.63	29.89
226	732679.23	9069880.98	30.21
227	732681.14	9069882.93	30.28
228	732703.51	9069866.07	30.69
229	732697.04	9069860.23	30.17
230	732699.15	9069862.93	30.51
231	732701.26	9069864.29	30.63
232	732724.90	9069849.00	31.12
233	732719.82	9069843.49	30.49
234	732721.03	9069845.00	30.95
235	732722.54	9069846.92	31.14
236	732722.47	9069846.93	31.08

237	732748.72	9069822.81	31.13
238	732748.73	9069822.81	31.14
238	732748.73	9069822.81	31.22
239	732746.19	9069832.68	31.38
240	732741.32	9069826.41	30.72
241	732742.79	9069827.67	31.20
242	732743.98	9069830.03	31.34
243	732767.96	9069816.12	31.42
244	732763.33	9069810.37	30.97
245	732764.02	9069811.30	31.27
246	732765.53	9069813.38	31.36
247	732791.04	9069802.69	31.38
248	732785.88	9069793.59	31.25
249	732786.85	9069795.29	31.29
250	732788.61	9069798.54	31.38
251	732805.09	9069792.18	31.47
252	732805.21	9069792.25	31.47
253	732806.23	9069793.36	31.90
254	732798.49	9069786.41	31.33
255	732798.18	9069786.16	31.28
256	732799.62	9069787.82	31.16
257	732801.78	9069791.03	31.30
258	732808.49	9069787.90	31.71
258	732808.49	9069787.90	31.65
259	732809.33	9069774.25	31.51
260	732803.02	9069774.77	31.21
261	732801.64	9069775.59	31.42
262	732805.84	9069774.75	31.30
263	732805.87	9069774.78	31.31
264	732797.49	9069745.84	31.56
265	732790.78	9069746.66	31.43
266	732793.87	9069745.65	31.60
267	732784.73	9069715.72	31.46
268	732784.74	9069715.72	31.47
269	732779.43	9069718.38	31.53
270	732780.11	9069718.09	31.40
271	732782.18	9069717.31	31.44
272	732750.33	9069647.08	30.13
273	732750.33	9069647.08	30.13
273	732750.33	9069647.08	30.18
274	732759.20	9069683.35	30.91
275	732760.19	9069682.96	30.70

276	732764.26	9069680.39	30.62
277	732762.34	9069681.41	30.69
278	732759.10	9069666.54	30.17
279	732757.95	9069666.86	30.21
280	732751.30	9069669.57	30.53
281	732752.41	9069669.24	30.32
282	732755.21	9069667.88	30.31
283	732759.20	9069654.02	29.24
284	732759.19	9069654.01	29.24
285	732757.59	9069653.22	29.56
286	732748.14	9069650.13	30.42
287	732749.82	9069651.11	30.06
288	732753.06	9069652.61	29.82
289	732766.10	9069645.45	29.39
290	732763.11	9069638.96	29.81
291	732763.73	9069639.96	29.50
292	732764.83	9069642.40	29.42
293	732793.82	9069640.55	29.26
294	732793.77	9069639.72	29.21
295	732792.47	9069633.73	29.46
296	732792.81	9069634.88	29.25
297	732793.25	9069636.71	29.25
298	732816.57	9069635.94	28.91
299	732821.93	9069634.86	28.99
300	732821.69	9069634.14	29.02
301	732820.41	9069628.36	29.47
302	732820.60	9069629.12	29.31
303	732820.94	9069631.28	29.27
304	732851.17	9069628.40	29.02
305	732850.10	9069622.21	29.50
306	732850.33	9069623.44	29.27
307	732850.96	9069625.53	29.21
308	732877.29	9069622.71	29.35
309	732875.82	9069617.29	29.49
310	732875.84	9069617.94	29.40
311	732876.19	9069620.06	29.41
312	732906.16	9069617.47	29.70
313	732905.06	9069611.31	29.72
314	732905.30	9069613.99	29.73
315	732932.69	9069611.37	29.38
316	732932.63	9069611.45	29.42
317	732932.63	9069611.67	29.42

318	732932.60	9069611.59	29.34
319	732924.97	9069612.39	29.21
320	732921.19	9069607.65	30.00
321	732921.30	9069607.56	30.02
322	732932.34	9069610.40	29.98
323	732931.08	9069605.41	30.02
324	732931.50	9069608.08	30.05
325	732955.62	9069605.99	30.14
326	732955.48	9069605.98	30.23
327	732954.46	9069600.54	30.27
328	732954.92	9069603.51	30.28
329	732955.88	9069607.05	29.68
330	732956.09	9069606.82	29.67
331	732977.69	9069601.80	30.65
332	732977.45	9069602.53	29.98
333	732978.06	9069602.27	30.01
334	732978.20	9069602.60	30.03
335	732976.89	9069598.99	30.61
336	732976.93	9069599.11	30.73
337	732976.50	9069595.78	30.59
338	733003.65	9069595.63	31.22
339	733003.80	9069596.21	30.63
340	733003.91	9069596.67	30.62
341	733003.08	9069594.77	31.17
342	733001.36	9069588.90	31.22
343	733001.63	9069589.98	31.05
344	733002.16	9069592.46	31.04
345	733032.38	9069576.74	31.38
346	733032.38	9069576.75	31.38
346	733032.38	9069576.75	31.38
347	733019.83	9069589.32	30.56
348	733021.64	9069588.53	30.60
349	733020.92	9069587.25	31.31
350	733017.50	9069581.55	31.17
351	733018.51	9069582.62	30.89
352	733020.61	9069584.61	31.08
353	733029.72	9069579.83	31.34
354	733034.39	9069567.67	30.93
355	733033.04	9069567.46	30.82
356	733023.45	9069566.52	30.25
357	733025.05	9069566.68	30.39
358	733029.05	9069566.99	30.69

359	733020.93	9069576.49	30.57
360	733022.03	9069577.32	30.67
361	733025.29	9069577.99	30.86
362	733029.01	9069537.16	30.11
363	733022.82	9069537.97	30.21
364	733021.56	9069538.48	30.34
365	733025.60	9069537.48	30.22
366	733017.01	9069509.94	29.79
367	733017.93	9069509.96	29.69
368	733024.75	9069509.28	29.49
369	733024.27	9069509.51	29.63
370	733021.21	9069510.05	29.79
371	733019.53	9069481.38	29.21
372	733014.23	9069481.78	29.26
373	733016.73	9069481.24	29.26
374	733010.29	9069455.62	28.73
375	733010.26	9069455.66	28.70
376	733015.78	9069455.84	28.74
377	733015.76	9069455.84	28.74
378	733013.22	9069456.12	28.75
379	733010.93	9069424.73	28.24
380	733011.63	9069425.01	28.11
381	733005.79	9069426.46	28.58
382	733006.61	9069426.45	28.25
383	733008.78	9069425.96	28.23
384	733002.26	9069400.21	27.75
385	733002.14	9069400.42	27.76
386	733004.54	9069400.10	27.76
387	733006.92	9069399.65	27.77
388	733000.14	9069364.24	27.74
389	733000.14	9069364.24	27.74
389	733000.14	9069364.24	27.77
390	733004.38	9069415.93	28.11
391	733009.68	9069414.21	28.03
392	733009.18	9069414.36	28.04
393	733007.26	9069414.72	28.04
394	733006.17	9069387.39	27.45
395	733005.54	9069387.50	27.45
396	732998.70	9069388.74	27.78
397	732999.53	9069388.49	27.55
398	733002.32	9069387.98	27.55
399	732999.27	9069374.89	27.57

400	732998.49	9069374.82	27.80
401	733005.50	9069375.63	27.30
402	733002.44	9069375.13	27.40
403	732999.41	9069374.67	27.53
404	732999.38	9069374.67	27.54
405	733001.10	9069362.52	27.43
406	733002.92	9069363.60	27.49
407	733002.89	9069363.60	27.49
408	733005.62	9069365.01	27.31
409	733009.47	9069366.62	27.06
410	733008.28	9069366.28	27.16
411	733015.81	9069358.20	27.19
412	733015.10	9069357.58	27.07
413	733011.61	9069352.13	27.18
414	733012.23	9069352.69	27.16
415	733013.80	9069354.65	27.13
416	733040.16	9069342.91	27.13
417	733039.90	9069342.42	27.13
418	733036.58	9069337.04	26.89
419	733036.98	9069337.62	27.04
420	733038.00	9069339.72	27.14
422	733065.78	9069328.51	27.04
423	733065.48	9069327.93	27.12
424	733062.08	9069322.40	26.76
425	733062.47	9069322.98	26.91
426	733063.60	9069325.19	27.03
427	733089.44	9069314.56	27.10
428	733089.15	9069314.14	27.10
429	733085.86	9069308.89	26.91
430	733086.13	9069309.31	26.97
431	733087.15	9069311.87	27.04
432	733112.94	9069301.27	27.14
433	733112.61	9069300.85	27.13
434	733109.41	9069295.05	26.98
435	733109.66	9069295.56	27.09
436	733131.09	9069282.42	27.10
437	733131.10	9069282.60	27.05
438	733131.36	9069283.07	27.24
439	733132.85	9069285.65	27.31
440	733132.84	9069285.64	27.31
441	733134.58	9069288.54	27.33
442	733135.03	9069289.06	27.26

443	733158.98	9069275.49	27.54
444	733158.57	9069274.85	27.45
445	733155.24	9069269.40	27.39
446	733155.52	9069269.75	27.39
447	733156.85	9069272.19	27.43
448	733180.86	9069254.78	27.25
449	733181.13	9069255.14	27.24
450	733184.54	9069261.13	27.27
451	733184.12	9069260.49	27.31
452	733182.36	9069258.04	27.34
453	733225.73	9069230.16	26.60
454	733225.72	9069230.16	26.60
454	733225.72	9069230.16	26.60
455	733209.15	9069246.46	26.92
456	733209.69	9069247.15	26.80
457	733206.21	9069240.20	26.94
458	733206.27	9069240.38	26.87
459	733206.80	9069241.07	26.92
460	733208.53	9069243.52	26.94
461	733235.63	9069232.57	26.50
462	733235.49	9069232.12	26.54
463	733232.56	9069226.36	26.50
464	733232.83	9069226.78	26.56
465	733234.06	9069229.23	26.62
466	733261.43	9069218.27	26.29
467	733261.23	9069218.02	26.29
468	733258.53	9069212.39	26.17
469	733258.53	9069212.47	26.21
470	733260.43	9069214.98	26.33
471	733288.21	9069203.76	26.14
472	733288.02	9069203.27	26.18
473	733285.45	9069197.94	26.15
474	733286.46	9069200.55	26.19
475	733316.44	9069186.84	26.27
476	733316.45	9069186.84	26.27
476	733316.45	9069186.84	26.25
477	733310.98	9069182.94	26.24
478	733311.46	9069183.65	26.22
479	733314.24	9069189.19	26.19
480	733314.00	9069188.83	26.26
481	733312.38	9069186.17	26.28
482	733312.35	9069186.14	26.28

483	733338.78	9069175.59	26.34
484	733338.48	9069175.26	26.39
485	733334.58	9069169.61	26.35
486	733334.89	9069170.22	26.35
487	733336.40	9069172.56	26.42
488	733356.19	9069157.66	26.54
489	733356.40	9069158.16	26.59
490	733359.63	9069163.96	26.48
491	733359.17	9069163.44	26.59
492	733357.29	9069160.85	26.63
493	733389.09	9069147.94	27.19
494	733388.74	9069147.44	27.20
495	733385.94	9069141.25	27.08
496	733386.24	9069141.96	27.05
497	733387.45	9069144.36	27.14
498	733407.76	9069129.51	27.82
499	733407.88	9069130.24	27.63
500	733410.64	9069136.16	27.82
501	733410.25	9069135.71	27.67
502	733408.72	9069133.17	27.67
503	733438.88	9069120.49	28.29
504	733438.37	9069120.26	28.29
505	733434.21	9069114.89	28.20
506	733434.46	9069115.39	28.19
507	733436.08	9069117.95	28.28
508	733458.85	9069101.15	28.44
509	733459.10	9069101.87	28.61
510	733462.57	9069107.31	28.89
511	733462.13	9069106.93	28.74
512	733460.62	9069104.46	28.71
513	733491.27	9069091.43	28.95
514	733490.85	9069091.06	28.83
515	733487.12	9069085.62	28.61
516	733487.41	9069086.27	28.72
517	733488.65	9069088.67	28.86
518	733522.03	9069066.98	28.34
519	733522.22	9069067.35	28.36
520	733522.00	9069066.99	28.38
521	733522.24	9069067.44	28.34
522	733525.10	9069072.65	28.49
523	733523.66	9069070.44	28.49
524	733523.64	9069070.40	28.45

525	733551.28	9069051.63	28.24
526	733551.27	9069051.63	28.24
526	733551.27	9069051.63	28.30
527	733525.49	9069073.36	28.70
528	733525.20	9069072.68	28.56
529	733524.01	9069070.74	28.52
530	733524.42	9069070.52	28.52
531	733553.66	9069059.43	28.51
532	733553.25	9069058.91	28.45
533	733549.69	9069051.81	28.21
534	733550.05	9069052.65	28.35
535	733551.33	9069055.70	28.48
536	733574.14	9069037.91	27.88
537	733574.80	9069039.82	28.42
538	733577.45	9069046.79	28.47
539	733577.01	9069046.11	28.52
540	733575.76	9069043.47	28.57
541	733603.35	9069033.71	28.75
542	733602.77	9069033.23	28.81
543	733598.54	9069025.64	28.09
544	733599.22	9069027.11	28.64
545	733600.85	9069030.39	28.84
546	733623.24	9069012.66	28.60
547	733623.86	9069014.63	28.91
548	733627.43	9069021.46	29.18
549	733626.92	9069020.79	29.03
550	733625.85	9069018.08	29.06
551	733654.61	9069007.66	29.33
552	733654.43	9069007.88	29.38
553	733653.82	9069006.96	29.20
554	733649.94	9068999.74	28.80
555	733650.77	9069001.02	29.17
556	733652.22	9069004.69	29.19
557	733676.11	9068987.27	29.47
558	733676.37	9068987.85	29.47
559	733679.36	9068994.29	29.66
560	733679.05	9068993.69	29.58
561	733677.41	9068990.31	29.58
562	733706.81	9068979.76	29.46
563	733706.35	9068979.12	29.44
564	733701.09	9068971.57	29.11
565	733702.34	9068973.39	29.20

566	733704.03	9068975.90	29.39
567	733719.68	9068950.10	28.35
568	733721.06	9068951.61	28.55
569	733727.55	9068957.01	28.48
570	733726.66	9068956.37	28.74
571	733724.50	9068954.45	28.75
572	733746.53	9068933.23	28.05
573	733746.02	9068932.83	27.74
574	733740.95	9068927.75	27.60
575	733739.96	9068926.91	27.59
576	733743.60	9068929.75	27.74
577	733740.48	9068928.97	27.65
578	733740.49	9068928.95	27.65
578	733740.49	9068928.95	27.64
579	733759.25	9068917.09	27.05
580	733758.42	9068916.54	26.96
581	733752.71	9068911.96	27.05
582	733753.83	9068912.84	26.98
583	733755.85	9068914.48	27.06
584	733798.85	9068880.29	25.22
585	733798.85	9068880.29	25.22
585	733798.85	9068880.29	25.24
586	733776.22	9068898.29	26.47
587	733776.23	9068899.91	26.54
588	733776.58	9068909.03	26.38
589	733776.43	9068908.09	26.34
590	733775.83	9068904.18	26.55
591	733806.43	9068904.42	25.54
592	733805.75	9068905.51	25.90
593	733803.48	9068912.30	26.53
594	733803.68	9068911.28	26.14
595	733804.27	9068908.75	26.10
596	733837.57	9068914.82	25.97
597	733837.05	9068916.11	26.00
598	733835.46	9068921.68	26.20
599	733835.34	9068920.98	26.08
600	733835.98	9068918.84	26.06
601	733868.55	9068922.91	25.80
602	733868.11	9068923.77	25.90
603	733865.73	9068930.57	26.17
604	733865.80	9068929.82	26.02
605	733866.60	9068927.08	26.01

606	733900.86	9068932.88	25.89
607	733900.25	9068934.14	25.87
608	733897.88	9068941.83	26.40
609	733897.93	9068940.93	26.04
610	733898.85	9068937.92	26.03
611	733929.48	9068943.95	25.72
612	733928.96	9068945.02	25.85
613	733926.02	9068951.73	26.29
614	733926.23	9068950.86	26.02
615	733927.32	9068948.04	26.01
616	733959.90	9068955.23	25.40
617	733958.80	9068956.85	25.82
618	733956.17	9068963.34	26.35
619	733956.35	9068962.31	26.02
620	733957.21	9068959.69	25.99
621	733989.04	9068967.21	25.59
622	733988.02	9068968.63	25.94
623	733984.80	9068975.16	26.43
624	733984.76	9068975.14	26.41
625	733984.93	9068974.28	26.17
626	733986.26	9068971.65	26.15
627	734019.88	9068980.77	26.04
628	734019.32	9068982.35	26.19
629	734016.34	9068989.08	26.68
630	734016.44	9068988.12	26.37
631	734017.65	9068985.23	26.40
632	734047.55	9068992.94	26.05
633	734046.86	9068993.90	26.35
634	734046.62	9068993.78	26.35
635	734043.76	9068999.85	26.66
636	734044.13	9068998.89	26.42
637	734045.07	9068996.64	26.51
638	734079.24	9068994.09	25.83
639	734079.24	9068994.08	25.82
639	734079.24	9068994.08	25.84
640	734075.14	9069011.89	26.82
641	734075.37	9069011.08	26.47
642	734076.80	9069005.29	26.41
643	734076.30	9069006.53	26.57
644	734075.07	9069008.71	26.55
645	734099.05	9069022.32	26.59
646	734099.63	9069021.06	26.35

647	734102.12	9069015.25	26.22
648	734101.80	9069015.71	26.32
649	734100.37	9069018.44	26.42
650	734126.31	9069028.34	25.93
651	734125.56	9069029.14	26.34
652	734121.68	9069034.88	26.43
653	734122.44	9069033.96	26.32
654	734123.94	9069031.54	26.39
655	734150.13	9069042.83	25.93
656	734149.22	9069043.76	26.30
657	734144.95	9069050.24	26.49
658	734145.90	9069049.00	26.38
659	734147.50	9069046.67	26.43
660	734177.43	9069058.30	26.17
661	734176.16	9069059.95	26.32
662	734172.77	9069066.79	26.64
663	734173.44	9069065.59	26.44
664	734174.65	9069063.22	26.43
665	734201.13	9069082.25	26.23
666	734201.82	9069081.03	26.07
667	734204.81	9069074.21	25.83
668	734203.93	9069075.18	26.07
669	734202.71	9069077.40	26.12
670	734231.18	9069086.22	25.83
671	734231.04	9069087.41	25.87
672	734228.37	9069093.70	26.03
673	734228.50	9069092.58	25.91
674	734229.15	9069090.40	25.95
675	734262.78	9069099.01	25.54
676	734262.37	9069099.71	25.71
677	734259.60	9069106.76	25.72
678	734259.54	9069106.77	25.46
679	734260.09	9069105.50	25.85
680	734261.10	9069103.04	25.86
681	734290.50	9069106.27	25.32
682	734290.00	9069107.84	25.71
683	734289.90	9069108.01	25.72
684	734287.59	9069114.69	25.95
685	734287.64	9069113.90	25.96
686	734288.20	9069111.01	25.96
687	734333.14	9069107.72	25.63
688	734333.14	9069107.72	25.63

688	734333.14	9069107.72	25.64
689	734306.69	9069108.75	25.87
690	734306.67	9069110.21	25.87
691	734305.27	9069117.50	26.11
692	734305.87	9069115.36	26.05
693	734306.06	9069113.42	26.04
694	734335.39	9069121.07	25.83
695	734335.51	9069119.49	25.92
696	734335.93	9069109.34	25.55
697	734335.83	9069111.47	25.82
698	734335.41	9069115.24	26.03
699	734363.63	9069111.53	25.53
700	734363.52	9069112.70	25.77
701	734363.82	9069119.24	26.03
702	734363.60	9069118.39	25.99
703	734363.46	9069115.79	25.94
704	734393.94	9069108.09	25.56
705	734394.26	9069109.37	25.72
706	734395.97	9069115.39	25.90
707	734395.93	9069114.67	25.89
708	734395.50	9069112.22	25.89
709	734426.35	9069102.24	25.52
710	734426.65	9069103.63	25.77
711	734429.16	9069109.78	25.85
712	734428.96	9069108.99	25.90
713	734428.67	9069106.17	25.91
714	734457.06	9069096.07	25.86
715	734457.18	9069096.84	25.97
716	734458.97	9069102.35	26.06
717	734458.65	9069099.19	26.14
718	734483.95	9069090.19	26.04
719	734484.09	9069090.95	26.06
720	734485.50	9069097.60	26.30
721	734485.29	9069096.74	26.18
722	734484.61	9069094.41	26.22
723	734484.61	9069094.41	26.22
724	734552.15	9069076.34	26.29
725	734552.11	9069076.35	26.29
725	734552.11	9069076.35	26.29
726	734513.75	9069093.04	26.22
727	734513.25	9069091.58	26.32
728	734511.19	9069084.37	25.97

729	734511.60	9069085.60	26.21
730	734512.32	9069088.75	26.36
731	734540.79	9069085.91	26.49
732	734540.48	9069085.03	26.40
733	734539.54	9069078.59	26.22
734	734539.91	9069079.32	26.34
735	734540.67	9069081.73	26.42
736	734566.66	9069071.31	26.20
737	734566.83	9069072.00	26.29
738	734568.97	9069078.86	26.63
739	734568.44	9069078.04	26.49
740	734567.77	9069075.44	26.48
741	734599.38	9069068.00	26.72
742	734598.85	9069067.00	26.53
743	734595.79	9069059.97	25.75
744	734595.90	9069061.03	26.18
745	734596.66	9069064.14	26.45
746	734596.68	9069064.13	26.45
747	734621.82	9069049.11	26.31
748	734622.10	9069049.75	26.42
749	734624.53	9069056.68	26.68
750	734624.18	9069056.01	26.56
751	734622.98	9069053.36	26.55
752	734655.30	9069043.59	26.93
753	734654.75	9069042.85	26.64
754	734651.99	9069035.64	26.17
755	734652.10	9069036.76	26.55
756	734652.79	9069039.93	26.64
757	734678.88	9069029.01	26.41
758	734679.09	9069029.95	26.73
759	734680.26	9069037.22	26.78
760	734679.86	9069036.44	26.72
761	734679.10	9069033.35	26.78
762	734713.37	9069033.03	26.71
763	734713.36	9069033.03	26.71
764	734713.09	9069031.95	26.91
765	734712.12	9069024.77	26.68
766	734711.95	9069025.97	26.93
767	734711.92	9069028.55	26.97
768	734739.99	9069024.25	27.12
769	734740.17	9069025.06	27.24
770	734740.07	9069031.40	27.23

771	734739.96	9069030.75	27.14
772	734739.68	9069027.93	27.24
773	734776.80	9069030.12	27.26
774	734776.52	9069028.97	27.36
775	734775.67	9069024.51	27.36
776	734775.65	9069024.50	27.37
777	734775.75	9069026.54	27.37
778	734805.78	9069020.10	27.26
779	734805.96	9069021.30	27.26
780	734806.32	9069027.84	27.60
781	734806.02	9069026.92	27.60
782	734805.78	9069024.57	27.55
783	734842.88	9069026.73	27.67
784	734842.58	9069025.70	27.67
785	734842.01	9069018.62	27.58
786	734842.04	9069018.61	27.49
787	734841.74	9069019.64	27.48
788	734841.75	9069019.71	27.53
789	734841.58	9069022.39	27.53
790	734841.57	9069022.43	27.59
791	734873.91	9069017.99	27.49
792	734873.84	9069017.70	27.54
793	734873.91	9069017.59	27.53
794	734873.88	9069019.01	27.28
795	734873.84	9069018.97	27.28
796	734873.76	9069026.44	27.41
797	734873.78	9069026.41	27.46
798	734873.64	9069025.51	27.34
799	734873.19	9069022.21	27.36
800	734873.19	9069022.25	27.40
801	734908.44	9069016.94	26.97
802	734908.27	9069017.73	27.14
803	734908.32	9069017.85	27.20
804	734908.32	9069024.91	27.30
805	734907.97	9069023.90	27.20
806	734908.03	9069023.91	27.20
807	734908.09	9069021.46	27.24
808	735030.82	9069001.13	28.79
809	735030.81	9069001.10	28.79
809	735030.81	9069001.10	28.86
810	734935.01	9069022.29	27.93
811	734935.05	9069021.54	27.82

812	734934.78	9069014.90	27.58
813	734934.96	9069015.73	27.80
814	734935.49	9069018.15	27.88
815	734963.05	9069012.90	28.69
816	734963.18	9069013.91	28.74
817	734963.21	9069021.24	29.10
818	734963.16	9069020.23	28.75
819	734963.34	9069017.56	28.75
820	734989.28	9069012.87	29.28
821	734989.27	9069012.82	29.29
822	734989.13	9069013.64	29.38
823	734988.61	9069021.67	29.51
824	734988.50	9069020.13	29.42
825	734988.55	9069017.52	29.44
826	735017.59	9069015.87	29.67
827	735017.36	9069016.83	29.83
828	735016.02	9069024.36	30.02
829	735016.11	9069023.52	29.71
830	735016.63	9069020.28	29.75
831	735044.70	9069039.59	29.96
832	735045.40	9069038.67	29.62
833	735050.31	9069033.07	29.64
834	735048.81	9069033.91	29.84
835	735046.86	9069035.70	29.77
836	735063.32	9069066.11	29.69
837	735064.50	9069065.30	29.74
838	735070.98	9069061.22	29.55
839	735069.91	9069061.51	29.91
840	735067.21	9069062.91	29.90
841	735077.63	9069073.36	29.83
842	735076.61	9069073.64	30.05
843	735070.28	9069077.22	29.76
844	735071.25	9069076.91	29.77
845	735073.92	9069075.23	29.95
846	735087.51	9069098.80	30.59
847	735086.49	9069099.31	30.43
848	735081.14	9069101.03	30.53
849	735081.83	9069100.87	30.51
850	735083.92	9069100.11	30.49
851	735094.66	9069115.78	30.76
852	735093.58	9069116.19	30.66
853	735088.03	9069119.72	31.13

854	735087.94	9069119.82	31.14
855	735088.89	9069119.38	30.92
856	735091.29	9069117.94	30.81
857	735097.71	9069144.41	31.54
858	735097.72	9069144.42	31.54
858	735097.72	9069144.42	31.51
859	735108.01	9069128.49	31.02
860	735107.42	9069129.41	30.87
861	735102.57	9069137.44	31.41
862	735103.86	9069135.41	31.31
863	735105.76	9069132.22	31.08
864	735105.76	9069132.21	31.08
865	735135.15	9069139.47	31.13
866	735134.71	9069140.83	31.08
867	735132.71	9069147.40	31.62
868	735133.38	9069145.85	31.24
869	735133.93	9069143.13	31.14
870	735159.75	9069142.45	30.95
871	735159.51	9069143.51	31.13
872	735158.19	9069151.95	31.67
873	735158.17	9069149.96	31.26
874	735158.33	9069147.04	31.26
875	735190.82	9069144.63	31.63
876	735190.49	9069145.59	31.78
877	735188.97	9069153.23	31.79
878	735189.25	9069151.22	31.66
879	735189.53	9069148.50	31.72
880	735216.75	9069150.31	31.96
881	735216.41	9069151.46	32.12
882	735213.75	9069159.31	32.17
883	735214.14	9069158.09	31.98
884	735214.95	9069154.66	32.10
885	735241.96	9069160.04	31.70
886	735241.21	9069160.85	32.10
887	735237.94	9069167.26	32.31
888	735238.48	9069166.38	32.18
889	735239.57	9069163.77	32.18
890	735268.36	9069171.86	31.43
891	735267.95	9069172.64	31.80
892	735265.17	9069179.81	32.18
893	735265.68	9069178.69	32.05
894	735266.71	9069176.32	32.08

895	735293.93	9069185.98	31.89
896	735290.66	9069191.81	31.96
897	735291.21	9069190.29	31.85
898	735292.29	9069188.15	31.88
899	735319.55	9069199.77	31.87
900	735318.87	9069200.89	31.90
901	735315.10	9069206.73	31.84
902	735316.23	9069205.35	31.70
903	735317.35	9069203.01	31.86
904	735342.75	9069220.37	31.43
905	735341.90	9069221.10	31.65
906	735337.31	9069226.19	31.90
907	735338.45	9069225.01	31.73
908	735340.26	9069222.90	31.75
909	735362.45	9069239.17	31.67
910	735361.78	9069239.82	31.82
911	735357.42	9069245.42	31.90
912	735358.10	9069244.63	31.96
913	735359.81	9069242.40	31.97
914	735380.89	9069253.91	31.98
915	735379.86	9069254.64	31.91
916	735436.09	9069275.90	32.87
917	735436.08	9069275.91	32.87
917	735436.08	9069275.91	32.98
918	735376.48	9069259.05	32.56
919	735376.74	9069258.51	32.51
920	735380.12	9069253.50	32.14
921	735379.68	9069254.37	32.07
922	735378.66	9069256.69	32.33
923	735389.91	9069265.60	32.72
924	735392.48	9069258.95	32.03
925	735391.96	9069259.98	32.09
926	735391.26	9069261.95	32.33
927	735405.15	9069262.33	32.20
928	735405.08	9069263.48	32.24
929	735405.25	9069266.24	32.51
930	735404.83	9069268.95	32.68
931	735405.92	9069266.59	32.52
932	735418.27	9069262.43	32.30
933	735418.32	9069263.74	32.38
934	735419.70	9069271.08	33.04
935	735419.58	9069270.07	32.84

936	735419.29	9069267.78	32.75
937	735434.74	9069268.58	32.95
938	735434.59	9069267.75	32.96
939	735432.05	9069260.27	32.43
940	735432.46	9069261.64	32.52
941	735432.92	9069264.77	32.78
942	735456.31	9069251.15	32.77
943	735457.15	9069251.78	32.70
944	735460.86	9069256.75	33.18
945	735460.18	9069255.69	33.06
946	735459.27	9069254.19	32.96
947	735477.34	9069233.07	32.43
948	735478.15	9069234.76	32.73
949	735481.59	9069238.87	32.64
950	735480.05	9069236.57	32.70
951	735503.84	9069220.67	32.53
952	735503.84	9069220.66	32.53
952	735503.84	9069220.66	32.48
953	735500.77	9069220.88	32.48
954	735501.15	9069221.36	32.51
955	735504.44	9069227.06	32.59
956	735503.90	9069226.44	32.41
957	735502.57	9069224.20	32.47
958	735526.74	9069211.29	32.23
959	735528.90	9069217.37	32.16
960	735528.65	9069216.47	32.16
961	735527.67	9069214.15	32.22
962	735550.90	9069204.10	31.86
963	735551.07	9069204.66	31.91
964	735552.66	9069211.40	31.94
965	735552.61	9069210.55	31.89
966	735552.21	9069207.99	31.96
967	735576.34	9069201.35	31.82
968	735576.46	9069201.98	31.90
969	735577.06	9069207.64	31.82
970	735577.11	9069206.94	31.77
971	735576.82	9069204.42	31.83
972	735613.03	9069198.75	31.77
972	735613.03	9069198.75	31.82
973	735600.84	9069198.47	31.72
974	735601.04	9069199.36	31.79
975	735602.50	9069205.48	31.91

976	735602.55	9069204.59	31.79
977	735602.07	9069202.15	31.84
978	735628.37	9069196.72	31.70
979	735628.37	9069196.68	31.70
980	735628.43	9069197.36	31.79
981	735628.73	9069203.60	32.05
982	735628.73	9069202.95	31.86
983	735628.61	9069200.83	31.87
984	735661.08	9069195.72	31.53
985	735661.06	9069195.70	31.53
986	735660.81	9069196.56	31.75
987	735660.23	9069203.17	31.80
988	735660.24	9069202.79	31.80
989	735660.94	9069199.93	31.90
990	735687.13	9069196.05	31.84
991	735687.16	9069196.59	31.89
992	735687.42	9069202.85	31.97
993	735687.22	9069199.84	32.03
994	735720.82	9069195.29	32.07
995	735720.78	9069195.83	32.15
996	735721.06	9069201.77	32.32
997	735720.65	9069199.84	32.35
998	735718.68	9069199.37	32.33
999	735750.04	9069194.38	32.70
1000	735750.08	9069194.91	32.71
1001	735750.44	9069200.57	32.60
1002	735750.48	9069199.99	32.64
1003	735750.31	9069197.64	32.69
1004	735750.31	9069197.63	32.67
1005	735779.62	9069191.88	32.51
1006	735779.46	9069191.77	32.51
1007	735779.26	9069192.72	32.76
1008	735780.07	9069197.62	32.73
1009	735779.74	9069195.59	32.81
1010	735821.98	9069193.76	33.24
1010	735821.98	9069193.76	33.26
1011	735806.14	9069190.50	32.98
1012	735806.34	9069191.48	33.22
1013	735806.16	9069197.59	32.94
1014	735805.89	9069196.90	32.87
1015	735806.06	9069194.59	33.04
1016	735833.69	9069196.11	33.03

1017	735832.97	9069196.95	33.28
1018	735829.51	9069203.25	33.07
1019	735829.92	9069202.66	33.02
1020	735831.00	9069200.00	33.17
1021	735856.02	9069209.52	33.51
1022	735855.72	9069210.39	33.63
1023	735850.99	9069216.93	33.53
1024	735851.72	9069215.92	33.49
1025	735853.49	9069213.08	33.60
1026	735868.97	9069217.32	33.66
1027	735868.61	9069217.94	33.62
1028	735865.03	9069225.83	33.55
1029	735865.68	9069224.54	33.66
1030	735867.24	9069222.08	33.72
1031	735881.91	9069223.54	33.39
1032	735881.78	9069224.68	33.33
1033	735881.02	9069231.69	33.62
1034	735881.39	9069230.43	33.71
1035	735882.07	9069227.71	33.55
1036	735901.77	9069227.46	33.10
1036	735901.77	9069227.46	33.10
1037	735882.74	9069223.45	33.37
1038	735882.58	9069224.53	33.32
1039	735881.28	9069231.80	33.60
1040	735881.57	9069230.52	33.72
1041	735881.92	9069228.27	33.61
1042	735895.08	9069222.35	32.91
1043	735895.59	9069223.99	32.84
1044	735898.42	9069229.27	33.26
1045	735898.12	9069228.58	33.26
1046	735896.43	9069225.53	33.00
1047	735919.91	9069205.55	32.14
1048	735920.62	9069206.35	31.94
1049	735924.44	9069212.04	32.09
1050	735923.90	9069211.19	31.99
1051	735922.66	9069209.41	32.05
1052	735933.59	9069197.79	32.10
1053	735932.51	9069196.39	32.20
1054	735937.71	9069204.58	32.22
1055	735936.86	9069203.29	32.04
1056	735935.42	9069201.11	32.09
1057	735958.67	9069185.84	31.99

1058	735959.21	9069187.04	31.87
1059	735961.75	9069193.06	31.77
1060	735961.26	9069192.19	31.85
1061	735959.82	9069189.57	31.88
1062	735941.44	9069187.81	32.16
1063	735939.75	9069188.37	32.06
1064	735935.04	9069190.93	32.16
1065	735934.05	9069191.61	32.17
1066	735937.42	9069190.14	32.16

Anexo 6.2. Ficha de datos N° 1: Datos del estudio de mecanica de suelos

CALICATA	PROPIEDADES DEL SUELO													
	GRANULOMETRIA (% PASA)					LIMITE DE CONSISTENCIA (%)			CLASIFICACIÓN DE SUELOS		PROPIEDADES MECANICAS			
	1"	3/4"	N°4	N°40	N°200	L.L	L.P	I.P	SUCS	AASTHO	PROCTOR		CBR	
										OCH	DSM			
C-01	100	100	100	99.7	0.7	0	0	0	SP	A-3(0)	-	-	-	
C-02	100	100	100	99.7	0.7	0	0	0	SP	A-3(0)	-	-	-	
C-03	100	100	100	99.7	1.2	0	0	0	SP	A-3(0)	-	-	-	
C-04	100	100	100	99.4	0.9	0	0	0	SP	A-3(0)	-	-	-	
C-05	100	100	100	99.5	1	0	0	0	SP	A-3(0)	8.18	1.68	9.00	
C-06	100	100	100	99.8	0.8	0	0	0	SP	A-3(0)	-	-	-	
C-07	100	100	100	99.6	0.9	0	0	0	SP	A-3(0)	-	-	-	
C-08	100	100	100	94.5	8	0	0	0	SP	A-3(0)	-	-	-	
C-09	100	100	100	94.5	7.6	0	0	0	SP - SM	A-3(0)	-	-	-	
C-10	100	100	100	94.4	7.7	0	0	0	SP - SM	A-3(0)	8.01	1.68	9.00	
C-11	100	100	100	99.7	1.1	0	0	0	SP	A-3(0)	-	-	-	
C-12	100	100	100	99.7	0.8	0	0	0	SP	A-3(0)	-	-	-	
C-13	100	100	100	99.7	5.5	0	0	0	SP - SM	A-3(0)	-	-	-	
C-14	100	100	100	94.6	7.3	0	0	0	SP - SM	A-3(0)	-	-	-	
C-15	100	100	100	94.5	8.3	0	0	0	SP - SM	A-3(0)	8.1	1.68	8.00	

Anexo 6.3. Ficha de datos N° 2: Datos del Estudio Hidrológico

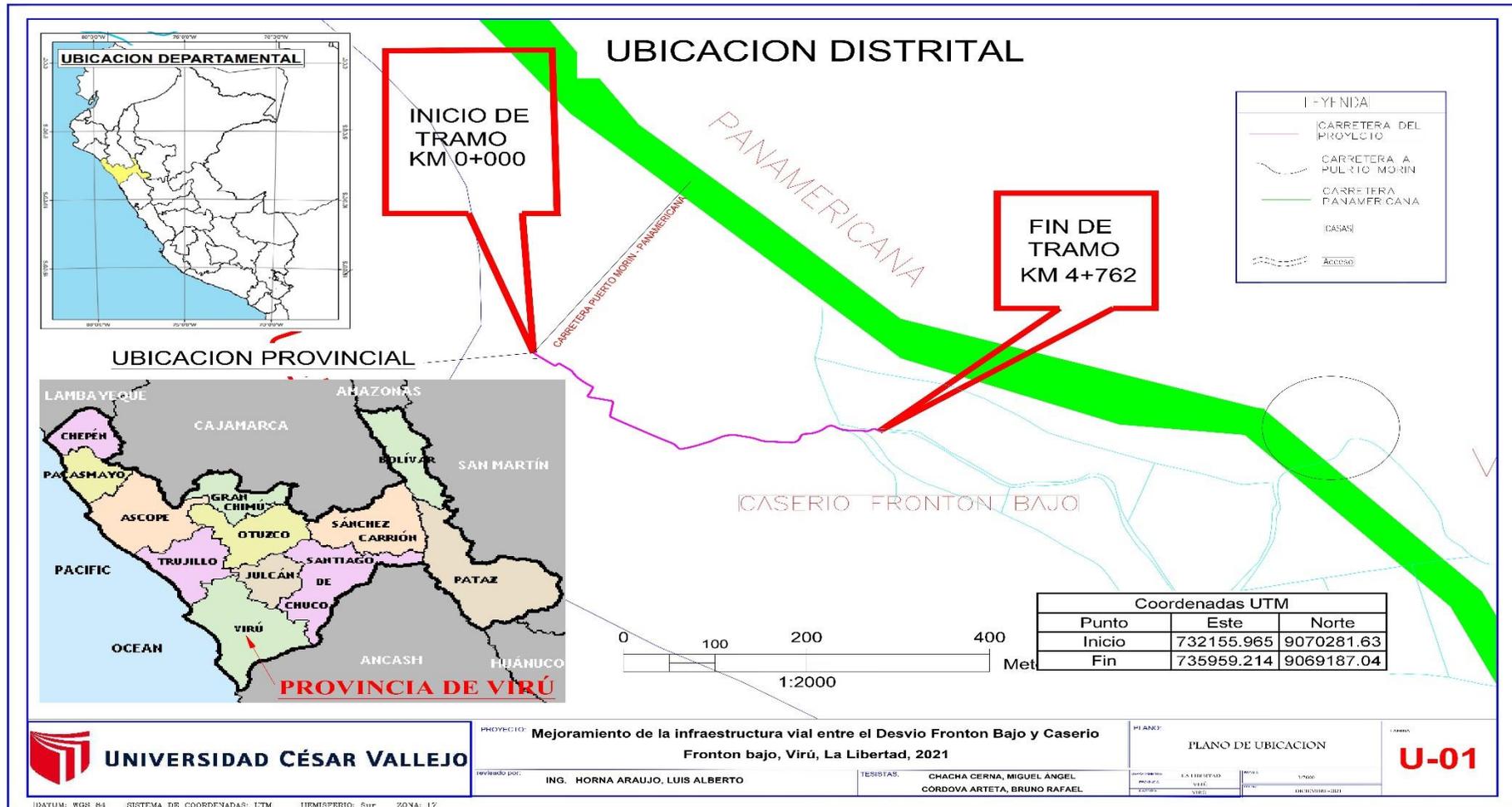
ESTACIÓN METEOROLÓGICA SAN JOSE - VIRU					
DEPARTAMENTO :	La Libertad	COORDENADAS GEOGRAFICAS	LATITUD :	08° 43' 30" S	
PROVINCIA :	Virú		LONGITUD:	78° 48' 32" O	
DISTRITO :	Virú		ALTITUD :	97	msnm
LOCALIDAD :	San José				

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAXIMO ANUAL	ANUAL
TOTAL DE PRECIPITACIONES (mm)														
1991	0.95	0.61	2.45	0.41	0.09	0.14	0.03	0.17	0.60	0.06	0.59	0.97	0.95	7.07
1992	2.14	0.69	0.29	0.67	0.41	0.65	0.04	0.34	0.33	0.02	0.28	0.24	2.14	6.10
1993	1.57	10.40	9.06	2.56	0.96	0.27	0.12	0.29	0.38	0.11	0.51	0.09	10.40	26.32
1994	1.47	3.70	1.52	0.65	0.33	0.10	0.02	0.13	0.28	0.06	1.25	0.10	3.70	9.61
1995	0.35	0.38	0.23	0.19	0.04	0.09	0.06	0.53	0.05	0.03	0.82	0.15	0.82	2.92
1996	1.81	1.33	1.17	0.13	0.11	0.21	0.01	0.50	0.11	0.16	0.19	0.11	1.81	5.84
1997	5.03	0.32	0.39	0.38	0.18	0.24	0.09	0.35	0.66	0.44	0.96	1.39	1.39	10.43
1998	9.62	2.10	3.99	0.46	0.81	0.18	0.09	0.22	0.21	0.08	0.36	2.94	9.62	21.06
1999	1.30	8.12	1.26	0.86	1.04	0.54	0.11	0.08	0.15	0.00	0.18	0.56	8.12	14.20
2000	0.47	0.46	2.08	0.97	0.51	0.33	0.04	0.48	0.36	0.00	1.07	0.18	2.08	6.95
2001	0.57	0.40	0.68	0.52	0.24	0.52	0.35	0.35	0.20	0.00	0.04	1.33	0.40	5.21

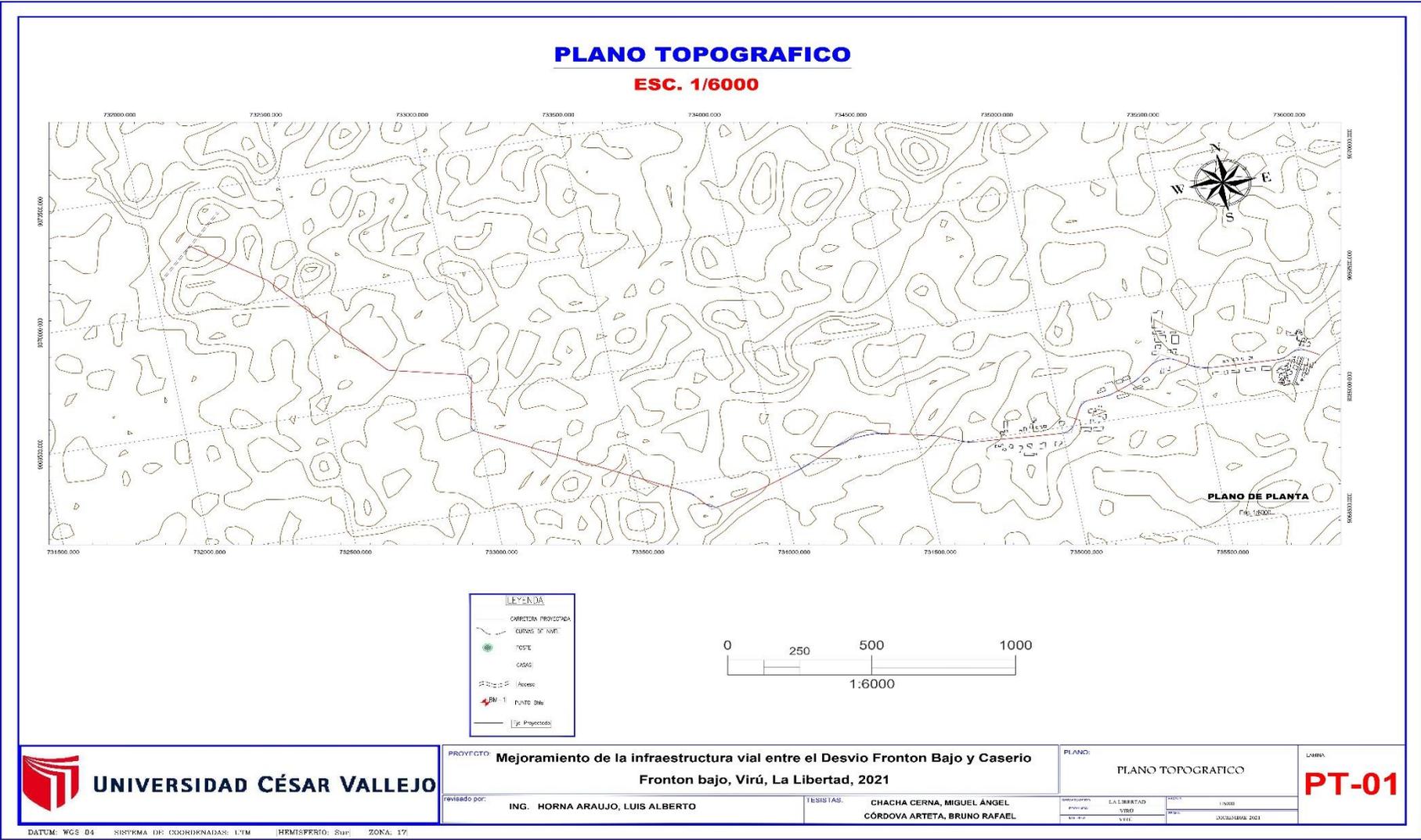
2002	0.00	5.18	1.60	0.50	0.00	0.23	0.00	0.00	0.40	0.40	2.40	5.66	5.18	16.37
2003	0.00	0.88	0.27	0.53	0.60	0.31	0.20	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.88	3.79
2004	0.60	2.55	2.00	0.20	0.40	0.20	0.30	0.02	0.01	0.03	0.11	0.03	2.55	6.45
2005	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	0.90
2006	0.20	1.27	0.60	0.55	0.20	1.00	0.00	0.20	0.00	0.40	0.00	0.00	1.27	4.42
2007	0.20	3.80	4.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	4.40	8.48
2008	1.60	1.00	4.80	0.40	0.00	2.60	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	4.80	10.80
2009	0.20	0.00	2.20	5.80	0.00	4.40	2.20	0.80	0.60	0.00	0.40	0.00	5.80	16.60
2010	0.00	5.00	0.40	0.20	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.80	0.00	0.80	5.00	7.60
2011	1.60	0.00	1.20	1.20	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.20	0.00	3.60	3.60	9.80
2012	0.60	2.60	4.60	0.60	0.20	1.40	0.40	0.40	0.00	3.80	0.00	1.00	4.60	15.60
2013	1.20	2.40	1.20	0.00	0.00	1.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	4.20	4.20	10.20
2014	0.60	6.80	2.80	1.40	0.60	1.20	0.40	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	6.80	14.20
2015	0.00	0.20	0.40	0.20	0.20	0.60	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	4.80	4.80	6.80
2016	1.00	4.20	2.00	1.40	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	4.20	9.00
2017	2.54	0.00	25.40	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.40	30.14
2018	2.54	35.56	12.70	0.80	0.20	22.86	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	2.00	35.56	77.06
2019	5.88	7.62	7.62	0.00	0.00	0.20	0.27	0.17	0.16	0.25	0.38	1.09	7.62	23.65
2020	0.00	0.00	0.20	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	1.00
PROM	1.47	3.59	3.26	0.81	0.24	1.32	0.26	0.17	0.15	0.24	0.37	1.07	5.63	12.95

Anexo 7: Planos

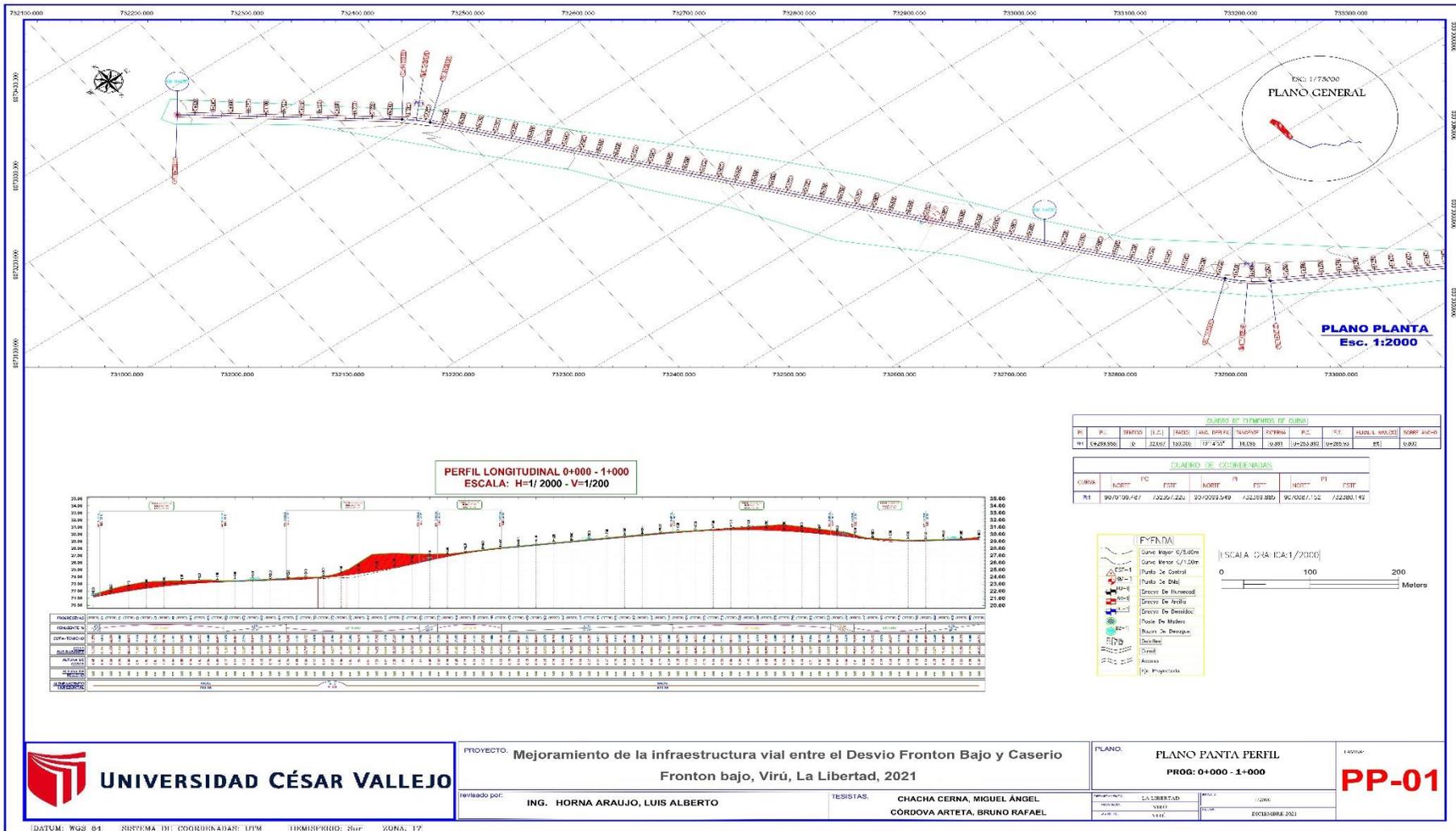
Anexo 7.1: Plano de ubicación



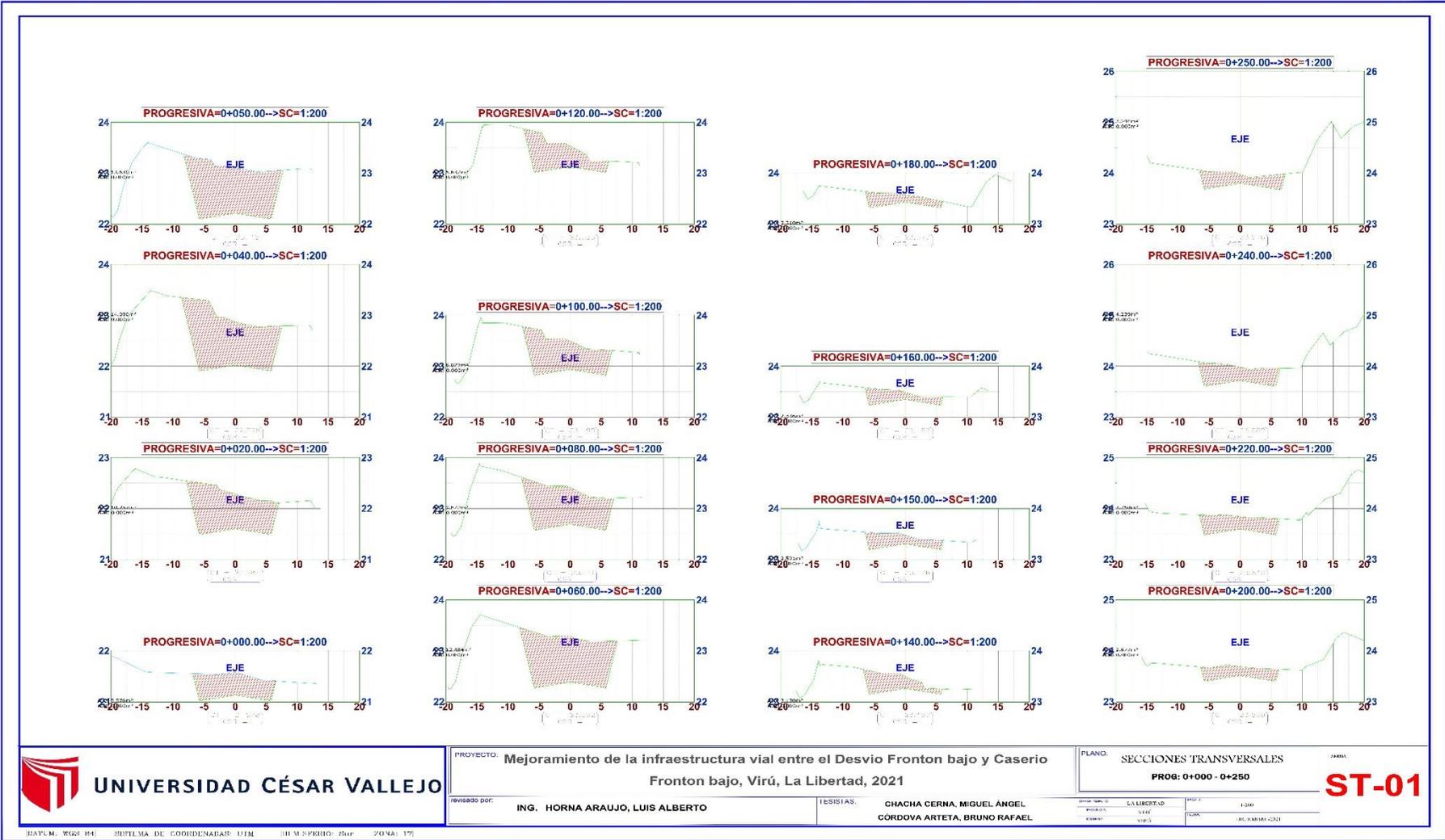
Anexo 7.2: Plano topográfico



Anexo 7.3: Plano de diseño geométrico - Perfil



Anexo 7.4: Plano de secciones transversales



Anexo 8: Fotos y documentos.

Anexo 8.1. Certificado de calibración de la estación total empleada para el levantamiento topografico



LA LIBERTAD - TRUJILLO – PERÚ

TOPOGRAFIA EN GENERAL, VENTA, ALQUILER DE EQUIPOS DE TOPOGRAFIA, ACCESORIOS, CALIBRACIONES, SERVICIO TECNICO, REPARACION Y MANTENIMIENTO GENERAL.

CERTIFICADO DE CALIBRACION

NUEVO	CALIBRACION	MANTENIMIENTO	REPARACION	GARANTIA	OBSERVACION
	X				% 100 operativo

NOMBRE / RAZON SOCIAL	GIANCARLO FERNANDO GERONIMO ECHEVARRIA				
DNI / RUC	44444614				
Instrumento : ESTACION TOTAL	Precisión Angular	: 05"			
Marca : LEICA	Precisión de distancia	: +/-2+2ppmxD No prisma: 05mm			
Modelo : TS02 POWER	Lectura mínima	: 1.0 mts.			
Serie : 1329480	Alcance	: 5000 m.c / 01 prisma – no prisma ≥ 500			
Fecha : 30-07-2021 Prox. 30-01-2022	Nº de certificado	: 54 - 2021			

METODOLOGIA APLICADA Y TRANZABILIDAD DE LOS PATRONES

Para controlar y calibrar este instrumento se contrasta con un colimador original SANWEI W420-3 con un telescopio de 32x cuyo retículo enfocado al infinito, el grosor de sus trazos está dentro de 1". Consta de 3 tubos cada uno con doble retículo en plataforma fija. Con distancia de enfoque al infinito, distancia total de 400 MM, apertura efectiva de 56 MM, y 3° de campo de visión, es revisado periódicamente por un teodolito WILD-T1A precisión 1", con el método de lectura directa-inversa. Para controlar y calibrar el constante promedio en las distancias se hacen las mediciones en una base establecida con una Estación Total marca TOPCON modelo GPT-3002W nueva de precisión en distancia de +/- (2mm + ppm x D) m.s.e. = línea de la medida. El control angular se ejecuta en la base soporte metálica fijada en cimiento especificado a influencias del clima y enfocados los retículos al infinito.

Las distancias son medidas con la Estación Total instalada en una base fijada en la pared y el prisma estacionado sobre un trípode Leica con un bastón contrador en cada punto de control establecido, tomando en consideración la temperatura y la presión atmosférica.

El control se ejecuta en la base metálica fijada a la pared ajena a influencias del clima y enfocados los retículos a infinito.

TEMPERATURA LABORATORIO	HUMEDAD RELATIVA LABORATORIO	PRESION ATMOSFERICA.
21° Celsius con variación +/- 69°F	83 %	1010 Hpa

MEDICIONES DE PATRON	MEDICIONES ANGULARES	DIFERENCIA
ANG. HZ: 00°00'00" / 180°00'00"	00°00'00" / 180°00'00"	00°00'00"
ANG. V: 90°00'00" / 270°00'00"	90°00'00" / 270°00'00"	00°00'00"

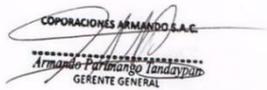
INSERTIDUMBRE: ANGULARES +/- 02" Distancia +/- 03 mm

NORMA APLICADA

EL INSTRUMENTO SE ENCUENTRA REVISADO, CALIBRADO, AJUSTADO Y VERIFICADO, SE TOMO COMO REFERENCIA EL ESTANDAR DE LA NORMA ISO 17123 "OPTICS AND OPTICAL INSTRUMENT", POR LA CUAL SE GARANTIZA SU CORRECTO Y NORMAL FUNCIONAMIENTO.

RESULTADOS

Distancia, lectura del instrumento patrón, lectura del instrumento contrastado, diferencia, porcentaje de error +/- 0.001%.

Responsable de verificación	Propietario
CORPORACIONES ARMANDO S.A.C. 	

VENCIMIENTO DEL CERTIFICADO: 30 ENERO DEL 2022

Dirección: AA.HH.Las Palmeras Mz. R´ Lote 16, La esperanza, Trujillo – Perú. /

Email: corporacionesarmandosac@hotmail.com , Celular: 942156655

Facebook: <https://web.facebook.com/CorporacionesArmandoS.A.C/Oficial/> , WhatsApp: 942156655.

100 % GARANTIA 100% CALIDAD

Anexo 8.2. Carretera entre el Desvío Frontón Bajo y Caserío Frontón Bajo.



Anexo 8.3. Visita al lugar de estudio.



Anexo 8.4. Curvas que no cumplen con los parámetros DG - 2018.



Anexo 8.5. Incumplimiento del ancho mínimo de calzada.



Anexo 8.6. Vehículos que circulan por la zona en estudio.



Anexo 8.7. Levantamiento topografico con Estación Total de la zona en mejoramiento.



Anexo 8.8. Estudio de mecánica de suelos de la zona en estudio.



Anexo 8.9. Estudio de mecánica de suelos de la zona en estudio.



Anexo 8.10. Conteo Vehicular del estudio de tráfico.

